

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCION REGIONAL CENTRO  
DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL**

**UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION SIGLO XXI  
DIRECCION DE COORDINACION CLINICA DE EDUCACION E  
INVESTIGACION EN SALUD  
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL”**

**TESIS**

**CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES ENVIADOS A VALORACION  
CARDIOLOGICA A LA UNIDAD DE REHABILITACION CARDIACA Y  
PREVENCION SECUNDARIA DE LA UMFRSXXI DEL IMSS**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION**

**PRESENTA:**

**DRA. ROSAURA EDITH TRUJILLO GONZALEZ**

**IMSS MÉXICO, D.F. FEBRERO 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN REGIONAL CENTRO  
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL**

**UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
DIRECCIÓN DE COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E  
INVESTIGACIÓN EN SALUD  
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL”**

**TITULO**

**CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES ENVIADOS A VALORACION  
CARDIOLOGICA A LA UNIDAD DE REHABILITACION CARDIACA Y  
PREVENCION SECUNDARIA DE LA UMFRSXXI DEL IMSS**

**REGISTRO DEL CLIS**

**ALUMNO**

**ROSAURA EDITH TRUJILLO GONZALEZ**

**MEDICO RESIDENTE DE TERCER AÑO DE LA ESPECIALIDAD DE  
MEDICINA FISICA Y REHABILITACION**

## **ASESORES**

### **DR. FRANCISCO JOSE RAMOS BECERRIL**

MEDICO SUB-ESPECIALISTA EN REHABILITACION CARDIACA

MEDICO SUB-ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA

SERVICIO DE REHABILITACION CARDIACA DE LA UNIDAD DE MEDICINA  
FISICA Y REHABILITACION REGION SUR SIGLO XXI

Teléfono: 56 77 85 13 Extensión: 28329

Correo: [fco\\_ramos2002@hotmail.com.mx](mailto:fco_ramos2002@hotmail.com.mx)

### **DR. DAVID ALVARO ESCOBAR RODRIGUEZ**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION

PROFESOR ADJUNTO DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN  
REHABILITACION

COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION CENTRO

Teléfono: 56 29 02 00 Extensión: 13846

Correo: [david.escobarr@imss.gob.mx](mailto:david.escobarr@imss.gob.mx)

### **DR. DAVID ROJANO MEJIA**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION

MAESTRO EN CIENCIAS MEDICAS

UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION NORTE IMSS

Correo: [drdavidrome@hotmail.com](mailto:drdavidrome@hotmail.com)

## **AUTORIZACION**

---

**DR. MARIO IZAGUIRRE HERNÁNDEZ**

MEDICO ESPECIALISTA EN COMUNICACIÓN HUMANA  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
REGION SUR SIGLO XXI

---

**DRA. MARIA TERESA ROJAS JIMENEZ**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
PROFESORA TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN  
REHABILITACION  
SUBDIRECTORA DE LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
REGION SUR SIGLO XXI

---

**DRA. BEATRIZ GONZALEZ CARMONA**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
PROFESORA ADJUNTA DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN  
REHABILITACION  
COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
DE LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION SUR  
SIGLO XXI

## **AUTORIZACION**

---

### **DR. FRANCISCO JOSE RAMOS BECERRIL**

MEDICO SUB-ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA Y REHABILITACION  
CARDIACA  
SERVICIO DE REHABILITACION CARDIACA DE LA UNIDAD DE MEDICINA  
FISICA Y REHABILITACION REGION SUR SIGLO XXI

---

### **DR. DAVID ALVARO ESCOBAR RODRIGUEZ**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
PROFESOR ADJUNTO DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA EN  
REHABILITACION  
COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION CENTRO

---

### **DR. DAVID ROJANO MEJIA**

MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA FISICA Y REHABILITACION  
MAESTRO EN CIENCIAS MEDICAS  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION REGION NORTE

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme vida y salud para continuar con esta realidad, que alguna vez fue solo un sueño...

A mis padres, hermanos y sobrinos, simplemente por aguantarme y estar ahí...

Al Dr. Ramos, por su enseñanza, apoyo, paciencia y tolerancia...

Al Dr. Mejía, por todas las enseñanzas, por aguantar mi ignorancia tantas veces, por ser como un padre durante el tiempo que estuve aquí...

A la Dra. Altamirano, por compartir conmigo sus conocimientos de medicina pero sobre todo los de vida, por su amistad...

A la Dra. Ramírez, por compartir sus enseñanzas y hacerme ver que falta un largo camino por aprender en todos los aspectos, por las pláticas amenas, siempre las disfruté...

A la Dra. Zarco, por sus enseñanzas, tiempo y consejos...

A la Dra. Mora, por sus enseñanzas, cariño, tiempo, consejos, apoyo cuando lo necesite y por su amistad...

Al Dr. Escobar y al Dr. Rojano, por su ayuda, paciencia y tolerancia...

A la Dra. Rodríguez Sola, Dra. Hernández, Dra. De la Torre, Dra. Troncoso, Dra. Martínez, Dra. Rojas Sosa, Dra. Rojano, Dra. Franco, Dra. Romero, Dra. Ríos, Dr. González, Dr. López, Dr. Landeros, Dra. Camacho, Dra. Escamilla, Xochitl, Margarita Terán, Patricia Venegas (espero no me falte nadie) por sus enseñanzas y consejos...

A Arabelha, Julio, Nadia, Anallely y Yuri, por todos y cada uno de los momentos compartidos, que más que compañeros, aprendí a ser su amiga, siempre estaré ahí...

A Julieta, Edgar, Monica, Elaine, Fabiola, Toño Rosas, Silvia, Leonor, Rodolfo, Irasema, Ruhama, Jessy, Rita, Toño Hdz, por su compañerismo, amistad y el tiempo compartido...

A Mary, Karla, Diana, Gaby, Janeth, Adriana y Ana, en especial a Ale, Eri, Itzel y Claudia por brindarme su amistad, ya saben que son correspondidas...

A todos los terapeutas físicos y ocupacionales, asistentes, enfermeras y enfermeros que compartieron conmigo su tiempo y conocimientos...

Y a todas y cada una de las personas, (por supuesto, sin olvidar a los pacientes) que durante estos tres años de mi vida profesional y personal contribuyeron a mi formación, ya que todos ustedes son de alguna forma "maestros", tienen un lugar especial para mí y pueden estar seguros que son correspondidos... mil gracias...

...Pero sobre todo GRACIAS a todos por permitirme compartir parte de mi vida y mi corazón...

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por ser mis pilares, por estar ahí en cada momento de mi vida.

A mis hermanos: Rubi, Esthela, y Ascensión, por el invaluable apoyo que han sido, por estar a mi lado en el momento exacto.

A mis sobrinos: Rodrigo y Diego, por ser la alegría de la familia.

A todos mis amigos, doctores, enfermeras y pacientes por ser parte de mi formación profesional.



## **TITULO**

**CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES ENVIADOS A VALORACION  
CARDIOLOGICA A LA UNIDAD DE REHABILITACION CARDIACA Y  
PREVENCION SECUNDARIA DE LA UMFRSXXI DEL IMSS**

# ÍNDICE

| TEMA   | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. RESUMEN. . . . .                          | 1      |
| 2. INTRODUCCION. . . . .                     | 2      |
| 3. ANTECEDENTES CIENTIFICOS. . . . .         | 3      |
| 4. JUSTIFICACION. . . . .                    | 24     |
| 5. PREGUNTA DE INVESTIGACION. . . . .        | 25     |
| 6. OBJETIVOS . . . . .                       | 26     |
| a. OBJETIVO GENERAL . . . . .                | 26     |
| b. OBJETIVOS ESPECIFICOS . . . . .           | 26     |
| 7. MATERIAL Y METODOS . . . . .              | 27     |
| 1) VARIABLES . . . . .                       | 27     |
| 2) CRITERIOS DE SELECCIÓN. . . . .           | 30     |
| 3) PROCEDIMIENTOS. . . . .                   | 31     |
| 4) DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO . . . . . | 31     |
| 5) CONSIDERACIONES ETICO LEGALES . . . . .   | 32     |
| 6) PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO. . . . .     | 32     |
| 8. RESULTADOS. . . . .                       | 33     |
| 9. DISCUSION. . . . .                        | 41     |
| 10. CONCLUSIONES . . . . .                   | 42     |
| 11. BIBLIOGRAFIA. . . . .                    | 43     |
| 12. ANEXOS . . . . .                         | 45     |

## RESUMEN

### CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES ENVIADOS A VALORACION CARDIOLOGICA A LA UNIDAD DE REHABILITACION CARDIACA Y PREVENCIÓN SECUNDARIA DE LA UMFRSXXI DEL IMSS

**OBJETIVO.** Determinar la capacidad funcional cardiovascular mediante una prueba de esfuerzo (PE) en banda sin fin en pacientes que acuden a valoración cardiológica al Servicio de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria en la UMFRSXXI del IMSS.

**MATERIAL Y METODOS.** Estudio observacional, transversal y retrospectivo. Se incluyeron a todos los pacientes, derechohabientes del IMSS, enviados a valoración cardiológica y/o ingreso a Programas de Rehabilitación Cardíaca, que pudieran realizar la marcha, evaluados mediante PE en banda sin fin con protocolo de Bruce modificado, de octubre-2006 a octubre-2008; con muestreo de casos consecutivos. Se valoró edad, sexo, talla, IMC, capacidad funcional, tiempo de tolerancia al ejercicio, doble producto inicial y final, respuesta presora, respuesta cronotrópica, índice de eficiencia miocárdico, VO<sub>2</sub>, MVO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>. Se excluyeron pacientes con ingesta de beta bloqueadores, hipertrofia de ventrículo izquierdo, bloqueo de rama izquierda, Síndrome Wolf Parkinson White, alteraciones cognitivas, neurológicas y/o músculo esqueléticas; y se eliminaron PE posteriores a Programa de Rehabilitación Cardíaca, reportes incompletos, pacientes que durante la valoración clínica presentaran estenosis aórtica, ICC, CI, y pacientes con ECG en reposo con trastornos del ritmo. Realizando un análisis de la capacidad funcional cardiovascular mediante la Prueba de Esfuerzo, además de los parámetros demográficos y hemodinámicos.

**RESULTADOS.** Se revisaron 147 pruebas de esfuerzo, de las cuales 133 conformaron la muestra de estudio; el 49% correspondieron a pacientes de sexo femenino y 51% al sexo masculino. El promedio de edad fue de  $54.1 \pm 12.4$  años. De acuerdo al Índice de Masa Corporal, se observó un 51% de los pacientes con sobrepeso. Dentro de los factores de riesgo más frecuentes encontrados fueron hipertensión arterial (51.8%), e isquemia cardíaca (27.8%). Para la medición de la capacidad funcional se cuantificaron los METs alcanzados por cada paciente, obteniendo un promedio de  $9.4 \pm 3.5$  METs, así como los METs por edad, en los que el 33% (44 pacientes) alcanzaron los METs ideales calculados de acuerdo a la edad, con un promedio general de 11.22 METs. Los parámetros hemodinámicos obtenidos fueron: respuesta presora, con un promedio de  $2.89 \pm 2.9$  (rango: -2.00-20.00) y un 95% de los pacientes con una respuesta plana (menor de 7); la respuesta cronotrópica con un promedio de  $7.26 \pm 5$  (rango: -0.14-45.65) y un 68% con una respuesta inadecuada (por debajo de 8); el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), en el que registramos un promedio de  $33.07 \pm 12.2$  mlO<sub>2</sub>; el pulso de oxígeno (PO<sub>2</sub>) con una media de  $17.7 \pm 68$  mlO<sub>2</sub>/latidos; el consumo máximo de oxígeno (MVO<sub>2</sub>) obteniendo una media de  $22.22 \pm 6.4$  mlO<sub>2</sub>, y el índice de eficiencia miocárdica con un rango de 0.02 a 23.92 y un promedio de  $6.36 \pm 4.1$ . El tiempo total de duración en la banda sin fin en promedio fue de  $11.3 \pm 3.7$  min y la media del registro de la escala de percepción de esfuerzo de Borg fue de 5 puntos. Por último, en los resultados finales del total de pacientes revisados, el 74% de las pruebas de esfuerzo fueron eléctricamente negativas (datos electrocardiográficos normales) y 23% positivas (datos electrocardiográficos anormales); mientras que un 78% (103) del total de las pruebas de esfuerzo se reportaron como máximas y un 22% como submáximas; las pruebas de esfuerzo que fueron concluyentes para analizar pronóstico o tratamiento fueron el 90% (120 pacientes), con el 10% restante (13) de pruebas no concluyentes y por lo tanto hacen necesario repetir la prueba.

**CONCLUSIONES.** Los resultados en las pruebas de esfuerzo indican que la población estudiada muestra una mala capacidad funcional calculada para la edad de cada paciente, ya que solo una tercera parte de la población alcanzó lo esperado, además de anomalías (consideradas eléctricamente positivas para enfermedad coronaria) en el 23%. La prueba de esfuerzo demostró ser una herramienta útil para la valoración inicial del paciente que ingresan a programas de rehabilitación cardíaca, porque nos permite identificar hallazgos electrocardiográficos positivos para enfermedad coronaria.

## INTRODUCCION

Los problemas cardiológicos en México son cada vez más frecuentes secundarios a la transición epidemiológica, demográfica y gracias al control de enfermedades transmisibles, disminución en la tasa de natalidad y aumento en la tasa de envejecimiento, principalmente en los grupos de edades entre 35 y 55 años, siendo estos los grupos de edad con mas factores de riesgo para padecimientos cardiovasculares, entre los más frecuentes se encuentran hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes, dislipidemia y obesidad.

En nuestro país los síndromes coronarios agudos son una de las primeras causas de muerte desde hace casi dos décadas, con edad promedio de 60 años y una mortalidad global de aproximadamente el 7.2%.

Uno de los métodos de evaluación diagnostica, pronostica y de tratamiento en pacientes que acuden a unidades de rehabilitación cardiaca y prevención secundaria es la Prueba de Esfuerzo, la cual por su bajo costo y su accesibilidad nos proporciona información sobre la condición cardiológica objetiva de los pacientes estudiados que nos permite determinar el tratamiento específico, estratificar y establecer pronostico de vida.

Cada día, las unidades de rehabilitación cardiaca y prevención secundaria, evalúan a más pacientes en tratamiento rehabilitatorio y pacientes cardiológicos son enviados de otras unidades para estratificación de riesgo, pronostico cardiovascular, e ingreso a programas de rehabilitación cardiaca y prevención secundaria; con la finalidad de promover cambios en los hábitos alimenticios (dietas cardio-saludables) y en el estilo de vida, promoviendo programas de ejercicio supervisado y no supervisados.

## **ANTECEDENTES CIENTIFICOS**

### **EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

Concepto de Epidemiología: "Estudio de la distribución y determinantes de las enfermedades y/o problemas de salud en una población específica, y la aplicación de este estudio al control de los problemas de salud" (Last). En la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª revisión (C.I.E.-10), las enfermedades cardiovasculares se encuentran especificadas y codificadas en el capítulo IX como enfermedades del sistema circulatorio (100-199) y comprenden: fiebre reumática aguda (mas frec en niños de 5-15 años), enfermedad cardiaca reumática o cardiopatía crónica del corazón, (puede ser consecuencia de los ataques de fiebre reumática, afectando en especial la válvula mitral); enfermedad hipertensiva, enfermedades de los vasos, venas y ganglios linfáticos y por supuesto las enfermedades cerebrovasculares y la enfermedad isquémica.

Según la OMS, aprox. un 30-40%, sufren una valvulopatía crónica, mientras que un 40% de los enfermos con cardiopatía reumática crónica no recuerda ningún antecedente reumático en su infancia.

Dentro de las enfermedades de los vasos, la trombosis o formación de un coágulo que obstruye el flujo sanguíneo, puede producir isquemia o infarto de órganos, es consecuencia de una lesión vascular, la activación del proceso de coagulación y disturbios de la corriente sanguínea. Puede tener localización arterial (produce trombos ricos en plaquetas o placas ateroscleróticas), con manifestaciones del sistema cardio y neurovascular como síndromes isquémicos coronarios y EVC isquémicos y venosa (por el estasis sanguíneo y activación de la coagulación), que se presenta como trombosis venosa profunda y embolismo pulmonar.

### **ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN**

La OMS define el término de aterosclerosis, como un proceso que denota el resultado de la reacción de un organismo genéticamente condicionado en interacción con su medio ambiente en un período de tiempo de toda la vida. Y la aterosclerosis coronaria (o cardiopatía aterosclerótica) es la base de la casi totalidad de las enfermedades isquémicas del corazón. La isquemia miocárdica es un déficit de oxígeno en algún segmento del corazón, se puede manifestar como:

- Muerte súbita
- Infarto agudo de miocardio
- Angina de pecho
- Insuficiencia cardiaca congestiva
- Arritmias

## ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES

Son estados patológicos del sistema nervioso central de origen vascular, se presentan por una hemorragia (aprox. 15% de los casos) de un vaso o por procesos tromboembólicos (más del 85% de las veces) causando una perturbación del aporte sanguíneo al cerebro produciendo su isquemia o infarto. También llamado Enfermedad Vascular Cerebral (EVC), porque a menudo se presentan de forma súbita provocando un déficit neurológico focal debido a esa perturbación del aporte sanguíneo al cerebro<sup>1</sup>.

## LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES A NIVEL INTERNACIONAL

La evolución de la morbilidad y mortalidad de las dos principales enfermedades cardiovasculares: las enfermedades cerebrovasculares y las cardiopatías isquémicas, nos muestra el estado de la situación de estos dos importantes problemas de salud. La evolución de la mortalidad por causas en Estados Unidos en gran parte del pasado siglo XX, es una muestra de lo que ha ocurrido en la mayoría de los países industrializados.

Actualmente se puede observar un descenso espectacular de la mortalidad por enfermedades infecciosas, de las enfermedades propias de la infancia y de la tuberculosis, mientras que la tendencia es estacionaria o ascendente en las muertes violentas, las enfermedades cerebrovasculares, la cardiopatía isquémica y el cáncer.

La distribución de la mortalidad, y a veces morbilidad, por enfermedades cardiovasculares en distintos países (y también dentro de cada país o región) pueden mostrar patrones geográficos y detectarse desigualdades entre las áreas estudiadas.

A nivel internacional, la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares en 1995, se observó que los países más ricos o industrializados tenían la menor mortalidad (Canadá, EE.UU., Francia, Suiza, Holanda y Suecia), mientras que en los países del este de Europa (incluyendo Portugal) y antigua Unión Soviética existía la mayor mortalidad.

En relación a la mortalidad por cardiopatía isquémica en estos mismos países nos señala que, en este caso, son claramente los países mediterráneos y Japón los que presentan la menor mortalidad, seguidos de los países del centro y norte de Europa (Reino Unido, Alemania, Suecia) y de los países de Norteamérica. Los países del este de Europa y antigua Unión Soviética vuelven a presentar la mayor mortalidad, ahora por cardiopatía isquémica, estando también en este grupo de mayor mortalidad un país nórdico: Finlandia que históricamente se ha destacado por su alta incidencia y el alto consumo de grasas saturadas en la alimentación de su población.

De estos datos y otros estudios se desprende que la diferente distribución de las enfermedades cardiovasculares en el mundo, y también dentro de cada país o región, depende, fundamentalmente, de factores socioeconómicos, de

las condiciones de vida y de hábitos socioculturales ligados al área geográfica como los alimentarios<sup>1</sup>.

Los SICA (expresión clínica de la isquemia miocárdica) son un problema de salud pública a nivel mundial, debido al gran impacto de morbimortalidad que representa, afecta al 1% de la población en el mundo. Un tercio de la población mundial muere como consecuencia de enfermedad cardiovascular. Información proporcionada por la Organización Mundial de la Salud en el año 2000, reporta que aproximadamente fallecen 7.3 millones de personas en el mundo por cardiopatía isquémica<sup>2</sup>.

## **LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES EN MEXICO**

La transición epidemiológica y demográfica en México de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo en el periodo del año 2001 al 2006 calcula a la población mexicana en promedio de 120,000,000 de personas en tanto que para el año 2050 la población aumentará a 150,000,000 de personas en la República Mexicana. El programa Nacional de Salud en el periodo 2001 al 2006, menciona que en el año 2006 la cantidad de mexicanos se había estimado cercano a los 120,000,000 de personas y que para el año 2030 la población se elevará a 200,000,000 de mexicanos.

El aumento de la población en México es gracias al control de las enfermedades transmisibles, soluciones a padecimientos ligados a la reproducción, una disminución en la velocidad de reproducción y un aumento en el envejecimiento, esto es un reflejo de lo que se muestra en la pirámide poblacional, un aumento en los grupos de edades entre los 25 años y 55 años, siendo éstos los grupos de edad con factores de riesgo para padecimientos cardiovasculares, entre ellos los SICA.

El género predominante en los Síndromes Coronarios Agudos sin elevación del Segmento ST (SCASEST) y los Síndromes Coronarios Agudos con elevación del segmento ST (SCACEST) es el sexo masculino, en edades promedio de los 55 a 65 años. En nuestro país es una de las primeras causas de muerte desde la década de los 90, y para el año 2001 se reportaron un total de 98,941 muertes causadas por enfermedades del corazón, representando el síndrome coronario agudo el 26.2%.<sup>2</sup>

En la segunda etapa del RENASICA, se observó la edad promedio de 60 años, predominó el sexo masculino con el 75%. La mortalidad global fue de 7.2% de los 4,211 pacientes con SICA y la elevación del ST fue de 4.4% en 3,339 pacientes. En ambos grupos el dolor precordial fue el predominante.

La prevalencia de los factores de riesgo en las dos etapas fue: el tabaquismo, la diabetes mellitus, la hipercolesterolemia, la hipertensión arterial sistémica y la realización de angioplastia<sup>2,3</sup>.

Datos epidemiológicos de México, establecen a la cardiopatía isquémica como primera causa de mortalidad en mayores de 60 años, la segunda causa en la

población en general, fue responsable de 50,000 muertes en 2003 y contribuyó aproximadamente al 10% de todas las causas de mortalidad<sup>3</sup>.

## **FACTORES CONDICIONANTES DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

Con los primeros estudios epidemiológicos sobre las enfermedades cardiovasculares se comenzaron a detectar factores ligados a los comportamientos alimentarios en el origen de algunas de estas enfermedades. En 1932, Wilhelm Raab analizó la relación entre las diferencias geográficas en la frecuencia de enfermedades isquémicas del corazón y las diferencias en la dieta, especialmente en su contenido en grasa.

El estudio Framingham se inició en 1948 bajo la dirección del Instituto Nacional de Sangre, Pulmón y Corazón de Estados Unidos. El objetivo del trabajo era identificar los factores y las características comunes que favorecen la aparición de la enfermedad cardiovascular a través de uno de los seguimientos más largos que se han llevado a cabo en los trabajos de investigación. Daniel Levy, el director del estudio, fue quien empezó a reclutar a los participantes. Consiguió un total de 5.209 hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 30 y 62 años que vivían en la ciudad de Framingham, en Massachusetts<sup>4</sup>.

En el “Estudio de los 7 países” (Keys, 1953) se realizó un seguimiento de 10 años a varones de edad media de EE.UU., Holanda, Finlandia, Italia, la antigua Yugoslavia, Grecia y Japón. Los resultados mostraron que los varones de Japón y países mediterráneos tenían los menores porcentajes de calorías de las dietas procedentes de grasas saturadas y también presentaban la menor mortalidad por cardiopatía isquémica, mientras que los varones de Finlandia y EE.UU. presentaban los mayores porcentajes de consumo de grasas y la mayor mortalidad<sup>5</sup>.

Estos y otros estudios prospectivos relacionaron el alto consumo de grasas saturadas y del colesterol con un mayor riesgo de padecer enfermedades isquémicas del corazón. También se identificaron otros importantes factores como la hipertensión arterial y el hábito tabáquico.

## **FACTORES CONDICIONANTES DE LA CARDIOPATIA ISQUEMICA**

### **CONSUMO DE GRASAS**

- **Ácidos grasos saturados.** Aumentan el colesterol total y la fracción del colesterol que se une a la lipoproteína de baja densidad (LDL-colesterol), éste último muy aterosclerótico.
- **Ácidos grasos poliinsaturados.** Reducen la aterosclerosis por su acción reductora del colesterol total, por aumentar la fracción del colesterol que se une a la lipoproteína de alta densidad (HDL-colesterol),



reductora de la placa de ateroma, y por producir sustancias antiagregantes plaquetarias. Se encuentran en los aceites de semillas (girasol, maíz o soja) y del pescado.

- **Ácidos grasos monoinsaturados.** Elevan el HDL-colesterol, e incluso disminuye el LDL-colesterol, por lo que resultan también un factor protector sobre la formación de la placa de ateroma. Se hallan en las grasas de los pescados azules y el aceite de oliva.

El colesterol total no debe ser mayor de 200 mg/100ml. La fracción HDL-colesterol debe ser al menos de 50 mg/100ml., y la razón colesterol total/HDL-colesterol, máximo de 4 (200/50).

Se recomienda un aporte de grasas en la dieta de un 30-35% del total de calorías de la dieta, dejando un 12-15% para las proteínas y el 50-60% de hidratos de carbono. El perfil lipídico debe mantenerse en la siguiente proporción del total de calorías de la dieta:

- Ácidos grasos saturados: 7-10%.
- Ácidos grasos poliinsaturados: 5-10%.
- Ácidos grasos monoinsaturados: 12-20%.

## TABACO

Numerosos estudios epidemiológicos demuestran su relación con estas enfermedades, especialmente con el infarto agudo de miocardio. Los fumadores presentan un riesgo de padecer infarto agudo de miocardio de 2 a 4 veces mayor que el de los no fumadores.

El consumo de tabaco disminuye el HDL-colesterol, aumenta la agregabilidad plaquetaria y la frecuencia cardiaca, además los fumadores muestran altos niveles de fibrinógeno.

El monóxido de carbono del tabaco se une a la hemoglobina y forma la carboxihemoglobina que incrementa la insuficiencia miocárdica y la formación de la placa de ateroma. Por otro lado, la nicotina tiene una acción adrenérgica, aumentando la frecuencia cardiaca y la tensión arterial.

## HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Factor de riesgo de gran importancia para las cardiopatías isquémicas y aún más para las enfermedades cerebrovasculares. La sal es necesaria para el organismo, un gramo al día es suficiente, pero una alimentación variada nos aporta dicha cantidad sin añadir sal a los platos. Se debe disminuir el consumo de sal y aumentar el de potasio, en frutas y verduras frescas, como medida beneficiosa en el control de la hipertensión.

## EJERCICIO FÍSICO

Es un factor protector, pues aumenta el HDL-colesterol, disminuye la obesidad, la enfermedad hipertensiva, la tensión emocional y aumenta la capacidad cardiovascular y músculo-esquelética. El mejor ejercicio para combatir la

obesidad y aumentar la eficacia del corazón es el ejercicio aeróbico, es decir, de baja intensidad y de larga duración y en el que intervengan grandes grupos musculares: carrera, bicicleta o bicicleta estática, marcha, remo, baile, etc. Se recomienda un ejercicio aeróbico de al menos 20-30 minutos y 3-4 días a la semana para que tenga un efecto beneficioso para el sistema cardiovascular.

## OBESIDAD

Es un factor de riesgo independiente, además de asociarse a las dislipemias, la hipertensión arterial y la hiperglucemia.

## DIABETES MELLITUS

Actúa por su interrelación con la obesidad, las dislipemias (aumento de triglicéridos y descenso del HDL-colesterol) y la hipertensión arterial.

## FIBRINÓGENO

Numerosos estudios han establecido una correlación entre los niveles plasmáticos de fibrinógeno y el riesgo coronario siendo considerado un contribuyente aislado de la cardiopatía isquémica.

## TRIGLICÉRIDOS

Se considera un factor de riesgo con valores superiores a 200 mg/100 ml.

## ANTECEDENTES FAMILIARES

Se han encontrado casos familiares, bien por factores genéticos o por causas ambientales comunes en el entorno familiar.

## FACTORES PSICOSOCIALES

La llamada personalidad "A", con tendencias competitivas, agresividad, urgencia en el trabajo e impaciencia, se ha asociado a una mayor incidencia de enfermedad isquémica cardíaca. Estudios más recientes han encontrado evidencia de asociación con la depresión, el aislamiento y la falta de apoyo social.

## ALCOHOL

Se ha observado un mayor riesgo de cardiopatías coronarias en bebedores excesivos de alcohol, mayor de 75 gr. de etanol al día. Según las recomendaciones de la OMS el consumo moderado de alcohol, menos de 35gr. de etanol al día, es cardioprotector por su acción vasodilatadora y producir sustancias antioxidantes.

## ANTICONCEPTIVOS ORALES

Aumentan la frecuencia de infarto agudo de miocardio. Tienen un efecto sinérgico con el tabaco, la hipertensión arterial y la hipercolesterolemia<sup>1</sup>.

## **PREVALENCIA DE LOS FACTORES CONDICIONANTES DE ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR EN MEXICO**

En México, en relación a los factores de riesgo condicionantes de enfermedades cardiovasculares, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006, reportó que más de 22% de los adultos acudió a realizarse pruebas de determinación de glucosa en sangre y mediciones de la tensión arterial en el año previo a la encuesta, en mayor medida las mujeres, de las que casi 25% acudió a ambas pruebas, mientras que 19% de los hombres acudió a pruebas de detección de diabetes y de hipertensión arterial.

Entre adultos, la cantidad de hombres que fuman es tres veces mayor a la de las mujeres fumadoras, independientemente de la edad que tengan. Puede observarse un incremento en la proporción de mujeres que fuman, por ejemplo, en las mujeres del grupo de 20 a 29 años, la proporción aumentó desde el 2000 al 2006 de 8.4 a 10.7%; en el de 50 a 59 años, de 9.4 a 10.1%, y en el de 70 a 79 años, de 5 a 6.3 por ciento.

El consumo de alcohol entre los hombres también resulta mayor en casi tres veces al consumo por parte de las mujeres. Se observa que en el grupo de 20 a 29 años, 60% de los hombres consumen bebidas alcohólicas, al menos una vez al mes, cinco o más copas, mientras que poco más de 20% de las mujeres refieren el mismo consumo. En ambos sexos, el porcentaje de personas que consume alcohol va disminuyendo conforme el grupo de edad es mayor.

Sobrepeso y obesidad son problemas que afectan a cerca de 70% de la población (mujeres, 71.9 %, hombres, 66.7%) entre los 30 y 60 años, en ambos sexos. Sin embargo, entre las mujeres existe un mayor porcentaje de obesidad (IMC igual o mayor a 30) que entre los hombres. La prevalencia de obesidad en los adultos mexicanos ha ido incrementando con el tiempo. En 1993, la prevalencia de obesidad en adultos era de 21.5%, mientras que en el 2000 se observó que 24% de los adultos en nuestro país la padecían y, actualmente (2006), se encontró que alrededor de 30% de la población mayor de 20 años (mujeres, 34.5 %, hombres, 24.2%) tiene obesidad. Este incremento porcentual debe tomarse en consideración sobre todo debido a que el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo importantes para el desarrollo de enfermedades crónicas, incluyendo las cardiovasculares, diabetes y cáncer.

La prevalencia de diabetes por diagnóstico médico previo en los adultos a nivel nacional fue de 7%, y fue mayor en las mujeres (7.3%) que en los hombres (6.5%). En el grupo de 50 a 59 años, dicha proporción llegó a 13.5%, 14.2% en mujeres y 12.7% en hombres. En el grupo de 60 a 69 años, la prevalencia fue de 19.2%, 21.3% en mujeres y 16.8% en hombres.

Por otro lado, la prevalencia de hipertensión arterial en la población de 20 años o más resultó de 30.8 por ciento. En las mujeres, el porcentaje obtenido por diagnóstico médico previo fue mayor (18.7%) que el mismo tipo de diagnóstico realizado en los hombres (11.4%). Una relación inversa se observó en el hallazgo de hipertensión por la encuesta, con 20.1% en hombres y 12.1% en mujeres. Más de 50% de los hombres a partir de los 60 años presenta hipertensión arterial, mientras que, en las mujeres, la afección se presenta en

casi 60% para el mismo periodo de edad. Es importante destacar que la mayor parte de los diagnósticos en las mujeres eran ya conocidos por ellas, mientras que la mayor parte de los hombres fueron diagnosticados en el levantamiento de esta encuesta. La distribución de la prevalencia de hipertensión arterial por entidad nos muestra que los estados del sur presentan menor porcentaje de la población con esta enfermedad, en comparación con los estados del centro y del noroeste. Las entidades con las prevalencias más altas son: Nayarit, Zacatecas, Sinaloa, Coahuila, Baja California Sur, Durango y Sonora.

El diagnóstico médico previo de colesterol alto fue referido por 8.5% de los adultos, en mayor proporción por las mujeres (9.3%) que por los hombres (7.6%). El hallazgo de niveles por arriba de los 200 µg/dl lo presentaron, adicionalmente, 18% de los adultos. En este caso también las mujeres presentaron mayor prevalencia (19.5%) que los hombres (15.1%). Así, la prevalencia general de hipercolesterolemia es de 26.5%, con 28.8% correspondiente a mujeres y 22.7% a hombres. Las entidades con prevalencias de hipercolesterolemia mayores a 30% son: Tamaulipas, Chihuahua, Baja California, Quintana Roo, Baja California Sur, Jalisco y Sinaloa<sup>6</sup>.

## **FRECUENCIA DE LA CARDIOPATIA ISQUEMICA**

La cardiopatía isquémica (CI) es en nuestros días una de las patologías más relevantes tanto en términos de mortalidad como de pérdida de calidad de vida<sup>7,8</sup>.

La cardiopatía isquémica es en la actualidad la primera causa de muerte en los países desarrollados, así en 1990 murieron en el mundo 6.3 millones de personas por CI y de mantenerse la tendencia actual en el año 2020 esta enfermedad continuará siendo la primera causa de muerte en los países industrializados con un claro aumento entre los grupos etarios más ancianos y entre las mujeres, así como una emergencia explosiva en los países en vías de desarrollo<sup>9</sup>. En México la CI alcanza 41,9 % del total de defunciones anuales por enfermedades del corazón, las que a su vez reportan 69,4 % del cómputo total de fallecidos de nuestro país<sup>10</sup>; en EE. UU. continúa siendo la primera causa de muerte<sup>11</sup>.

La cardiopatía isquémica es un término global que incluye a varios modos de expresión de la aterosclerosis de las arterias miocárdicas y, aunque se sabe que esta enfermedad estaba ya presente en la antigüedad, pues se han encontrado lesiones ateroscleróticas en restos humanos de las civilizaciones Egipcia y China<sup>12</sup>, el término como tal apareció por primera vez en la bibliografía médica aproximadamente hace un siglo, cuando en 1886 Osler publica las Lecciones de Angina Pectoris y estadios similares en el que describía un amplio rango de manifestaciones clínicas de pacientes con angina de pecho, incluyendo recopilación de casos del siglo 18 así como muchos recogidos a lo largo de su práctica clínica<sup>13</sup>.

Sin embargo, todavía no estaba bien establecido el vínculo necesario entre angina y aterosclerosis coronaria, y hubo que esperar a principios del siglo XX

cuando Herrick estableció la relación y publicó la clásica descripción de los cambios patológicos y electrocardiográficos que aparecen durante el infarto agudo de miocardio<sup>14</sup>.

Es durante la primera mitad del siglo XX cuando los estudios epidemiológicos establecen las primeras relaciones entre esta patología y su distribución entre los diferentes individuos y países, surgiendo la epidemiología cardiovascular como entidad. Estos ambiciosos estudios epidemiológicos, pretendían establecer las relaciones existentes entre diferentes parámetros como zona geográfica, estrés, características individuales y la aparición de CI, el paradigma de los cuales es el estudio colaborativo de los 7 países<sup>15</sup> en el que se estableció que existía una relación entre la concentración plasmática de colesterol de la población y las diferencias geográficas en la frecuencia de aparición de la CI en los 16 grupos de varones que sumaban un total de 12.000 examinados en los 7 países<sup>5</sup>. Tras este, comenzaron a proliferar estudios cuyo objetivo principal era identificar las diferentes tasas de aparición de cardiopatía isquémica en las poblaciones, véase el Ni-Hon-San Study<sup>16</sup> y las diferencias de riesgo entre los individuos de una misma población, paradigma de los cuales es el estudio de Framingham<sup>4</sup>, que al mismo tiempo permitió a la epidemiología cardiovascular desarrollar instrumentos de medida fundamentales para su desarrollo<sup>17</sup>. Pero hay que esperar hasta 1961 para que aparezca por primera vez el concepto de factor de riesgo cardiovascular<sup>18</sup> y con ello el diseño de estudios de intervención que han permitido comprobar que la reducción de los mismos conlleva una disminución en las tasas de morbimortalidad por enfermedad isquémica coronaria.

La cardiopatía isquémica (CI), dada por el compromiso aterosclerótico de las arterias coronarias y la consiguiente disminución del aporte de oxígeno miocárdico ocasiona modificaciones en el metabolismo celular y en su función, teniendo como particular expresión clínica a los accidentes coronarios agudos.

Múltiples han sido los esfuerzos investigativos en su detección causal y existe consenso del carácter multifactorial en la génesis de este proceso, donde obviamente su factor etiológico fundamental lo constituye la aterosclerosis (AS) coronaria, unida a los espasmos coronarios, sin olvidar los factores de riesgo aterogénico, compuestos de forma más dinámica por aquellas condicionales que precediendo a la enfermedad mantienen con esta una significativa correlación estadística y un fuerte poder predictivo, lo que establece los mecanismos patogénicos basados en observaciones básicas y clínicas. Tales factores están constituidos, en grado mayor, por la hipertensión arterial, la diabetes mellitus y las hiperlipoproteinemias; y en menor grado, estarían integrados por el tabaquismo, las dietas ricas en colesterol y grasas, la obesidad, el sedentarismo, el estrés de la vida moderna con el típico patrón conductual tipo A, descrito por *Rosenman* y otros, y la herencia; esta última de vital importancia porque no puede ser modificada, al igual que la edad y el sexo. Además de estos factores de riesgo, recientemente se han señalado otros como la hiperhomocisteinemia, el aumento de lipoproteína a, alteraciones del balance entre radicales oxidantes y antioxidantes (estrés oxidativos), hipercoagulabilidad, el polimorfismo del gen de la enzima convertidora de la angiotensina, la presencia de antígeno leucocitario humano (HLA-DR), las infecciones crónicas, las alteraciones del óxido nítrico, así como la inflamación

(mecanismo clave en la aterogénesis, por la liberación de su mediador químico citosina). Todo lo anterior, en sentido general, marca la poligenicidad en la patogenia de la AS. La OMS define el término de aterosclerosis, como un proceso que denota el resultado de la reacción de un organismo genéticamente condicionado en interacción con su medio ambiente en un período de tiempo de toda la vida. Por todo lo antes expuesto y sin relegar a un plano inferior los factores modificables (dependientes e independientes), se le da valor prioritario a factores que hasta ahora no son modificables y dentro de estos a los herederos familiares<sup>19</sup>.

## **MORTALIDAD POR CARDIOPATIA ISQUEMICA**

Los datos de mortalidad, habitualmente expresados como el número de sujetos que mueren de enfermedad coronaria en un año por cada 100.000 habitantes, se extraen habitualmente de las estadísticas realizadas a partir de los boletines de defunción codificados según la ICD. Estos datos reflejan principalmente las tasas de vidas perdidas por esta enfermedad, pero están limitados por razones relacionadas con el cumplimiento de los certificados por los médicos certificadores, así como por los cambios del sistema de codificación a lo largo de los años.

En el momento actual, la principal causa de mortalidad global en España es las enfermedades del aparato circulatorio que representaron en 1995 un 40,5% entre las mujeres y un 32,1% entre los varones, siendo la cardiopatía isquémica la responsable del 9,3% del global de las defunciones en mujeres y del 11,3% en varones<sup>20</sup>. Estos datos son comparables a los de distintos países desarrollados, así en agosto de 1997 en Estados Unidos las tasas de mortalidad eran de 103,4 por cada 100.000 habitantes lo que supuso un total de 490.063 muertes<sup>21</sup>. Más que la mortalidad en sí, son las tendencias de la mortalidad las que aportan más información acerca del impacto que esta enfermedad tiene en la salud pública. En los países occidentales se observó un incremento en las tasas de mortalidad por CI hasta finales de los años 60 para disminuir a partir de entonces<sup>22</sup>, en España por ejemplo, se siguió un curso paralelo con disminución entre los años 1950 a 1967, un ascenso entre 1967 y 1976 debido a una mejora en el sistema de registro y a partir de 1987 las tasas de mortalidad se han estabilizado con un descenso de la mortalidad por cardiopatía isquémica de un 16% respecto años anteriores<sup>23</sup>.

## **INCIDENCIA DE INFARTO AGUDO AL MIOCARDIO**

Las tasas de incidencia expresan el número de casos nuevos ocurridos en la población expresados habitualmente como por 1.000 ó 100.000 habitantes y que incluyen tanto los casos fatales como no. Las tasas de incidencia son costosas de determinar, ya que habitualmente requieren de estudios de cohortes libres de enfermedad que son seguidas a lo largo de un período definido de tiempo y en el que se recogen los eventos ocurridos a partir de métodos de seguimiento o de reexamen de la cohorte. Las ventajas que

aportan sobre las tasas de mortalidad son que pueden reflejar el efecto que los factores de riesgo tienen en el desarrollo de la enfermedad, así como dar datos menos sujetos a las variables que pueden modificar la certificación o su codificación.

En lo referente a las tasas de incidencia de IAM a nivel mundial hay que hacer referencia obligada al estudio MONICA de la OMS, donde se registran los casos incidentes en una muestra poblacional de 24 países<sup>24</sup> y donde en España por ejemplo, tiene una incidencia en sujetos de 35 a 64 años de 192 casos por 100.000 hombres y de 33 casos por 100.000 mujeres de 1990 a 1997<sup>25</sup>.

## **PREVALENCIA DE ANGINA**

La angina de pecho se define como dolor torácico agudo relacionado con una disminución importante del flujo coronario, el problema que el estudio de la prevalencia de esta entidad supone es el instrumento de medida, difícil de estandarizar. No obstante, desde 1982 los estudios epidemiológicos de prevalencia de angina han utilizado el cuestionario de Rose<sup>26</sup>. Este cuestionario consta de 10 preguntas estandarizadas que recogen las características duración y circunstancias asociadas a la aparición del dolor torácico y que establecen el origen isquémico o no de la sintomatología. Utilizando este cuestionario cabe destacar el estudio PANES (Prevalencia de Angina en España), un estudio multicéntrico que estudió a 10.248 individuos de edades comprendidas entre 45 y 74 años durante los años 1994 y 1995<sup>27</sup>. La prevalencia de angina en estas poblaciones fue del 7,5% en hombres y del 7,7% en mujeres.

## **PRUEBAS DE ESFUERZO**

El origen de las pruebas de esfuerzo modernas se podría fechar en 1956 cuando Robert Bruce de Seattle, describió una prueba con tapiz ergométrico. Muchos de los principios actuales se basan en los establecidos por Bruce. Antes de este año, Astrand y Ryhming demostraron que la máxima captación de oxígeno o capacidad aeróbica podría predecirse por la frecuencia cardiaca durante el ejercicio submáximo<sup>28</sup>.

La prueba de esfuerzo es de gran valor en la evaluación clínica y tratamiento de los pacientes con cardiopatía, particularmente con cardiopatía isquémica. Es también útil como un procedimiento de control en individuos asintomáticos para determinar el riesgo de cardiopatía isquémica y para realizar la evaluación funcional en individuos sanos, especialmente atletas y personas que quieren hacer ejercicio, para conocer su capacidad física durante este<sup>28</sup>.

Empleando adecuadamente la prueba de esfuerzo es una forma de evaluación, eficaz, segura y barata. Es utilizada para diagnóstico (p ej. arritmias, paciente sintomático), funcional (evaluación de carga de trabajo máxima, respuesta de

presión arterial, etc.), y pronostica (para evaluar el electrocardiograma, función cardiopulmonar).

Son de utilidad práctica dos tipos de prueba de esfuerzo (PE): cicloergómetro y banda sin fin, Hay otros tipos de pruebas que, aún sin uso actual, han servido de base al desarrollo de las actuales<sup>29</sup>.

Entre los tipos de pruebas de esfuerzo que se han utilizado y que han tenido alguna significación son:

**Ejercicio estático:** apretando rítmicamente un resorte con la mano (“Handgrip”). Consiste en apretar con una o ambas manos un resorte. No presentó ninguna utilidad práctica.

**Manivela ergométrica** («manivela de brazo» o “armcrank”): Consiste en mover con ambos brazos una manivela cuya resistencia puede regularse. Su uso ha sido restringido, casi exclusivamente en personas con marcada limitación funcional de extremidades inferiores. En general, la respuesta de la FC y TA suele ser mayor que cuando el ejercicio se realiza con las extremidades inferiores. En estos casos, la FC máx. es aproximadamente el 70% de la que se obtiene en pruebas con banda sin fin.

**Subir escalones apoyándose con sujeción manual** (“Climbing test”): Uso no muy frecuente, puede tener mala adaptación de ciertas personas (por la edad), escasa reproducibilidad, y dificultad para medir adecuadamente el nivel de esfuerzo.

**Test de Master:** Consiste en subir y bajar una pequeña escalera (2 peldaños), durante 1’30" ó 3' según si es simple o doble. Puede considerarse precursora de las actuales. Inconvenientes: no puede realizarse un ECG durante la prueba por el movimiento del paciente, dificultad para la toma simultánea de la TA y escasa sensibilidad para el diagnóstico de CI.

**Bicicleta ergométrica:** Consiste en pedalear sobre una bicicleta estática en la que puede regularse la resistencia a vencer durante el pedaleo. En función de estas distintas características se elegirá, en la medida de lo posible, el procedimiento que mejor satisfaga las necesidades de cada laboratorio de ergometrías.

Existen dos tipos fundamentales de bicicletas ergométricas:

- *Mecánicas:* en las que la resistencia se aplica externamente y es independiente de la velocidad del pedaleo.
- *Eléctricas:* en las que la resistencia (en vatios) es inversamente proporcional a la velocidad de pedaleo, de forma que el trabajo por minuto es constante. Es el tipo más utilizado.

En ambos, el paciente debe tener cierto hábito para realizar este tipo de ejercicio y en algunos casos mantener, dentro de ciertos límites, la frecuencia del pedaleo (aprox. 60/min), circunstancia no fácil para ciertos pacientes.



**Bicicleta ergométrica en posición decúbito:** La diferencia con la anterior es únicamente que el sujeto está acostado en una camilla, en cuyo extremo podálico se acopla el mecanismo de pedaleo. Al estar acostado el registro del ECG y la toma de TA suelen ser de mejor calidad. No es de uso frecuente.

**Banda sin fin** ("tread mill"): Es el procedimiento más utilizado y consiste en que el sujeto camine/corra sobre una banda sin fin cuya inclinación y velocidad son modificables en función del protocolo empleado.

Este último es el tipo de ejercicio más fisiológico y presenta entre otras ventajas:

- Mejor cuantificación del esfuerzo.
- Requiere menor colaboración del sujeto (y menor entrenamiento previo).
- Permite mejor ventilación pulmonar durante la prueba (alcanzándose mayor nivel de consumo de O<sub>2</sub>).

Entre los inconvenientes, además de su mayor costo y necesidad de mayor espacio, está su limitación en los casos en que sea aconsejable que el tórax esté lo más inmóvil posible (uso simultáneo de gammacámara, catéteres intravasculares). La fijación de los electrodos debe ser especialmente cuidadosa, para evitar interferencias por artefactos de origen muscular, sudor, etc<sup>29,30</sup>.

Diferencias entre el cicloergómetro y la banda sin fin:

|   | <b>Banda sin fin</b>        | <b>Cicloergómetro</b> |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Coste   | Alto                        | Bajo                  |
| Espacio necesario                               | Más amplio                  | Reducido              |
| Nivel de ruido                                  | Más ruidosa                 | Silencioso            |
| Facilidad de realización                        | Buena                       | Medio                 |
| Control del esfuerzo                            | El marcado por el protocolo | El propio paciente    |
| Tipo de ejercicio                               | Más fisiológico             | Menos fisiológico     |
| Grado de incertidumbre/ ansiedad en el paciente | Medio                       | Bajo                  |

Indicaciones para la realización de prueba de esfuerzo (AHA-ACC)<sup>31</sup>:

- Clase I: Acuerdo general en que la PE está justificada
- Clase II: Se realiza pero existe cierta controversia
- Clase III: Acuerdo general en que la PE no está justificada

Las indicaciones para la realización de prueba de esfuerzo en personas aparentemente sanas, según la clase funcional<sup>31,32</sup>:

- Clase funcional I: ninguna.
- Clase funcional II:
  - Principalmente varones
  - Mayores de 40 años
  - Asintomáticos
  - Con trabajos de alto riesgo
  - 2 o más factores de riesgo cardiovascular
  - Colesterol total mayor de 240µg/dl
  - Tabaquismo

- TA de 140/90 mmHg
- Antecedentes heredofamiliares en menores de 35 años
- DM por más de 10 años y con datos de microangiopatía
- Sedentarios que planean iniciar ejercicio.
- Clase funcional III:
  - Hombres y mujeres asintomáticos
  - Hombres y mujeres con malestar torácico no cardíaco.

#### Indicaciones clínicas de la prueba de esfuerzo<sup>30</sup>:

- Pruebas de esfuerzo diagnósticas:
  - Dolor precordial típico o atípico
  - Otros síntomas sugestivos de cardiopatía isquémica
  - Factores de riesgo para cardiopatía coronaria
  - Grupos de población de alto riesgo o profesiones con riesgo para la vida de los demás (pilotos, etc.)
- Pruebas de esfuerzo voluntarias:
  - Valoración funcional de cualquier cardiopatía, isquémica, reumática o congénita
  - Arritmias y trastornos de la conducción
  - Miocardiopatías
  - Hipertensión arterial
  - Seguimiento de rehabilitación cardíaca
  - Resultado de un tratamiento:
    - Farmacológico
    - Quirúrgico
    - Procedimientos intervencionistas: angioplastias o valvuloplastías
  - Valoración o estratificación pronóstica
  - Iniciar un programa de entrenamiento físico

#### Indicaciones de suspensión de la prueba de esfuerzo<sup>30</sup>

- Indicaciones absolutas
  - Petición del paciente
  - Angina severa (mayor que la habitual)
  - Infarto agudo al miocardio (o sospecha)
  - Caída de la TA acompañada de síntomas o a valores inferiores a los basales
  - Aparición de arritmias severas: extrasistolia ventricular de densidad creciente, apareada o en salvas, taquicardia ventricular sostenida, bloqueo A-V de 2º o 3er grado
  - Signos de hipoperfusión: palidez, cianosis, piel fría y húmeda
  - Síntomas del sistema nervioso central: ataxia, vértigo, problemas visuales o confusión
  - Problemas técnicos
- Indicaciones relativas:
  - Descenso horizontal o de pendiente descendente del segmento ST de más de 2mm en presencia de angina
  - Descenso horizontal o de pendiente descendente del segmento ST de más de 3mm sin angina
  - Respuesta hipertensiva, mayor de 250 mmHg sistólica o 130 de diastólica (para algunos autores hasta de 260 mmHg de sistólica)

- Cualquier dolor torácico de intensidad creciente
- Severa fatiga muscular o disnea
- Arritmias supraventriculares
- Claudicación intermitente o calambres musculares de las piernas
- Aparición de bloqueo de rama izquierda indistinguible de taquicardia ventricular
- Anormal respuesta cronotrópica (imposibilidad de alcanzar la frecuencia cardíaca máxima o elevación de la frecuencia cardíaca desproporcionada a la carga)
- Falta de adaptación o de colaboración

#### Contraindicaciones de la prueba de esfuerzo<sup>30</sup>:

- Infarto agudo al miocardio (menos de 7-10 días)
- Angina inestable o prolongada
- Miocarditis/pericarditis aguda
- Arritmias graves (no controladas o no tratadas)
- Insuficiencia cardíaca
- Estenosis aortica severa
- Lesiones de tronco (o equivalentes) conocidas
- HTA mayor de 230/130 mmHg
- Bloqueo A-V de 2º o 3er grado (sintomático)
- Infecciones agudas
- Hipertiroidismo
- Anemia severa
- Embolismo reciente
- Tromboflebitis aguda

#### Complicaciones de la Prueba de Esfuerzo<sup>30</sup>:

- Complicaciones menores:
  - Taquicardia supraventricular
  - Insuficiencia cronotrópica
  - Insuficiencia inotrópica (ICC)
  - Respuesta cronotrópica excesiva
  - Actividad ectópica ventricular
  - Hipotensión arterial
- Complicaciones mayores:
  - Taquicardia ventricular
  - Fibrilación ventricular
  - Alteraciones del sistema nervioso central como sincope, isquemia cerebrovascular focal, EVC, etc.
  - Infarto al miocardio
  - Muerte

#### Valor pronostico de la prueba de esfuerzo:

- Sensibilidad 70% (56-81%)
- Especificidad 77% (72-96%)

Con base en los criterios establecidos para una prueba con respuesta isquémica, se deduce que en mas de las  $\frac{3}{4}$  partes de los individuos con este tipo de positividad, se encontrara reducción de la luz mayor de 70%, en por lo menos una de las arterias coronarias principales. La prueba es negativa en

aprox. 85 a 90% de los individuos con coronariografía normal, y en aprox. 10% de los casos, la prueba de esfuerzo es positiva aun con coronariografías normales, la prueba de esfuerzo tiene una sensibilidad aprox. del 70% y una especificidad cercana al 90%, por tanto se le considera de gran utilidad, dado que son raras las falsas positivas.

Se considera que la prueba de esfuerzo tiene una sensibilidad 64% con un vaso coronario comprometido, 86% con dos, y 93% con tres vasos comprometidos. Y 85% de sensibilidad cuando incluye a la arteria descendente anterior y 55% coronaria derecha y circunfleja izquierda.

Seguridad y riesgo de la prueba de esfuerzo, tiene una mortalidad de 1 por cada 10.000 hab. y morbilidad de 2 por 10.000.

Pueden dar falsos positivos por isquemia no debida a aterosclerosis, trastornos metabólico-electrolíticos, alteraciones basales de la repolarización, cardiopatías o trastornos eléctricos, hipertrofia de ventrículo izquierdo, bloqueo de rama izquierda y síndrome de Wolf Parkinson- White<sup>34</sup>.

Pueden dar falsos negativos el uso de beta-bloqueadores y nitratos, cardiopatía isquémica por infarto antiguo del miocardio, o lesión de un vaso coronario, o una prueba de esfuerzo no concluyente la cual llegue a menos del 85% de la FC esperada.

## EVALUACION PRONOSTICA DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

Mediante la prueba de esfuerzo, los pacientes con cardiopatía isquémica ya conocida pueden separarse, en cuanto al pronóstico, en pacientes de alto y bajo riesgo. Esta importante valoración ayudara a tomar decisiones diagnosticas y terapéuticas, realizando estudio coronariográfico y eventual tratamiento quirúrgico en los primeros y tratamiento farmacológico en los segundos.

Los parámetros que nos ayudaran a realizar esta valoración son:

1. Corta duración de la prueba, no superando el estadio I del protocolo de Bruce.
2. Imposibilidad de alcanzar una frecuencia cardiaca de 120 lpm.
3. Comportamiento anormal de la TA, sin incrementarse con el esfuerzo o incluso disminuyendo.
4. Aparición de alteraciones electrocardiográficas isquémicas significativas (depresión del segmento ST de 0.2 mV o más), precoces (en el estadio I del protocolo de Bruce) y persistentes (5 min o más de la recuperación).
5. Elevación del segmento ST durante el esfuerzo en ausencia de infarto de miocardio previo.
6. Asociación de estos factores con hallazgos patológicos en otras exploraciones cardiológicas (estudios isotópicos, ecocardiograma, etc.)

Cuando se suman varios de estos parámetros el paciente es identificado como de alto riesgo, mientras que si por el contrario se superan ampliamente los valores antes listados, el paciente será considerado como de bajo riesgo<sup>30</sup>.

### Evaluación Pronostica

**Bajo Riesgo:**

- Prueba de esfuerzo:
  - Se alcanza o supera una carga de 4 METs
  - Se alcanza o supera una tensión arterial sistólica de 110mmHg
  - Se alcanza o supera una frecuencia cardíaca de 130 lpm sin cambios isquémicos del segmento ST
  - Mortalidad menor del 2% en el primer año de seguimiento

**Alto Riesgo:**

- Prueba de esfuerzo:
  - Aparición de angina de pecho a un nivel de carga igual o menor a 4 METs
  - Infradesnivel del segmento ST de 0.2 mV o más a un nivel de carga igual o menor a 4 METs
- Estudios isotópicos:
  - Fracción de eyección por ventriculografía isotópica de esfuerzo incapaz de aumentar 5 unidades o más sobre los valores basales
  - Gammagrafía isotópica con defectos reversibles de perfusión en zona alejada del infarto o una captación pulmonar de talio aumentada

**Especial severidad:**

- Electrocardiograma:
  - Infarto al miocardio extenso
- Prueba de esfuerzo:
  - No alcanzar un nivel de carga de 4 METs en ausencia de otros factores limitantes
  - No alcanzar una tensión arterial sistólica de 110 mmHg o caída de la TA durante el ejercicio
- Ecocardiograma y ventriculografía isotópica:
  - Disfunción ventricular

**EL CONSUMO DE OXIGENO EN LA PRUEBA DE ESFUERZO**

El consumo de O<sub>2</sub> aumenta con el incremento del trabajo cardíaco hasta un nivel de carga determinado en que el consumo es máximo (VO<sub>2</sub> máx.) y que obviamente no aumenta aunque se incremente el nivel de esfuerzo<sup>30,35</sup>.

El VO<sub>2</sub> máx. indica exactamente la capacidad funcional y se considera alcanzado cuando el incremento del consumo es igual o inferior a 1 ml/kg/min durante al menos 30" en el estadio del test de Bruce siguiente al que se detiene el incremento del VO<sub>2</sub>.

Está relacionado con una serie de variables personales: edad, sexo, nivel de entrenamiento físico, estado cardiovascular, etc. Se calcula según la fórmula:

$$\text{VO}_2 \text{ máx.} = \text{GC dif. A-V, o:} \\ = (\text{VE} \times \text{FC}) \times \text{dif. A-V}$$

(GC= gasto cardíaco, VE= volumen de eyección, FC= frecuencia cardíaca, dif. A-V= diferencia arteriovenosa O<sub>2</sub>).

El consumo de O<sub>2</sub>, se expresa en METs o equivalentes metabólicos. Un MET equivaldría al consumo de O<sub>2</sub> de un adulto en reposo y se ha cuantificado en 3,5 ml/kg/min.

El consumo directo de O<sub>2</sub> durante la prueba de esfuerzo, (además del cálculo de la capacidad funcional permite discriminar si la disnea del paciente es de origen cardíaco o pulmonar) requiere cierta infraestructura, no siempre disponible en gran parte de los laboratorios de ergonometría de nuestro medio<sup>30</sup>. Las diferencias entre las pruebas de esfuerzo descritas se basan, fundamentalmente, en el tipo de ejercicio realizado y en su secuencia en el tiempo.

Existen dos posibilidades de ejercicio físico:

**Aeróbico, dinámicos o isotónico:** en los que intervienen, de forma coordinada grandes grupos musculares (extensores y flexores) con mantenimiento del tono muscular y modificación de la longitud del músculo. Son ejercicios de este tipo: nadar, caminar, correr.

Precisan un gran aporte de O<sub>2</sub>, aumentando de forma paralela el gasto cardíaco, ventilación pulmonar y máximo consumo de O<sub>2</sub>. Este tipo de ejercicio, cuya realización de forma habitual, mejora la capacidad funcional, se denomina también de resistencia y son los recomendables en programas de entrenamiento físico.

**Isométricos o estáticos:** en los que unos grupos musculares determinados mantienen una contracción sostenida contra una resistencia fija. Apenas existe modificación en la longitud del músculo, mientras que el tono es elevado y mantenido. Son ejemplos: empujar un elemento estático (pared, mesa), levantamiento de pesas, apretar un resorte con la mano, etc.

Estos dos tipos pueden combinarse resultando, entonces, los ejercicios mixtos, por ejemplo, caminar cargando con un peso. Determinan respuestas diferentes en el sistema cardiovascular. Debido a que los ejercicios dinámicos o isotónicos son los más fisiológicos, los protocolos que utilizan este tipo de ejercicios, son los más utilizados en la actualidad.

Respecto al momento en que debe suspenderse el ejercicio dinámico, dando por finalizada la prueba de esfuerzo, existen dos modalidades:

**Prueba de Esfuerzo submáxima:** la que se suspende cuando el sujeto alcanza un nivel determinado de carga o una FC determinada. Esta FC debe superar el 85% de la FC máx. teórica para cada individuo. En ocasiones, la suspensión se realiza al alcanzar una FC determinada, frecuentemente 170 lpm<sup>36</sup>.

**Prueba de Esfuerzo máxima o limitada por síntomas:** en la que la prueba de esfuerzo se suspende cuando aparezcan síntomas (disnea, angina, agotamiento físico) o signos que lo aconsejen (alteraciones electrocardiográficas, comportamiento anormal de la TA o signos de bajo gasto)<sup>36</sup>.

Actualmente, aunque aún persiste cierta controversia, por no existir diferencias valorables en la seguridad para el paciente y al ser la prueba limitada por síntomas (máxima) la de mayor sensibilidad para la CI, la que mejor valora la capacidad funcional y la más fácilmente reproducible, es la que suele utilizarse de forma rutinaria, aunque las submáximas se realicen en alguna situación puntual, como en pacientes de alto riesgo.

El segundo aspecto importante y diferencial de las pruebas de esfuerzo es la forma y la secuencia en la que se realiza el esfuerzo físico. En este sentido se han descrito las siguientes modalidades:

**Discontinuas:** en las que el esfuerzo se realiza con cargas crecientes, intercalándose períodos de descanso de duración similar a cada período de esfuerzo. Por su escasa utilidad, su uso se reduce en la práctica habitual a ciertos trabajos de investigación.

**Continuas:** en las que tras iniciarse la prueba, el esfuerzo no se interrumpe hasta la finalización de la misma. Dentro de este mismo grupo, se distinguen varias modalidades:

- **Monoetapa:** Suele ser de duración fija, en la que el esfuerzo se realiza de forma continuada durante el tiempo que se establezca para la prueba. De este tipo es el test de Master.
- **Multietapa:** En este caso, el nivel de esfuerzo es progresivamente creciente en etapas de duración variable según el protocolo empleado. El más frecuentemente utilizado de este tipo, es el test de Bruce.

## **PRUEBA DE BRUCE Y BRUCE MODIFICADO**

### **BANDA SIN FIN (“TREADMILL”)**

Es sin duda el procedimiento más utilizado en la actualidad. Consiste en caminar sobre una cinta rodante, cuya velocidad e inclinación se modifican en función del protocolo empleado. Presenta aspectos diferenciales con respecto al cicloergómetro y que pueden resumirse en:

#### **Ventajas**

- Se realiza un ejercicio más fisiológico y mejor tolerado.
- El máx. consumo de O<sub>2</sub> es superior.
- Se consigue un mejor rendimiento.
- El comportamiento de la FC y TA es más fisiológico.
- Se requiere menor colaboración del paciente.

#### **Inconvenientes**

- Mayor coste y mantenimiento.
- Requiere cierto entrenamiento previo.
- Es necesaria mayor coordinación neuromusculoesquelética por parte del paciente.
- Conviene mayor meticulosidad en la aplicación de electrodos, para conseguir registros de ECG de buena calidad.
- Mayor dificultad para realizar exploraciones simultáneas (Eco, mediciones cruentas, estudio con gammacámaras).

Los distintos protocolos utilizados en la prueba de esfuerzo con banda sin fin, se basan en la realización de ejercicios del tipo isométrico, continuo y multietapa debiendo tener siempre la precaución que en la realización, el paciente no debe sujetarse en las barras de soporte, evitando realizar, así, cierto grado de ejercicio isométrico y en consecuencia la modificación de los parámetros hemodinámicos con respecto a cuando sólo se realiza ejercicio dinámico o isotónico. En el caso, que el paciente se apoye, la capacidad funcional resultante, suele estar sobrevalorada hasta un 20%.

El protocolo más utilizado con fines diagnósticos o pronósticos, es el de Bruce (1973) en cuyas características y secuencia se resumen en la tabla 1<sup>37</sup>. Este protocolo incrementa, tanto la velocidad de la cinta, como el grado de inclinación cada 3 minutos, período que se ha estimado suficiente para alcanzar, de manera aceptable, la situación de **equilibrio fisiológico circulatorio**, con estabilización de ciertos parámetros, como la FC y que se conoce como el “steady state” o régimen estable. Esto ocurre, al menos, hasta el estadio 3, a partir del cual el consumo de O<sub>2</sub> es mayor por el costo adicional de energía que supone correr en vez de caminar<sup>30,35</sup>.

| Estadio | Pendiente (%) | Tiempo (minutos) | VO <sub>2</sub> máx. ml/kg/min (METs aproximado) | Velocidad Millas/h)* |
|---------|---------------|------------------|--|----------------------|
| 1       | 10            | 3                | 5  | 1.7                  |
| 2       | 12            | 3                | 7  | 2.5                  |
| 3       | 14            | 3                | 10   | 3.4                  |
| 4       | 16            | 3                | 14   | 4.2                  |
| 5       | 18            | 3                | 16   | 5.0                  |
| 6       | 20            | 3                | 20   | 5.5                  |

\* 1 milla = 1,609 km.

**Tabla 1: Protocolo de Bruce.**

El test modificado de Bruce (o el de Sheffield), que consiste en dos estadios iniciales, un estadio 0 y otro estadio intermedio al 1, de 3' cada una a 1,7 mph, la primera a 0° de inclinación y al 5% la segunda; que corresponderían a METs de 2-3 y de 4-5 respectivamente<sup>30,37</sup>.

| Estadio | Pendiente (%) | Tiempo (minutos) | VO <sub>2</sub> max ml/kg/min | Velocidad Millas/h)* |
|---------|---------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
|---------|---------------|------------------|-------------------------------|----------------------|



|   |    |   | (METs<br>aproximado) |     |
|---|----|---|----------------------|-----|
| 1 | 0  | 3 | 8                    | 1.7 |
| 2 | 5  | 3 | 12                   | 1.7 |
| 3 | 10 | 3 | 18                   | 1.7 |
| 4 | 12 | 3 | 25                   | 2.5 |
| 5 | 14 | 3 | 34                   | 3.4 |
| 6 | 16 | 3 | 46                   | 4.2 |
| 7 | 18 | 3 | 55                   | 5.0 |
| 8 | 20 | 3 | -                    | 5.5 |
| 9 | 22 | 3 | -                    | 6.0 |

\* 1 milla = 1,609 km.

**Tabla 2: Protocolo de Bruce Modificado (30)**

Existen otros protocolos en banda sin fin como el Cornell (Okin et al 1986), y algunos otros que en la actualidad son menos utilizados o con utilidades específicas para diferentes grupos de pacientes<sup>31</sup>:

- Test de Naughton modificado (1963)
- Balke (1959)
- US. Air Force School of Aerospace Medicine (USAFSAM)(1977)
- Ellestad (1979)

## JUSTIFICACION

La prueba de esfuerzo es una herramienta no invasiva, que provee información acerca de la función cardiorrespiratoria en sujetos sanos y enfermos, la cual es eficaz, segura y económica; por lo tanto se considera es una herramienta útil en los programas de rehabilitación cardíaca para la prescripción de ejercicio.

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 reporta en cuanto a factores de riesgo cardiovascular que la cantidad de hombres que fuman es tres veces mayor a la de las mujeres, el sobrepeso y la obesidad afectan al 70% de la población, la prevalencia de diabetes es mayor en mujeres, y la de hipertensión arterial es más del 50% en hombres y casi 60% en mujeres (mayores de 60 años), y en relación a dislipidemia fue referido en 8.5% de la población. Sin embargo en referencia a nuestro estudio, no existen reportes publicados con población mexicana que evalúen la capacidad funcional (cardiorrespiratoria) por medio de banda sin fin en la población que acude a unidades de rehabilitación cardíaca y prevención secundaria, es por esto que se plantea realizar esta evaluación, para la prescripción de ejercicio; lo cual repercute en una mejor calidad de vida, productividad laboral, social, familiar y sexual, además de una relación costo – efectividad favorable, y con efectos positivos y pronósticos sobre la morbilidad y mortalidad de la cardiopatía isquémica.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuál es la capacidad funcional cardiovascular de la población que acude a valoración cardiológica en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria en la UMFRSXXI del IMSS?

## **OBJETIVOS**

## **GENERAL**

Determinar la capacidad funcional cardiovascular, mediante la prueba de esfuerzo en banda sin fin utilizando el Protocolo de Bruce Modificado, en pacientes enviados a la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y prevención Secundaria de la UMFRRSXXI del IMSS

## **ESPECIFICOS**

1. Identificar los parámetros demográficos (sexo, edad, talla, índice de masa corporal) y resultados de la prueba de esfuerzo (máxima, submáxima, concluyente, no concluyente, eléctricamente negativas y eléctricamente positivas) en la población estudiada.
  
2. Determinar los parámetros hemodinámicos (respuesta presora, respuesta cronotrópica, consumo de oxígeno, pulso de oxígeno, consumo máximo de oxígeno, índice de eficiencia miocárdica) en la población que acude a la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la UMFRRSXXI del IMSS.

## **MATERIAL Y METODOS**

El diseño de este estudio es observacional, descriptivo, transversal (por la medición del fenómeno en el tiempo), y retrospectivo (por la captación de la información).

El estudio se realizó en el Servicio de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Coyoacán del Distrito Federal en la Ciudad de México.

Se incluyeron todos los reportes de las pruebas de esfuerzo que se llevaron a cabo en el periodo de tiempo comprendido de octubre de 2006 a octubre de 2008 y que fueron realizadas a los pacientes a quienes se les solicitó valoración cardiológica así como a aquellos candidatos a ingresar a un programa de rehabilitación cardíaca. Las pruebas de esfuerzo fueron realizadas en banda sin fin utilizando el Protocolo de Bruce modificado.

## **VARIABLES**

### **1. Edad:**

Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento

Definición Operacional: Se establece el tiempo que ha vivido una persona medido en años.

Escala de Medición: Cuantitativa de razón.

### **2. Sexo:**

Definición Conceptual: Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer a partir de características somáticas, morfológicas y funcionales.

Definición Operacional: Se considera de acuerdo a lo reportado en la nota médica.

Escala de Medición: Cualitativa nominal.

### **3. Talla:**

Definición conceptual: Distancia entre el vértex y la superficie del suelo.

Definición Operacional: Se coloca al paciente en la plataforma medidora de talla.

Escala de Medición: Cuantitativa continua.

### **4. Índice de masa corporal:**

Definición Conceptual: Se determina a partir de la estatura y el peso, el intervalo de masa más saludable que puede tener una persona. Resulta de la división de la masa en kilogramos entre el cuadrado de la estatura expresado en metros. El IMC es un indicador del peso de una persona en relación con su

altura. Es el método más práctico para evaluar el grado de riesgo asociado con la obesidad.

Definición Operacional: El sujeto se sitúa de pie en el centro de la plataforma de la balanza distribuyendo el peso por igual en ambas piernas, sin que el cuerpo este en contacto con nada que haya alrededor y con los brazos colgando libremente a los lados del cuerpo. La medida se realiza con la persona en ropa interior o pantalón corto de tejido ligero y sin zapatos.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **5. Capacidad funcional:**

Definición conceptual: Es un constructo multifactorial que comprende varios componentes. Cada componente es una característica relacionada con el movimiento, una capacidad que se considera independiente de las otras, comprende la capacidad aeróbica, la composición corporal, la fuerza y la resistencia muscular.

Definición Operacional: Medición de tiempo de tolerancia al ejercicio y consumo pico de O<sub>2</sub>.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **6. Tiempo de tolerancia al ejercicio:**

Definición conceptual: Duración de la realización del ejercicio sin presentar molestias relacionadas con la fatiga o disnea.

Definición Operacional: Tiempo de tolerancia al ejercicio en la banda sin fin, con protocolo de Bruce modificado.

Escala de Medición: cuantitativa continua (minutos).

### **7. Doble producto final:**

Definición Conceptual: obtenido de multiplicar la presión sistólica máxima por la frecuencia cardíaca máxima (va de 25.000 a 40.000) que el paciente alcanza durante la prueba de esfuerzo en banda sin fin.

Definición Operacional: define el rendimiento cardiovascular y es una forma de medir indirectamente el consumo miocárdico.  $DPF = TA \text{ sistólica max esfuerzo} \times FC \text{ max esfuerzo}$ .

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **8. Doble producto inicial:**

Definición Conceptual: obtenido de multiplicar la presión sistólica en reposo por la frecuencia cardíaca en reposo: 6.600 a 11.050.

Definición Operacional: define el rendimiento cardiovascular y es una forma de medir indirectamente el consumo miocárdico.  $DPI = TA \text{ sistólica reposo} \times FC$ .

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **9. Respuesta Presora:**

Definición Conceptual: Cuando se quiere conocer el comportamiento de las resistencias arteriales periféricas frente a un esfuerzo isotónico o dinámico. (reacción adrenérgica con efecto sobre el inotropismo y el gasto cardíaco que puede llevar a aumentar la presión sistólica y diastólica).

Definición Operacional: Sera normal cuando la presión sistólica aumente de 50-70 mmHg durante todo el esfuerzo y la presión diastólica de 5-15 mmHg. Plana: sistólica 20-50 mmHg y diastólica se mantenga entre 5-10 mmHg de la cifra control. Hipertensiva: sistólica se incrementa desde las primeras etapas mas de 70-90 mmHg y diastólica de 15-25mmHg. Hipotensa: sistólica disminuya 10-20mmHg en relación a la etapa de esfuerzo precedente.

TA/MET= TA final – TA inicial / METs.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **10. Respuesta Cronotrópica:**

Definición Conceptual: Es el aumento progresivo de la frecuencia cardiaca como respuesta al esfuerzo físico. Incompetencia cronotrópica: lento incremento de la FC durante el ejercicio y la imposibilidad de alcanzar los valores previstos, indicador de cardiopatía isquémica grave.

Definición Operacional: Es la relación que existe entre la reserva de la FC y la reserva metabólica (METs). FC/MET= FC final – FC inicial / METs.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **11. Índice de Eficiencia Miocárdico:**

Definición Conceptual: Se define como la carga máxima en kilográmetros /doble producto x  $10^{-2}$ /superficie corporal en  $m^2$ . Este indicador debe aumentar progresivamente con el entrenamiento físico programado.

Definición Operacional: Se determinara mediante la siguiente fórmula:

$$IEM = MVO2 / VO2 \times 10$$

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

### **12. Consumo máximo de O2 (MVO2):**

Definición conceptual: Capacidad para consumir O2 al realizar un ejercicio dinámico que involucre principales grupos musculares, de intensidad moderada o alta durante periodos prolongados de tiempo.

Definición Operacional: Se determinará de manera indirecta, por la medición del VO2 pico, mediante la siguiente fórmula:

VO2 max:  $12.95 - 0.0062 \times (\text{tiempo}) + 0.27 \times (\text{tiempo}^2) - 0.0071 \times (\text{tiempo}^3) \times$   
(Edo de salud) – 0.83 (Act Fis) + 3.07 x (Edo de salud x Act fis).

Tiempo: Tiempo de tolerancia en el protocolo de Bruce modificado.

Estado de salud: Sano = 1, Con enfermedad arterial coronaria = 0.

Actividad física: físicamente activo = 1, sedentario = 0.

MVO2 = DPF X 0.14 X 0.01 – 6.3

Escala de medición: cuantitativa continua.

### **13. VO2 (consumo de oxígeno):**

Definición Conceptual: Cantidad de oxígeno necesaria para realizar una carga dada de trabajo, es el costo energético del metabolismo basal.

Definición Operacional: Mide el esfuerzo y expresa la capacidad funcional. Puede expresarse en litros o mililitros de oxígeno por minuto (ml O2/min) o en litros o mililitros de oxígeno por minuto por kilogramo de peso (ml O2/min/kg). Valores normales: 3.5 ml/min por kg de peso.

VO<sub>2</sub> = METs alcanzados por 3.5.

Escala de Medición: Cuantitativa de razón.

#### **14. PO<sub>2</sub> (pulso de oxígeno):**

Definición Conceptual: La absorción de oxígeno dividido por la frecuencia cardiaca. El O<sub>2</sub> corresponde a la absorción por cada latido del corazón. Es numéricamente igual al producto del volumen de pico máximo y la diferencia arterial-venosa de O<sub>2</sub> [C (a-v) O<sub>2</sub>] y se expresa en unidades de mililitros de O<sub>2</sub> por vencer. Se utiliza como un estimador del volumen de pico máximo cuando se supone que C (a-v) O<sub>2</sub> es máximo y normal.

Definición Operacional: PO<sub>2</sub> = VO<sub>2</sub> X peso / FC máxima.

Escala de Medición: Cuantitativa de razón.

#### **15. Frecuencia Cardiaca:**

Definición Conceptual: Cantidad de veces que late el corazón por minuto en relación con la edad.

Definición Operacional: Se toma el pulso radial a cada paciente antes, durante y al final de la prueba de esfuerzo.

Escala de medición: Cuantitativa discreto

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Criterios de selección de reportes de Pruebas de Esfuerzo:

- Derechohabientes del IMSS.
- Pacientes enviados al servicio de Rehabilitación Cardiaca de la UMFRSXXI en el D. F., por su médico tratante a valoración cardiaca y/o ingreso a los programas del servicio.
- Ambos sexos.
- Cualquier edad.
- Que puedan realizar la marcha.
- Cualquier nivel económico, estado civil y ocupación.
- Que tengan capacidad de comprensión de instrucciones.

Criterios de eliminación de reportes de Pruebas de Esfuerzo:

- Pruebas de esfuerzo posteriores a Programa de Rehabilitación Cardiaca.
- Reportes de Pruebas de esfuerzo incompletos.
- Pacientes que durante la valoración clínica presenten:
  - Estenosis aortica.
  - Insuficiencia cardiaca congestiva.
  - Cardiopatía isquémica.
- Pacientes que presentaron un ECG en reposo con trastornos del ritmo:
  - Hipertrofia del ventrículo izquierdo.
  - Síndrome de Wolf Parkinson White.
  - Necrosis establecida.



## **PROCEDIMIENTOS**

Se realizó la captura de datos de los reportes de las Pruebas de esfuerzo en banda sin fin con Protocolo de Bruce modificado, realizadas en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI del IMSS, que acudieron en el periodo comprendido de octubre del 2006 a octubre del 2008, enviados por sus médicos tratantes a valoración cardiológica y/o ingreso a los programas de Rehabilitación cardíaca.

Posteriormente realizamos un análisis de la capacidad funcional cardiovascular de todos los pacientes referidos, además de los parámetros demográficos y resultados de las pruebas de esfuerzo, así como un análisis de los parámetros hemodinámicos ya mencionados de la población estudiada.

## **DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO**

### **1. Captura e Inclusión de Reportes:**

- 1) Todos las pruebas de esfuerzo en banda sin fin con protocolo de Bruce modificado de pacientes que cumplan con los criterios de selección de la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI.

### **2. Evaluación de reportes de pruebas de esfuerzo:**

- 1) Se realizó la captura de datos de los reportes de las Pruebas de esfuerzo en banda sin fin con Protocolo de Bruce modificado, realizadas en la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI del IMSS, que acudieron en el periodo comprendido de octubre del 2006 a octubre del 2008, enviados por sus médicos tratantes a valoración cardiológica y/o ingreso a los programas de Rehabilitación cardíaca.
- 2) Posteriormente se realizó un análisis de la capacidad funcional cardiovascular de todos los pacientes referidos, además de los parámetros demográficos y resultados de las pruebas de esfuerzo, así como el análisis de los parámetros hemodinámicos de la población estudiada.

## **CONSIDERACIONES ETICO-LEGALES**

El presente trabajo de investigación fue evaluado y aprobado por el Comité Local de Investigación de la Delegación Sur del Distrito Federal del IMSS y se apego en todo momento a los lineamientos contenidos en la Declaración de Helsinki, en el Código de Nuremberg, en el Reporte Belmont y en la normatividad de la Ley General de Salud. Estudio con riesgo menor al mínimo.

## **PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO**

Se realizó estadística descriptiva estimándose la media y la desviación estándar en las variables cuantitativas y la frecuencia y porcentaje en las variables cualitativas de acuerdo a la distribución de los datos. Se describieron frecuencias simples y frecuencias de proporciones así como medidas de tendencia central y de dispersión.

Los resultados serán representados en gráficos y/o tablas de contingencia.

## RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se revisaron 147 pruebas de esfuerzo, de las cuales las que conformaron la muestra de estudio fueron 133; se excluyeron 14 reportes, la mayoría por ser reportes de Pruebas de Esfuerzo posteriores a programas de Rehabilitación Cardíaca; del total de pruebas, 65 (49%) correspondieron a pacientes de sexo femenino y 68 (51%) a pacientes de sexo masculino (gráfica 1). El promedio de edad de los pacientes cuyas pruebas conformaron la muestra de estudio fue de  $54.1 \pm 12.4$  años con un rango de 16 a 84 años (tabla 1).

De acuerdo a características somatométricas obtuvimos la medición del peso y talla en los registros de cada paciente siendo un peso promedio de 73.4 kg con un rango de 39 – 102kg., y con respecto a la talla se obtuvo un promedio de 1.61mts. con un rango de 1.41 – 1.90mts (tabla 1).

De las mediciones anteriormente descritas calculamos el Índice de Masa Corporal obteniendo una calificación promedio de 28 con un rango de 18–40. De acuerdo a las puntuaciones obtenidas se procedió a clasificar a los pacientes observando que 26 (20%) pacientes se ubicaron dentro de los límites de normalidad; 69 (51%) pacientes se englobaron en la categoría de sobrepeso; 29 (22%) pacientes se clasificaron con categoría de obesidad G-I; 8 (6.0%) pacientes en la categoría de obesidad G-II y solamente 1 (1%) paciente se calificó como obesidad G-III (tabla 1 y gráfica 2).

También se identificaron y cuantificaron los factores de riesgo cardiovascular reportados en los registros de cada uno de los pacientes que fueron sometidos a la prueba de esfuerzo, y se clasificaron de la siguiente manera: 14 (10.5%) pacientes no tuvieron ningún factor de riesgo; en 86 (64.7%) pacientes se identificaron de 1 a 2 factores de riesgo, y en 33 (24.8%) pacientes se concluyó que reunían 3 o más factores de riesgo (gráfica 3). Los factores de riesgo más frecuentes en nuestra población de estudio fueron hipertensión arterial, la cual la presentaron el 51.8% (69) del total de los pacientes, 27.8% (37 pacientes) tenían antecedente de isquemia cardíaca y 21% (28 pacientes) con dislipidemia (gráfica 4).

Dentro de las mediciones cardiológicas reportadas está el doble producto en las pruebas de esfuerzo el cual se obtuvo en una etapa inicial y otra final con puntuaciones promedio de 9085 y rango de 5400 – 15800 para la medición inicial y una puntuación promedio de 20514 y rango de 8190-32040 para la medición final. Otra medición cardiológica es el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima alcanzada por cada paciente durante la prueba de esfuerzo, la cual se registró en un rango de 49.70 a 129.62% (media 93.42%); lo cual corresponde a un promedio general 139 latidos por minuto (tabla 1).

Para la medición de la capacidad funcional durante la prueba se cuantificaron los METs alcanzados por cada paciente, obteniendo un promedio final de  $9.4 \pm 3.5$  METs, con un rango de 2.3 a 17.2 METs; así como el registro de los METs por edad, en los cuales 44 (33%) pacientes de las 133 pruebas revisadas alcanzaron los METs ideales calculados de acuerdo a la edad,

obteniendo un promedio general de 11.22 METs con un rango de 8.5 a 14 METs (tabla 1 y gráfica 5).

Dentro de los parámetros hemodinámicos obtenidos en las pruebas de esfuerzo encontramos a la respuesta presora y cronotrópica; la respuesta presora, fue calculada restando la presión arterial inicial de la final y dividiendo el resultado entre los METs alcanzados por cada paciente, es expresada en mmHg/METs y obtuvimos un promedio de  $2.89 \pm 2.9$  con un rango de -2.00 a 20.00 (tabla 1), de acuerdo a cada puntuación obtenida se clasificaron a 126 (95%) pacientes con una respuesta plana (menor de 7), 3 pacientes (2%) con una respuesta normal (de 7 a 10) y 3 pacientes (2%) con una respuesta exagerada (mayor de 10), una prueba (1%) no fue válida para este resultado (gráfica 6); en cuanto a la respuesta cronotrópica, esta fue calculada restando la frecuencia cardiaca inicial de la final, dividida entre los METs alcanzados por cada paciente, esta medida es expresada en latidos/METs y se obtuvo un rango de -0.14 a 45.65, con un promedio de  $7.26 \pm 5$  (tabla 1); posteriormente se clasificó a los pacientes observando que 68% (92 pacientes) obtuvieron una respuesta inadecuada (por debajo de 8), 29% (38 pacientes) con una respuesta normal entre 8 y 12, y en 2 pacientes (2%) se observó una respuesta exagerada (mayor de 12), una prueba (1%) no fue válida para este resultado (gráfica 7). Otros parámetros hemodinámicos obtenidos en la prueba de esfuerzo son el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) obtenido de multiplicar los METs alcanzados por 3.5 (una constante establecida), en el que registramos un promedio de  $33.07 \pm 12.2$  mlO<sub>2</sub>, con un rango de 8.05 a 60.20; el pulso de oxígeno (PO<sub>2</sub>), obtenido en relación al consumo de oxígeno, el peso de cada paciente y su frecuencia cardiaca máxima, con una media de  $17.7 \pm 68$  mlO<sub>2</sub>/latidos, con un rango de 1.52 a 38.36; en relación al consumo máximo de oxígeno (MVO<sub>2</sub>) obtenido en relación al doble producto final, la media fue de  $22.22 \pm 6.4$  mlO<sub>2</sub>, con un mínimo de 2.21 y un máximo de 38.55; por último con respecto al índice de eficiencia miocárdica obtenido con los parámetros anteriores (MVO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub> X10), obtuvimos un rango de 0.02 a 23.92, con una media de  $6.36 \pm 4.1$  (tabla 1).

Se registraron también el tiempo total de duración de cada paciente en la banda sin fin, obteniendo un tiempo promedio de  $11.3 \pm 3.7$  minutos (rango de 1.05 a 19.11); así como el registro en cada paciente de la escala de percepción de esfuerzo de Borg que registra del 0 al 10, obteniendo en este estudio un promedio de 5 puntos (tabla 1).

Por último, en los resultados finales del total de pacientes revisados, encontramos que el 74% (99 pacientes) de las pruebas de esfuerzo fueron eléctricamente negativas (datos electrocardiográficos normales), 30 pacientes (23%) con pruebas eléctricamente positivas (datos electrocardiográficos anormales) y 4 pruebas (3%) no fueron válidas (gráfica 8). En relación al porcentaje de la frecuencia cardiaca calculada a cada paciente, un 78% del total de las pruebas de esfuerzo valoradas que corresponde a 103 pacientes fueron máximas, mientras que un 22% (30 pacientes) fueron submáximas (gráfica 9). Finalmente, el 90% (120 pacientes) de las pruebas de esfuerzo realizadas y revisadas fueron concluyentes para analizar pronóstico o tratamiento y el 10% (13 pacientes) fueron no concluyentes y por lo tanto hacen necesario repetir la prueba (gráfica 10).

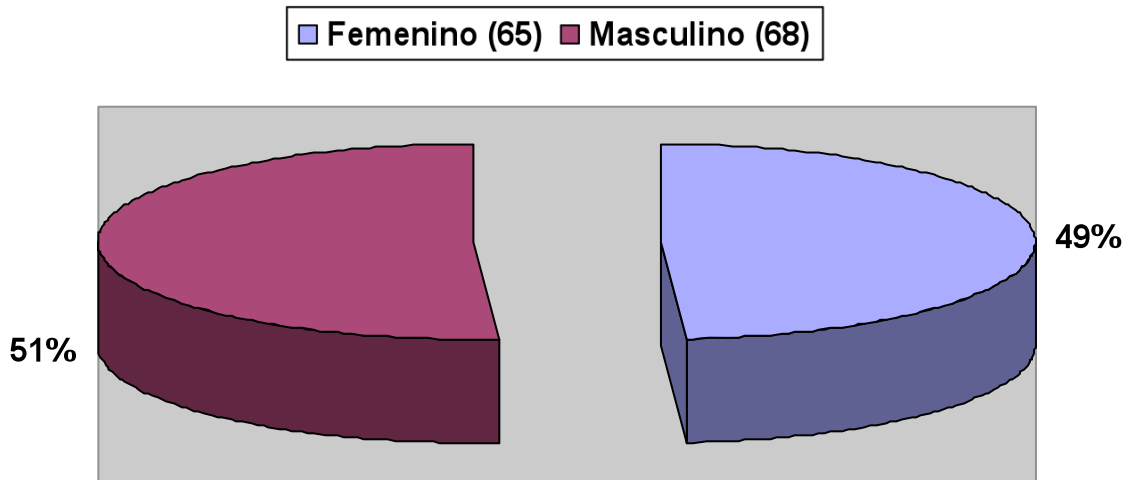
**Tabla 1. Se muestran la media y desviación estándar así como el rango de los parámetros cardiológicos obtenidos en las pruebas de esfuerzo. n=133**

| <b>Variable</b>                           | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Media</b> | <b>Desv.</b> |
|---|---------------|---------------|--------------|--------------|
| <b>Edad (años)</b>                        | 16            | 84            | 54.16        | 12.4         |
| <b>Peso (kg)</b>                          | 39            | 102           | 73.4         | 11.9         |
| <b>Talla (mts)</b>                        | 1.41          | 1.90          | 1.61         | 0.09         |
| <b>IMC</b>                                | 18.30         | 40.37         | 28.16        | 4.0          |
| <b>DPI<sup>1</sup></b>                    | 5400          | 15800         | 9085         | 1866.3       |
| <b>DPF<sup>2</sup></b>                    | 8190          | 32040         | 20514        | 4582.2       |
| <b>LPM de la FC máxima<sup>3</sup></b>    | 85            | 187           | 139.24       | 21.4         |
| <b>METs alcanzados</b>                    | 2.30          | 17.20         | 9.40         | 3.5          |
| <b>METs por edad</b>                      | 8.50          | 14            | 11.22        | 1.4          |
| <b>Respuesta presora<sup>4</sup></b>      | -2.00         | 20.00         | 2.89         | 2.9          |
| <b>Respuesta cronotrópica<sup>5</sup></b> | -0.14         | 45.65         | 7.26         | 5.0          |
| <b>VO2 (ml O2)<sup>6</sup></b>            | 8.05          | 60.20         | 33.07        | 12.2         |
| <b>PO2<sup>7</sup></b>                    | 1.52          | 38.36         | 17.17        | 6.8          |
| <b>MVO2<sup>8</sup></b>                   | 2.21          | 38.55         | 22.22        | 6.4          |
| <b>IEM<sup>9</sup></b>                    | 0.02          | 23.92         | 6.36         | 4.1          |
| <b>Tiempo en banda</b>                    | 1.05          | 19.11         | 11.36        | 3.7          |
| <b>Escala de Borg</b>                     | 1             | 15            | 5.14         | 2.1          |

1. Doble producto inicial (presión arterial sistólica en reposo multiplicado por la frecuencia cardiaca en reposo).
2. Doble producto final (presión arterial sistólica máxima multiplicada por la frecuencia cardiaca máxima).
3. Latidos por minuto de la frecuencia cardiaca máxima.
4. Presión arterial final menos presión arterial inicial, dividida entre los METs alcanzados (mmHg/METs).
5. Frecuencia cardiaca final menos frecuencia cardiaca inicial, dividida entre los METs alcanzados (latidos/METs).
6. VO2: consumo de oxígeno medido en mililitros de oxígeno. METs alcanzados X 3.5.
7. PO2: pulso de oxígeno, medido en mililitros de oxígeno. VO2 X peso /FC máxima.
8. MVO2: consumo máximo de oxígeno. Doble producto final X 0.14 X 0.01 – 6.3.
9. Índice de eficiencia miocárdica: MVO2/VO2 X 10. Normal menor de 10.

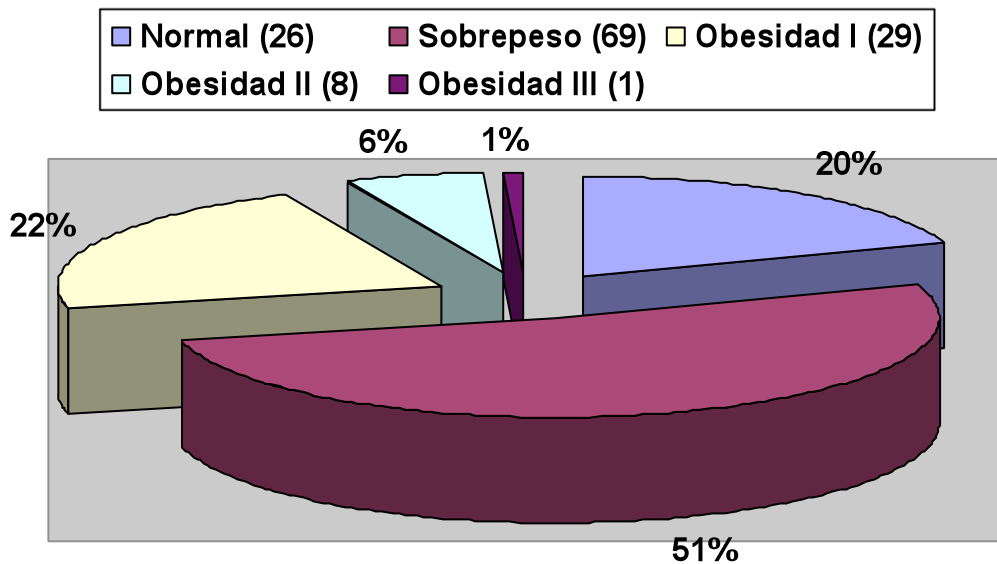
FUENTE: HCD-RETG/08

Gráfica 1. Se muestra la distribución por sexo de los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133



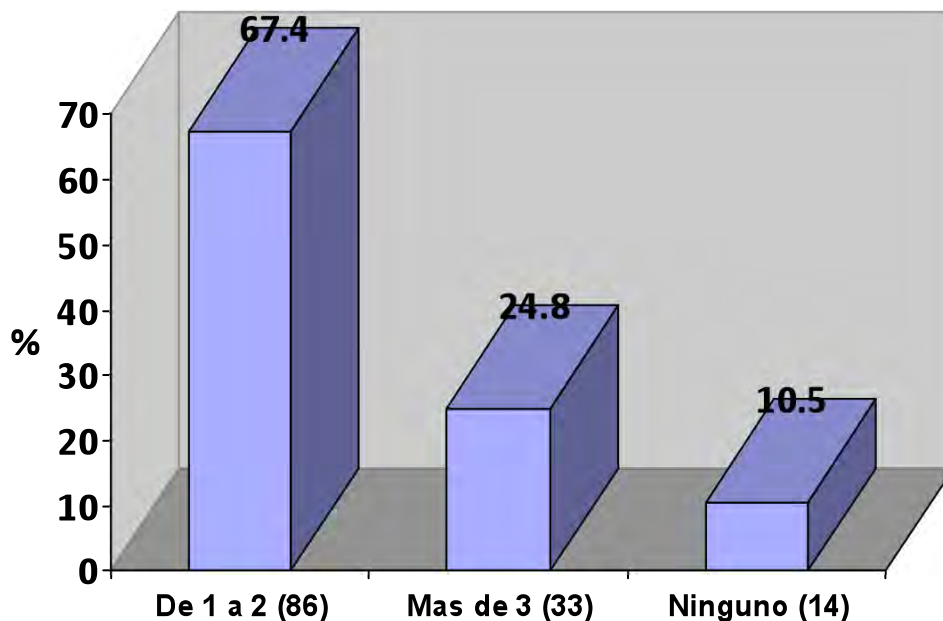
FUENTE: HCD-RETG/08

Gráfica 2. Se muestra la clasificación de acuerdo al Índice de Masa Corporal de los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133



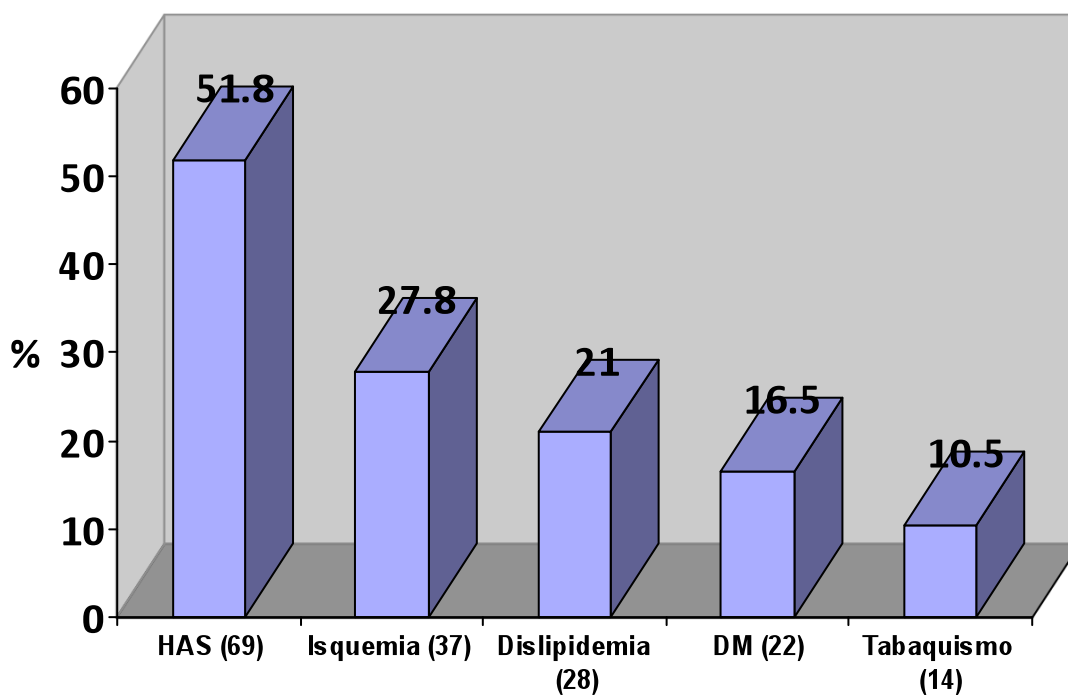
FUENTE: HCD-RETG/08

**Gráfica 3. Se muestra la distribución en cuanto al número de factores de riesgo de los pacientes que conformaron la muestra de estudio. n=133**



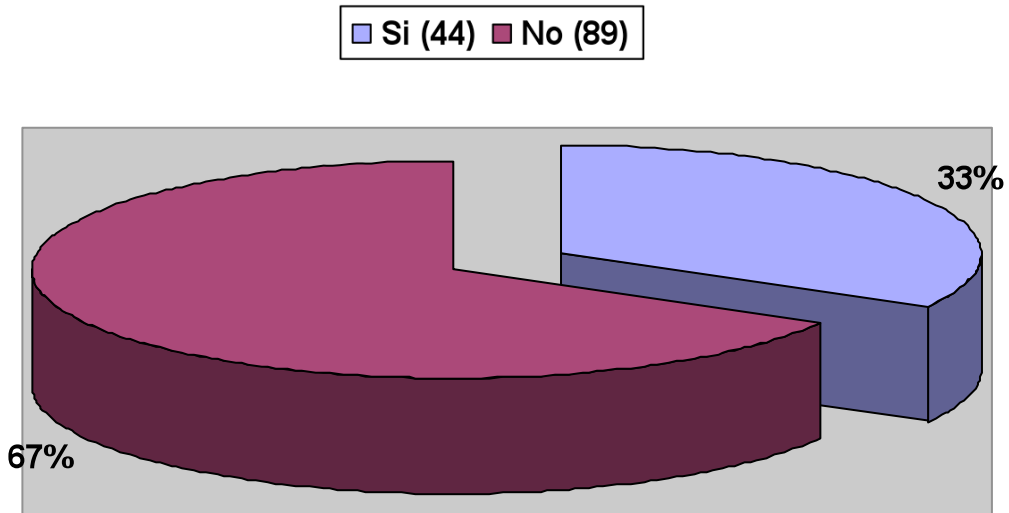
FUENTE: HCD-RETG/08

**Gráfica 4. Se muestran los factores de riesgo cardiovasculares presentados mas frecuentemente en los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133**



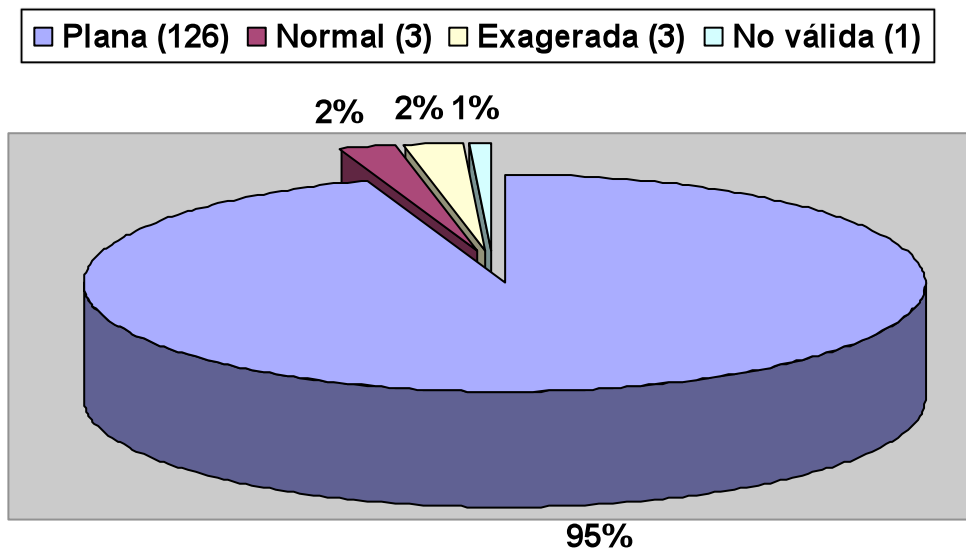
FUENTE: HCD-RETG/08

Gráfica 5. Se muestra la frecuencia de pacientes que alcanzaron los METs calculados para la edad. n=133



FUENTE: HCD-RETG/08

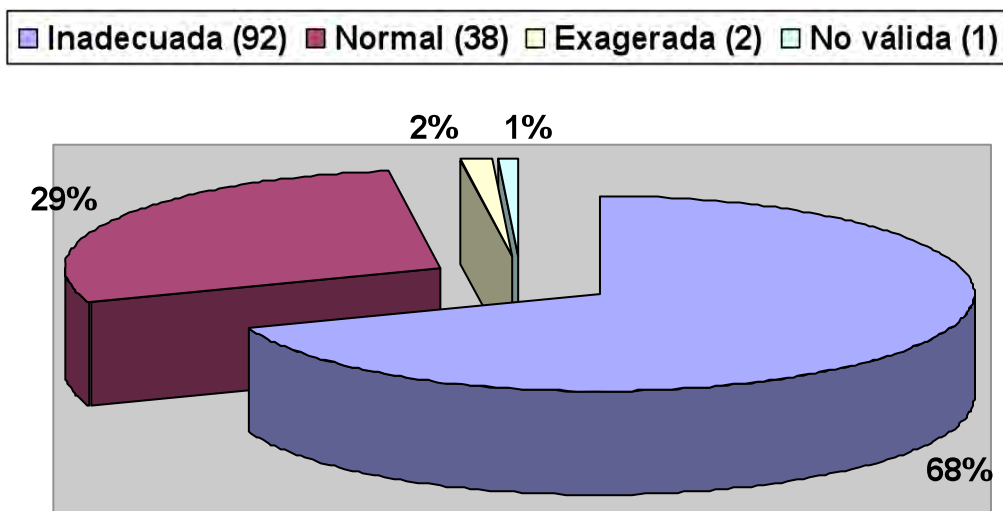
Gráfica 6. Se muestra la distribución de la respuesta presora de los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133



FUENTE: HCD-RETG/08

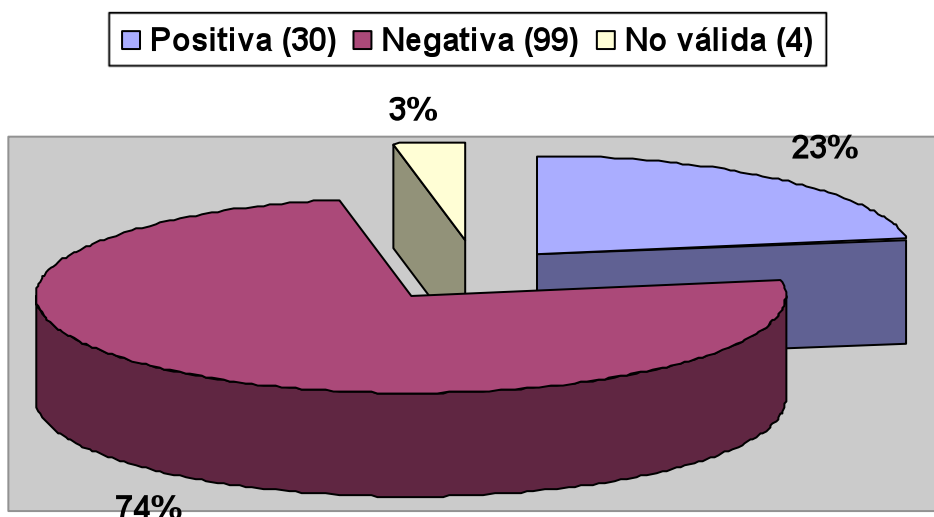


**Gráfica 7. Se muestra la distribución de la respuesta cronotrópica de los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133**



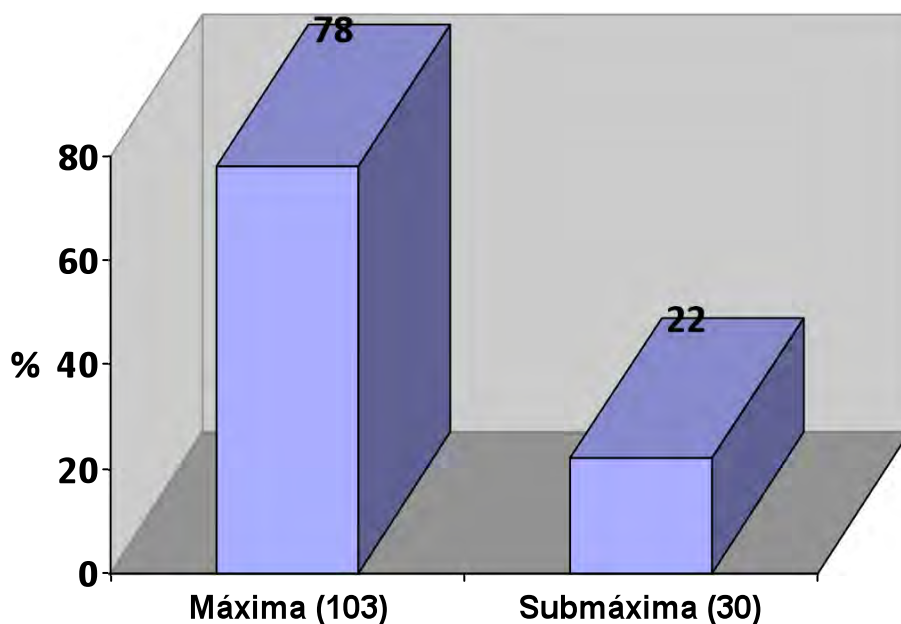
FUENTE: HCD-RETG/08

**Gráfica 8. Se muestra la relación de los resultados de las pruebas de esfuerzo, en relación a los datos electrocardiográficos encontrados para enfermedad coronaria de los sujetos que conformaron la muestra de estudio. n=133**



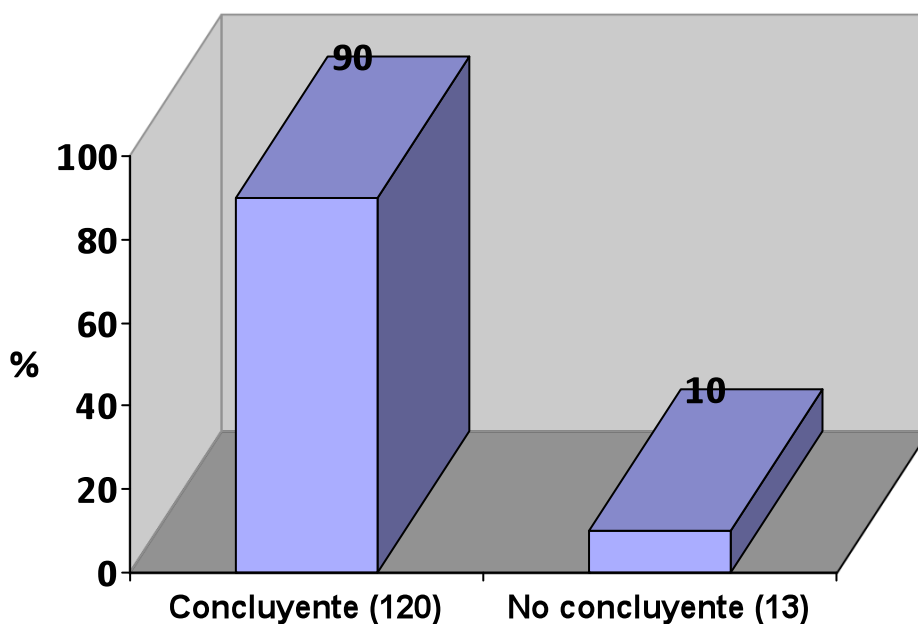
FUENTE: HCD-RETG/08

**Gráfica 9.** Se muestra la distribución de los resultados de las pruebas de esfuerzo, en relación al porcentaje de la frecuencia cardiaca obtenida durante la prueba de los pacientes que conformaron la muestra de estudio. n=133



FUENTE: HCD-RETG/08

**Gráfica 10.** Se muestra la distribución de los resultados de las pruebas de esfuerzo, en relación a si resultaron concluyentes o no para analizar diagnóstico, pronóstico y/o tratamiento de los pacientes que conformaron la muestra de estudio. n=133



FUENTE: HCD-RETG/08

## DISCUSION

Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran una relación prácticamente de 1:1 en relación al sexo de la población que es enviada a valoración cardiológica en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI. El promedio de edad identificado en la muestra estudiada es similar a lo reportado en la literatura.

Los hallazgos obtenidos en las pruebas de esfuerzo realizadas nos indican que los sujetos participantes se encontraban con una mala capacidad funcional con respecto a la cantidad de METs esperados para la edad de cada paciente, sin embargo, estos resultados indican una mejor capacidad funcional respecto a otros estudios donde concluyen que la capacidad funcional de la población en estudio es pésima (Ramos 2007, datos no publicados).

Los resultados eléctricamente negativos, concluyentes, no concluyentes, máximos y submáximos se deberán evaluar en el contexto mismo de cada paciente, considerar que la prueba de esfuerzo deberá ser clase I para su realización, con la finalidad a determinar una especificidad y sensibilidad de acuerdo a lo reportado en la literatura en relación al número de vasos coronarios enfermos y limitar los falsos negativos o los resultados falsos positivos.

Se considera que a nivel mundial las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la primera causa de mortalidad, México no es ajeno a este problema mundial de salud pública y la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en nuestra población va en aumento, la diabetes mellitus tipo 2, la obesidad, dislipidemia, la hipertensión y el tabaquismo constituyen un verdadero flagelo en nuestra población.

Dado que no existe en la literatura mundial ni tampoco a nivel nacional estudios realizados que valoren la capacidad funcional de aquellos pacientes que son enviados a unidades de rehabilitación cardiaca, consideramos necesario tener una herramienta básica, segura y de bajo costo, que nos permita valorar de una mejor manera y más objetiva la condición cardiovascular de nuestros pacientes, por esto y más consideramos que la Prueba de Esfuerzo sea cuál sea su protocolo establecido y validado de acuerdo a la experiencia de los diversos grupos de trabajo es necesaria y determinante si queremos identificar, estratificar y modificar la calidad de vida en nuestra población, por lo tanto, hoy en día como lo demuestra dicho estudio, la prueba de esfuerzo debe ser el estándar de oro para evaluar a todos aquellos pacientes con factores de riesgo identificados, establecerla como una nueva cultura de prevención primaria; y en aquellos pacientes que se tenga la necesidad de involucrarlos en programas de prevención secundaria, la prueba de esfuerzo será determinante para la evaluación de la capacidad funcional, incluso para su condición pronóstica.

## CONCLUSIONES

- La proporción de hombres y mujeres que acuden a valoración cardiológica son similares.
- La mayor proporción de la población estudiada tienden a presentar de 1 a 2 factores de riesgo cardiovascular, los mas frecuentemente encontrados en nuestra población de estudio fueron hipertensión arterial, antecedente de isquemia y dislipidemia.
- Más del 50% de la muestra estudiada cursan con sobrepeso.
- Los resultados en las pruebas de esfuerzo nos indican que la población estudiada muestra una mala capacidad funcional calculada para la edad de cada paciente, ya que solo una tercera parte de la población alcanzó lo esperado, además de anomalías (consideradas eléctricamente positivas para enfermedad coronaria) en el 23% de los pacientes estudiados.
- La prueba de esfuerzo demostró ser una herramienta útil para la valoración inicial del paciente que ingresan a programas de rehabilitación cardiaca, porque nos permite identificar hallazgos electrocardiográficos positivos para enfermedad coronaria.
- La prueba de esfuerzo también es de utilidad en pacientes con discapacidad musculoesquelética, aplicando protocolos específicos.
- Se sugiere que la Prueba de Esfuerzo sea incluida en la valoración inicial de todo paciente que ingrese a protocolos de tratamiento rehabilitatorio, así como para valoración pronóstica, diagnóstica, estratificación de riesgo cardiovascular, prescripción de ejercicio y seguimiento del mismo. Además de estandarizar programas de acondicionamiento físico en población vulnerable (con factores de riesgo cardiovascular).

Las pruebas de esfuerzo en el ámbito de la rehabilitación cardiaca permiten limitar la discapacidad secundaria a enfermedades cardiovasculares y es una prioridad mundial; identificar, modificar hábitos de vida y promover estilos de vida cardio-saludables, son propósitos que los gobiernos deberán plantear como estrategias de crecimiento económico, ya que la condición de salud de un pueblo es el reflejo de la estabilidad económica, productiva de su gente.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cruz RC. Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares. Sevilla. 2005.
2. Huerta RB. Epidemiología de los síndromes coronarios agudos (SICA). Arch Cardiol Méx 2007; 77(S4): 214-218.
3. García CA, Jerjes SC, Martínez BP, Azpiri LJ, Autrey CA, Martínez SC, y col. Registro mexicano de síndromes coronarios agudos. Arch Cardiol Méx 2005; 75 (1): S6-S19.
4. Dawber TR. The Framingham study: the epidemiology of atherosclerotic disease. Cambridge: Harvard University Press, 1980.
5. Keys A. Seven countries: a multivariate analysis of death and coronary heart disease. Cambridge. Mass: Harvard University Press; 1980.
6. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. México.
7. McKeon T, Lowe CR. Introducción a la medicina social. México: Siglo XXI, 1986.
8. Dodu SA. Emergence of cardiovascular diseases in developing countries. Cardiology 1988; 75:56-64.
9. Murria CL, Lopez GA. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study. Lancet 1997; 349: 1498-1504.
10. Subsecretaria de Planeación. Dirección General de Estadística e Informática. Mortalidad. México, D.F. 1995. p.1-21.
11. Gillum RF. Trends in acute myocardial infarction and coronary heart disease death in the United States. J Am Coll Cardiol 1994; 23:1273-7.
12. Sandison AT. Degenerative vascular disease in the Egyptian mummy. Med Hist 1962; 7:77.
13. Frye WB. William Osler's collected papers on the cardiovascular system. Birmingham, Ala: the classics of Cardiology Library; 1985.
14. Liebowitz JO. The history of coronary heart disease. Berkeley. Calif: University of California Press; 1970.
15. Keys A. Atherosclerosis: a problem in newer public health. J Mt Sinai Hosp 1953; 20:118-139.
16. Marmot M, Syme SL, Kagan A, Kato H. Epidemiologic studies of coronary heart disease and stroke in Japanese men living in Japan, Hawaii and California: prevalence of coronary and hypertensive heart disease and associated risk factors. Am J Epidemiol 1975; 102:514-525.
17. Dawber TR, Meadors GF, Moore FE Jr. Epidemiological approaches to heart disease: the Framingham study. Am J Public Health 1951; 41: 279-286.
18. Kannel WB, Dawber TR, Kagan A, Revotskie L, Stokes J. Factors of risk in the development of coronary heart disease: six year follow up experience. Ann Intern Med 1961;55:33-50.
19. Madrazo J. Actuales factores de riesgo aterogénico en la génesis de la cardiopatía isquémica: problemática epidemiológica mundial. Rev Cubana Invest Biomed 2005; 24(2): 1234-35.
20. Martínez de Aragón MV, Llacer A. Mortalidad en España 1995. Boletín Epidemiológico Semanal 1998;6:105-116.
21. Heart and stroke statistical update. Dallas Tx. Am Heart As. 1997.

22. Beaglehole R. International trends in coronary heart disease mortality incidence rates. *Journal of Cardiovascular Risk* 1999;6:63-68.
23. Banegas JR, Rodríguez F, Villar F, Rey J. Perspectiva epidemiológica del riesgo cardiovascular en España. *Iberoamerican Journal of hypertension* 1996; 1(suppl 2):40-45.
24. Tunstall-Pedoe H, Kuulasmaa K, Mahonen M, Tolonen H, Ruokokoski E, Amouyel P. Contribution of trend in survival and coronary event rates to changes in coronary heart disease mortality: 10 years results from 37 WHO MONICA Project populations. *The Lancet* 1999; 353:1547-1557.
25. Pérez G, Pena A, Sala J, Roset PN, Masia R, Marrugat J, et al. Acute myocardial infarction case fatality, incidence and mortality rates in a population registry in Gerona, Spain, 1990-1992. *Int J Epidemiol* 1998;27:599-604.
26. Rose G, Blackburn H. Métodos de encuesta sobre enfermedades cardiovasculares. Monografía n° 56. WHO, 1982
27. Cosín J, Asín E, Marrugat J, Elosua R, Aros F, De los Reyes M, et al. Prevalence of angina pectoris in Spain. *Eur J Epidemiol* 1999;15:323-330.
28. Ferrer V. Prueba de esfuerzo. Barcelona. 2005: 1200-16.
29. Kenney L, Humphrey R. Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Editorial Paidotribo. 2000; Pág 113-137.
30. Maroto J. Rehabilitación Cardíaca. España. Olalla Cardiología.
31. Fardy P, Yanowitz F. Rehabilitación cardíaca. La forma física del adulto y las pruebas de esfuerzo. Editorial Paidotribo 2003. pág.145-223
32. Fletcher G, Mills W. Up date on exercise stress testing. *Am Fam Physician* 2006; 74:1749-54.
33. Hulley SB, Cummings SR. Designing clinical research (3ª ed) Lippicott. Willoams & Wilkins. 2006.
34. Armstrong L, Balady G, Berry M, Davis S, Davy B. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Editorial Lippicott W & W Séptima edición 2006. pág 39-5
35. Fuentes A. Tipos de pruebas de esfuerzo. España, 2004.
36. Milani R, Lavie C, Mehra M, Ventura H. Understanding the basis of cardiopulmonary exercise testing. *Mayo Clin Proc* 2006; 81: 1603-1611.
37. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694 - 1740.

## ANEXO I

### **REPORTE DE LA PRUEBA DE ESFUERZO (PROTOCOLO DE BRUCE MODIFICADO)** INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN siglo XXI

PACIENTE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

AFILIACIÓN \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_

TALLA \_\_\_\_\_ PESO \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_

DM2 \_\_\_\_\_ HAS \_\_\_\_\_ OBESIDAD \_\_\_\_\_ ENF CORONARIAS \_\_\_\_\_

DISLIPIDEMIA \_\_\_\_\_ ETILISMO \_\_\_\_\_ SEDENTARISMO \_\_\_\_\_

TABAQUISMO \_\_\_\_\_

OTROS \_\_\_\_\_

FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA \_\_\_\_\_

85%FCM \_\_\_\_\_ 75%FCM \_\_\_\_\_

ECG EN REPOSO \_\_\_\_\_

| ETAPA  | VELOCIDAD MPH | INCLINACIÓN GRADOS | METS | FC | TA | TIEMPO |
|--------|---------------|--------------------|------|----|----|--------|
| REPOSO |               |                    |      |    |    | 3      |
| 1      | 1.7           | 10                 |      |    |    | 3      |
| 2      | 2.5           | 12                 |      |    |    | 3      |
| 3      | 3.4           | 14                 |      |    |    | 3      |
| 4      | 4.2           | 16                 |      |    |    | 3      |
| 5      | 5.0           | 18                 |      |    |    | 3      |
| 6      | 5.5           | 20                 |      |    |    | 3      |
| 7      | 6.0           | 22                 |      |    |    | 3      |

REPOSO

| MINUTO | VELOCIDAD | INCLINACION | FC | TA |
|--------|-----------|-------------|----|----|
|--------|-----------|-------------|----|----|

FC ALCANZADA \_\_\_\_\_ % DE FCM \_\_\_\_\_

Protocolo de Bruce modificado

| Estadio | Velocidad (millas/h) | Pendiente | Tiempo (min) | Vo2 ml/kg/min |
|---------|----------------------|-----------|--------------|---------------|
| 1       | 1.7                  | 10        | 3            | 18            |
| 2       | 2.5                  | 12        | 3            | 25            |
| 3       | 3.4                  | 14        | 3            | 34            |
| 4       | 4.2                  | 16        | 3            | 46            |
| 5       | 5.0                  | 18        | 3            | 55            |
| 6       | 5.5                  | 20        | 3            | --            |
| 7       | 6.0                  | 22        | 3            | ---           |

1 milla = 1600 mts.

## ANEXO ii

### ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO DE BORG

| Escala de Esfuerzo percibido de Borg |                | Equivalencia aproximada en pulsaciones por minuto | Grado de intensidad del esfuerzo (% de la capacidad máxima posible) | Equivalencia de una escala de esfuerzo percibido de 0-10 puntos |
|--------------------------------------|----------------|---|---|---|
| 6                                    |                | 60-80   | 10  | 0   |
| 7                                    | Muy, muy suave | 70-90   |   | 1   |
| 8                                    |                | 80-100  | 20  | 2   |
| 9                                    | Muy suave      | 90-110  |   |   |
| 10                                   |                | 100-120   | 30  | 3   |
| 11                                   | Bastante suave | 110-130   |   |   |
| 12                                   |                | 120-140   | 40  | 4   |
| 13                                   | Algo duro      | 130-150   | 50  | 5   |
| 14                                   |                | 140-160   | 60  | 6   |
| 15                                   | Duro           | 150-170   | 70  | 7   |
| 16                                   |                | 160-180   |   |   |
| 17                                   | Muy Duro       | 170-190   | 80  | 8   |
| 18                                   |                | 180-200   | 90  | 9   |
| 19                                   | Muy, muy duro  | 190-210   | 100   | 10  |
| 20                                   |                | 200-220   |   |   |



### ANEXO iii

**REPORTE FINAL DE LA PRUEBA DE ESFUERZO  
(PROTOCOLO DE BRUCE MODIFICADO)  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN siglo XXI**

PACIENTE: FECHA:  
AFILIACIÓN: EDAD:  
TALLA: PESO: IMC:  
ANTECEDENTES:  
DM2: HAS: OBESIDAD: ENF CORONARIAS:  
DISLIPIDEMIA: ETILISMO:  
SEDENTARISMO: TABAQUISMO:  
OTROS:  
TRATAMIENTO MEDICO:

ECG EN REPOSO:

FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA:  
85%FCM: 75%FCM:  
FC BASAL: FC FINAL:  
TA BASAL: TA FINAL:  
DP INICIAL: DP FINAL:  
FCM LOGRADA: %:

DURACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO:  
GASTO ENERGETICO ALCANZADO:  
METS IDEAL POR EDAD:  
BORG:

TA MET (RESPUESTA PRESORA):  
FC MET (RESPUESTA CRONOTROPICA):  
VO2:  
PO2:  
MVO2:  
IEM:

CONCLUSION:  
MAXIMA: SUBMAXIMA:  
CONCLUYENTE: SI: NO:  
ELECTRICAMENTE NEGATIVA: POSITIVA:  
CLASE FUNCIONAL: