



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION SIGLO XXI
DIRECCION
COORDINACION CLINICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
"UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL"

**VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL
POSTERIOR A UN PROGRAMA DE REHABILITACION
CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS MAYORES CON DOS
O MÁS FACTORES DE RIESGO**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TITULO DE

**MÉDICO ESPECIALISTA EN
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION**

PRESENTA:

DRA. JULIETA TORRES ISLAS



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

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

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL**

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

TESIS

**“VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL POSTERIOR A UN PROGRAMA DE
REHABILITACION CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS MAYORES CON DOS O
MÁS FACTORES DE RIESGO”**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACION**

PRESENTA:

DRA. JULIETA TORRES ISLAS

IMSS MÉXICO, D.F. FEBRERO 2010

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL**

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

TITULO

**“VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL POSTERIOR A UN PROGRAMA DE
REHABILITACION CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS MAYORES CON DOS O
MÁS FACTORES DE RIESGO”**

ALUMNO

JULIETA TORRES ISLAS

**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@yahoo.com.mx

DRA. BEATRIZ GONZALEZ CARMONA

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

Teléfono: 56 77 85 13 Extensión:28345

Correo: cocodedulce@yahoo.com.mx

COLABORADOR ESPECIAL

LIC. EMIGDIO MARIO VILLARREAL GONZALEZ

LICENCIADO EN ECONOMÍA FINANCIERA Y ADMINISTRACIÓN

Correo: emigdio_villareal@yahoo.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. BEATRIZ GONZALEZ CARMONA

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

DRA. ANGÉLICA ELIZABETH GARCIA PEREZ

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 Y PREVENCIÓN SECUNDARIA
DE LA UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
REGION SUR SIGLO XXI

DRA. BEATRIZ GONZALEZ CARMONA

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

AGRADECIMIENTOS

- ☐ A mi mamá Constantina por el ejemplo de fortaleza, amor y entrega incondicional.

- ☐ A mis hermanas Marlene y Angélica y a mis cuñados Guillermo y Alfredo por su apoyo en todo momento.

- ☐ A mi hijo Johann Alberto por existir y ser motivo de mis triunfos en lo personal y profesional.

- ☐ A mis sobrinos Angélica, Isis, Linda, Alfredo, Alí y Omar por tanta felicidad que han dado a la familia.

- ☐ A mi gran amiga Rosaura por sus consejos, compañía y apoyo durante todo este tiempo.

- ☐ A mis compañeros y amigos Sylvia, José Antonio, Iris, Zaira, Elaine, Rocío y Giovanna por todo lo compartido durante estos tres años.

- ☐ A mis R3 José Antonio, Alicia, Elga y Heidi por sus enseñanzas durante el inicio de mi formación y por la paciencia durante todo el primer año de mi formación.

- ☐ A mis asesores, el Dr. Francisco Ramos y la Dra. Beatriz González por el tiempo, paciencia y dedicación para la realización de este proyecto.

- ☐ A todos los médicos de la unidad y de los hospitales donde rote por sus enseñanzas y participación en mi formación.

- ☐ Al Departamento de Enfermería de la Unidad, así como a los Terapistas físicos y ocupacionales por su apoyo incondicional y consejos durante mi formación.

TITULO

VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL POSTERIOR A UN PROGRAMA DE REHABILITACION CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS MAYORES CON DOS O MÁS FACTORES DE RIESGO

INDICE

TEMA	PAGINA
1 RESUMEN	1
2 INTRODUCCION	2
3 ANTECEDENTES CIENTIFICOS	6
3.1 REHABILITACION CARDIACA	6
3.2 REHABILITACION CARDIACA EN EL ADULTO Y ADULTO MAYOR CON FACTORES DE RIESGO	11
3.3 PRUEBAS DE ESFUERZO	13
3.4 EJERCICIO FISICO	21
3.5 PRUEBA DE BRUCE Y BRUCE MODOFICADO	23
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
5 JUSTIFICACION	27
6 PREGUNTA DE INVESTIGACION	28
7 HIPOTESIS	29
8 OBJETIVOS	30
8.1 OBJETIVO GENERAL	30
8.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	30
9 MATERIAL Y METODOS	31
9.1 VARIABLES	31
9.2 CRITERIOS DE SELECCION	37
9.3 PROCEDIMIENTOS	38
9.4 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO	39
9.5 CONSIDERACIONES ETICO LEGALES	40
9.6 PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO	40
10 RESULTADOS	41
11 DISCUSION	53
12 CONCLUSIONES	55
13 BIBLIOGRAFIA	57
14 ANEXOS	60

1. RESUMEN

VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL POSTERIOR A UN PROGRAMA DE REHABILITACION CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS MAYORES CON DOS O MÁS FACTORES DE RIESGO

OBJETIVO: Valorar los cambios en la capacidad funcional cardiovascular mediante una prueba de esfuerzo (PE) en banda sin fin utilizando el Protocolo de Bruce Modificado en pacientes adultos y adultos mayores con factores de riesgo posterior a un programa de RC. **MATERIAL Y MÉTODOS:** El diseño de este estudio es cuasi experimental de "antes y después", se realizó en el Servicio de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria (RCPS) de la UMFRSXXI del IMSS. Se incluyó a pacientes de ambos sexos, mayores de 50 años con dos o más factores de riesgo cardiovascular (DM2, HAS, Isquemia, Cardiopatías, Dislipidemia, Tabaquismo, Sedentarismo e Hiperuricemia), que llegaron al servicio de RCPS de Enero a Agosto del 2009 y que aceptaran participar en el estudio. Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos. A cada paciente se realizó una historia clínica y una PE al inicio y al final del programa, el cual consistió en ejercicio durante 12 o 24 sesiones, 3 veces por semana. La percepción de la intensidad del ejercicio fue precisada de manera indirecta con la escala de Borg. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 17.0, estimando la media y desviación estándar, así como porcentajes. El análisis intragrupo se realizó con la Prueba no paramétrica de rangos asignados de Wilcoxon. El análisis intergrupo por sexo y por grupo de edad se realizó con las pruebas U de Mann Whitney y Kruskal Wallis respectivamente con una $p < 0.05$. **RESULTADOS:** En el presente trabajo se incluyeron 35 pacientes (N=35) con un total de 70 pruebas realizadas del programa de RC antes y después. Del total de pacientes, 71%(25) fueron masculinos y 29%(10) femeninos. El promedio de edad fue 62 ± 10 años (rango 50-84). El 20%(7) de los pacientes se clasificaron de acuerdo al IMC como normal; 62%(22) sobrepeso; 9%(3) obesidad G-I; 6%(2) obesidad G-II y 3%(1) obesidad G-III previo al programa, posterior al programa los resultados fueron 17% (6) normal, 63% (22) con sobrepeso; 11% (4) con obesidad G-I; 9% (3) con obesidad G-II y ningún paciente con obesidad G-III. Los FR encontrados fueron Hipertensión Arterial en un 40%(14) del total de pacientes, Cardiopatías en 37%(13), Isquemia en un 31% (11), Dislipidemia y DM2 en el 20%(7) de los pacientes respectivamente, Tabaquismo y Sedentarismo en 17%(6) e Hiperuricemia en 9%(3). El porcentaje de la FC máxima alcanzada durante la PE fue 126 lpm (63-180) al inicio del programa y 141 lpm (97-168) al final ($p=0.001$). Los METs alcanzados al inicio del programa fueron 7.8 ± 3.1 (2.3-17.2); al final del programa los METs alcanzados fueron 10.5 ± 2.6 (de 7.0-13.5) con una $p < 0.001$. La respuesta presora (mmHg/METs) al inicio del programa fue de 4.07 ± 2.55 (0.00-8.69); al final del programa de 2.76 ± 1.61 (0.37-8.0) con una $p < 0.05$. En cuanto a la respuesta cronotrópica, (latidos/METs) al inicio del programa fue de 7.51 ± 3.91 (1.30-21.04); al final del programa la respuesta presora fue 6.36 ± 2.04 (3.57-12.57) con $p > 0.05$. El consumo de oxígeno (VO_2) obtenido fue 27.51 ± 10.97 mlO₂ (8.05-60.20) al inicio y 36.89 ± 9.32 mlO₂ (24.5-47.25) al final. El pulso de oxígeno (PO_2) obtenido fue 16.16 ± 6.67 mlO₂/latidos (4.24-31.87) ($p < 0.001$); al final los resultados fueron PO_2 de 19.02 ± 4.64 mlO₂/latidos (10.94-29.34) ($p < 0.01$). El consumo máximo de oxígeno (MVO_2) obtenido fue 19.78 ± 6.23 mlO₂ (7.35 a 34.02); al final del programa se obtuvo una media de 21.77 ± 6.91 mlO₂ (2.21-33.9). Por último el índice de eficiencia miocárdica obtenido al inicio del programa fue de 7.88 ± 4.46 (0.04 a 22.10); al final del programa 6.25 ± 2.53 (0.07 a 12.30). **DISCUSION:** Los resultados muestran una relación de 2:1 entre hombres y mujeres en relación al sexo de la población que es enviada a valoración cardiológica en la UMFRSXXI. Dentro de los factores de riesgo cardiovascular se encuentra la obesidad y este estudio mostró que más de la mitad de los pacientes que participaron en el estudio tenían sobrepeso, lo que concuerda con los datos obtenidos por el RENAPREC 2008, sin encontrar cambios en el peso y el IMC posterior al estudio. Hubo un aumento importante en el tiempo de tolerancia al ejercicio y el promedio los pacientes tuvieron una percepción del esfuerzo realizado de 5 en la escala de Borg. Los METs obtenidos al final del estudio, aso como el VO_2 , PO_2 y el MVO_2 mejoraron significativamente, no encontrando diferencias entre hombres y mujeres ni por grupos de edad. **CONCLUSIONES:** Los FR cardiovascular más importantes en los adultos mayores de 50 años son la obesidad, hipertensión arterial y las cardiopatías. Los programas de Rehabilitación cardiaca no sirven para disminuir el peso corporal pero aumentan la tolerancia al ejercicio y la capacidad funcional, lo cuál se ve reflejado en un aumento en los METs obtenidos, en el consumo máximo de O₂, el consumo de O₂ y el pulso de O₂. En la muestra estudiada por género y estratificación, no se encontraron diferencias entre hombres y mujeres, ni entre los diferentes grupos de edad.

2. INTRODUCCION

Un adulto mayor es toda persona mayor de 65 años de edad según el reporte de la OPS de 1994. Actualmente se esta produciendo una inversión de la pirámide poblacional en todo el mundo predominando la población de adultos y adultos mayores incluyendo México, esto es debido a los programas de control de natalidad y al enfoque sobre los tratamientos y programas preventivos dirigidos a las enfermedades crónico-degenerativas, entre ellas las cardiovasculares y metabólicas, disminuyendo así la tasa de mortalidad y aumentando el promedio de sobrevida a nivel mundial. En México, se estima que para el año 2030 la población de adultos mayores aumentará a 17 millones, lo que equivaldría a una cuarta parte de la población total de México aproximadamente^{1,2}.

Actualmente las enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y diabetes mellitus son la primera causa de morbi-mortalidad en la población adulta y adulta mayor, cuya progresión gradual e insidiosa, lleva a un deterioro físico, mental, social, etc, lo que obliga en cierta forma a modificar o desarrollar nuevos programas integrales preventivos dirigidos a este grupo de población^{2,3,4}.

La Encuesta Nacional de Salud del 2006, publico que a mayor edad, mayor limitación funcional, el 90% de las personas de 60 a 64 años puede trasladarse sola, pero solo el 33% lo puede hacer a los 90 años. En cuanto a las actividades de la vida diaria un promedio de 7.06% de toda la población de adultos mayores requieren ayuda en al menos una de estas; por lo tanto el deterioro de la funcionalidad involucra diversos ámbitos como salud mental, alteraciones de la marcha, trastornos cognitivos, enfermedades crónico-degenerativas, estado nutricional, síndromes dolorosos crónicos, incluso el acceso independiente a los servicios de salud, lo que repercutirá en su calidad de vida^{2,3}.

CAMBIOS EN EL ENVEJECIMIENTO

Se considera que el cerebro disminuye un 2% cada década después de los 50 años; y después de los 60 años hay un déficit progresivo de neurotransmisores cerebrales, específicamente las neuronas dopaminérgicas son las mas sensibles a los cambios producidos por el envejecimiento^{5,6,7}.

Fisiológicamente el envejecimiento conlleva a la reducción del agua corporal, de la motilidad intestinal y de la masa renal, así mismo, por disminución principalmente en la producción de diferentes tipos de colágena, la función pulmonar pierde la capacidad de reserva, el corazón debido a una rigidez de la pared ventricular retrasa su llenado, su contractilidad y por tanto la perfusión a nivel coronario disminuyendo la frecuencia cardiaca con el ejercicio y la sensibilidad de los baro-receptores, con lo que suelen producirse síntomas ortostáticos^{5,6,7}.

A nivel metabólico se hace mas lenta la movilización de grasa al efectuar un esfuerzo submáximo, aumenta la secreción de catecolaminas en el esfuerzo máximo lo que se comporta como un facilitador de la respuesta presora y se recupera con menor rapidez la reserva de glucógeno en un ejercicio prolongado^{5, 6,7}. A nivel de los sistemas sensoriales se deterioran las diversas modalidades: táctil, propioceptiva, además de la agudeza visual y auditiva^{5, 6,7}. Neuropsicológicamente puede apreciarse disminución en la memoria reciente, lentificación general de la conducción neuronal y los procesos centrales con pérdida de velocidad en las actividades motoras y reflejas. Se pueden presentar con cierta frecuencia reacciones de depresión y ansiedad enmascaradas en un deterioro cognoscitivo^{5,6,7}.

El envejecimiento esta asociado a un aumento de la diferencia entre los elementos energéticos adquiridos y la energía consumida, que determinan el almacenamiento energético corporal, lo que sugiere una pérdida gradual del equilibrio; que finalmente contribuirá al empeoramiento de ciertas condiciones graves asociadas a la vejez como obesidad, hipertensión, desnutrición y diabetes⁵. Por lo tanto, cualquier intervención orientada a estimular la capacidad cardiovascular, repercutirá en mejorar las necesidades energéticas, preservar el índice de grasa libre y disminuir el riesgo de incrementar la grasa corporal, para ello resulta imprescindible un aumento progresivo de actividades físicas adaptadas a cada caso y de manera supervisada⁵.

LA ACTIVIDAD FISICA EN EL ADULTO Y ADULTO MAYOR

Generalmente la actividad física disminuye a partir de los 30 años, debido a los cambios en el control muscular y a las alteraciones articulares, además de deficiencias cardiovasculares y sensoriales, ya mencionadas anteriormente.

El reposo prolongado constituye en el anciano un alto riesgo de deterioro corporal que incluye todos los aparatos y sistemas, principalmente cardiovascular y musculoesquelético, la prevención de este se procura evitando la permanencia prolongada en cama, además de actividad temprana^{5,7,8}.

En general, se considera que los ejercicios aeróbicos son los más recomendados y tanto estos como cualquier otra actividad no deben sobrepasar el 70-80% de la frecuencia cardíaca máxima; para prescribir ejercicio es importante tener en cuenta una evaluación médica multidisciplinaria que identifique los factores que potencialmente comprometan la autonomía, faciliten la inmovilización o repercutan psicológica o socialmente en el sujeto^{5,7,8}.

EL EJERCICIO EN LOS ADULTOS Y ANCIANOS

El ejercicio, como ya se ha mencionado antes, constituye una necesidad y más en personas que presentan enfermedades crónico-degenerativas, disminución en la movilidad, aparición de fatiga ante el esfuerzo, aumento de peso, sedentarismo, así como alteraciones del metabolismo como dislipidemias y otros factores cardiovasculares como etilismo y tabaquismo. Shephard y Montelpare (1988) clasificaron los beneficios del ejercicio en los siguientes apartados:

1. Disminución del riesgo cardiovascular. La masa corporal y la grasa disminuyen, aumentando la sensibilidad insulínica, reduciendo la tensión arterial y facilitando la actividad cardíaca para el ejercicio.
2. Mejora la fuerza y sincronización muscular.
3. Se incrementa la capacidad funcional. Ya que el sedentarismo disminuye la flexibilidad hasta el 20-30% a partir de los 70 años y puede llegar a perderse la capacidad de vestirse solos o subir escaleras si éste se mantiene a los 80 años.
4. La secreción de catecolaminas aumenta. Mientras que la afinidad de los beta-receptores disminuye, con lo que se presenta un progresivo descenso del pulso cardíaco.
5. El ejercicio mejora la digestión-nutrición.
6. Se mejoran la función cerebral y el sueño. El ejercicio parece incrementar la perfusión cerebral; por el incremento de las beta-endorfinas se presenta una sensación de bienestar y una disminución de los signos depresivos que aumenta los sentimientos de autoestima^{5,9}.

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO FISICO

Los efectos benéficos del entrenamiento están relacionados con una regulación circulatoria óptima durante el esfuerzo submáximo y aunque la adaptación al esfuerzo en el adulto mayor es más lenta, ellos también se benefician, los efectos principales son: (Medina y cols 1994, Maroto y cols 1991):

1. Aumenta el consumo máximo de oxígeno y el gasto energético total.
2. A nivel muscular, para cargas de trabajo submáximas idénticas, el individuo entrenado presenta reducción del gasto sanguíneo en los músculos ejercitados. Esto origina una disminución del gasto cardiaco y por tanto del consumo cardiaco de oxígeno. El entrenamiento a cualquier edad permite mantener la potencia muscular a niveles notablemente más elevados que la de los que están completamente inactivos.
3. A nivel cardiovascular se produce una disminución de la frecuencia cardiaca, tanto en reposo como durante la realización del ejercicio submáximo.
4. A nivel sanguíneo:
 - a) Disminuyen los valores de los triglicéridos, colesterol total y colesterol-LDL
 - b) Aumentan los valores del colesterol-HDL
 - c) Aumenta la actividad fibrinolítica
5. A nivel respiratorio da lugar a una disminución en la relación volumen espiratorio/consumo de oxígeno, lo que a su vez da lugar a menor sensación subjetiva de disnea durante la actividad física
6. A nivel psicológico:
 - a) Disminuye la ansiedad y la depresión
 - b) Aumenta la autoconfianza
 - c) Mejoran las relaciones sociales y la libido.
 - d) Además se ha comprobado que la participación en actividades de ejercicio físico aeróbico preserva algunas funciones cognitivas que normalmente disminuyen con la edad^{5,9,10}.

3. ANTECEDENTES CIENTIFICOS

3.1 REHABILITACIÓN CARDIACA.

Los programas de Rehabilitación Cardíaca se desarrollaron por primera vez en 1960, cuando la ambulancia durante la hospitalización prolongada por eventos cardiovasculares demostró beneficios en los pacientes y esto se documentó. El ejercicio fue el componente esencial de estos programas y se aplicó preferentemente a los sobrevivientes de infarto de miocardio no complicado. La preocupación por la seguridad de los pacientes post-infartados al realizar ejercicio no supervisado, llevó al desarrollo de programas de ejercicios estructurados, mismos que fueron diseñados por médicos; y para un mayor control los pacientes se monitorizan con electrocardiograma¹¹.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) definió en 1964 a la Rehabilitación Cardíaca como “El conjunto de actividades necesarias para devolver a los cardiopatas el máximo de posibilidades físicas y psíquicas que les permitan ocupar por sus propios medios, un lugar tan normal como les sea posible en la sociedad”⁽¹²⁾. Actualmente los programas de rehabilitación cardíaca son reconocidos como un componente esencial en el manejo de pacientes con diferentes presentaciones clínicas de enfermedad coronaria, falla cardíaca y múltiples factores de riesgo. Son probablemente la forma más efectiva para la reducción del riesgo cardiovascular¹². Oldridge et al demostraron una reducción del 20 al 25% en la mortalidad entre los pacientes que ingresaron a los programas de rehabilitación cardíaca durante los primeros 3.5 años después del infarto¹³.

Los objetivos inmediatos de los servicios de rehabilitación cardíaca son: alcanzar una estabilidad clínica, limitar los efectos fisiológicos y psicológicos de la enfermedad cardíaca, mejorar la funcionalidad y mantener la independencia para las actividades de la vida diaria con énfasis en la calidad de vida. A largo plazo los objetivos son: reducir el riesgo de futuros eventos coronarios, retardar la progresión del proceso aterosclerótico y el deterioro clínico, y por último reducir la morbilidad y mortalidad. Los beneficios y los efectos preventivos de la rehabilitación cardíaca son: reducción de los síntomas, disminución de los niveles

de lípidos en sangre, el perfil de riesgo global, cesar el hábito de fumar, el proceso aterosclerótico, la frecuencia de subsecuentes eventos coronarios, la incidencia de hospitalización, el consumo de fármacos y la morbi-mortalidad; incremento en la tolerancia al ejercicio y la capacidad física para el trabajo, mejora en la calidad de vida, reinserción laboral, social, familiar y sexual. Por otro lado las evaluaciones económicas sugieren que los programas de rehabilitación cardiaca tienen una excelente relación costo-eficacia, y están económicamente justificados^(14,15, 16).

Los programas de rehabilitación cardiaca tienen tres pilares fundamentales de actuación: Entrenamiento físico programado, control de los factores de riesgo y tratamiento psicológico.

Entrenamiento físico programado:

Fase I ó intrahospitalaria:

Comprende desde el ingreso hasta el alta hospitalaria, aproximadamente 2 semanas, en situación de post-infarto, post-angioplastia, post-cirugía de revascularización cardiaca, post-transplante cardiaco, etc. Durante este periodo se tiene el primer contacto con el paciente, se le informa en que consiste la rehabilitación cardiaca. El objetivo es una movilización temprana y progresiva, con ejercicios de baja intensidad encaminados a la movilización articular siendo primero pasivos y luego activos. El paciente reasume paulatinamente las actividades elementales de la vida diaria (sentarse, ir al baño, afeitarse, peinarse, lavarse, etc.). También se inicia un consejo educativo sobre el control de factores de riesgo, dieta, ejercicio, etc. Y se contestan las dudas que el enfermo tiene, procurando tranquilizarle y animarle.

Es importante en esta fase el aprendizaje de la respiración diafragmática que acompaña a la realización de los distintos ejercicios. Se vigila la frecuencia cardiaca durante la realización del ejercicio, para evitar que se eleve por arriba de 10- 20 latidos sobre el valor basal. Así mismo, se toma especial atención a los síntomas como disnea, mareo, sudoración, dolor precordial, etc., que obligan a suspender el ejercicio.

Antes del alta hospitalaria se realiza una prueba de esfuerzo limitada por síntomas, necesaria para la valoración pronóstica y estratificación de riesgo, así como un ecocardiograma, estudio Holter, gamagrama o estudio de medicina nuclear, laboratorios, etc, cuyo resultado es imprescindible para la prescripción del ejercicio en la siguiente fase.

Estratificación del riesgo:

Riesgo	Características Clínicas	Resultados de pruebas
Bajo	Edad < 50 años Killip I. No infarto previo Asintomático	No signos de isquemia FE > 50% Respuesta normal de TA con el ejercicio No arritmias ≥ 7 mets
Moderado	Edad > 50 años Killip I o II No infarto previo Sintomatología leve	Isquemia ligera con carga > a 5mets > 40% FE <50% Elevación ligera de la TA con el esfuerzo Arritmias de bajo grado > 5 mets
Alto	Killip II – III Infarto previo Sintomatología con baja carga	Isquemia severa FE < 35% Respuesta hipotensora al esfuerzo Arritmias malignas < 5 mets

MET: Consumo de oxígeno de una persona sentada y en reposo: 3.5 ml O₂/Kg/min

Fase II ó de convalecencia:

Es la fase del entrenamiento físico (ejercicio supervisado) propiamente dicho. Se inicia 8 a 12 semanas tras el alta hospitalaria y la duración del programa es 1 mes para pacientes catalogados de bajo riesgo (12 sesiones) y de 24 a 30 sesiones para pacientes catalogados como riesgo moderado a alto. Durante este periodo se realiza fundamentalmente entrenamiento aeróbico progresivo, junto con ejercicios de flexibilidad–estiramiento muscular y en algunos casos entrenamiento de resistencia. Esto se completa con un programa educativo y con medidas de apoyo psicológico, terapia grupal y técnicas de relajación. Para la prescripción de ejercicio en pacientes con características específicas, como el uso de beta-bloqueadores y arritmias (fibrilación auricular) puede utilizarse la escala de percepción de esfuerzo (Escala de Borg).

Generalmente en los programas de rehabilitación cardíaca se practican ejercicios de tipo aeróbico que requieren un nivel de esfuerzo que pueda mantenerse constante durante el tiempo que dura el entrenamiento, como andar en bicicleta, ejercicio en ergonómetro de brazos y piernas. Se recomienda llevarse a cabo con una frecuencia de 3-5 sesiones por semana, con una duración de una hora (10 minutos de calentamiento, 40 de entrenamiento aeróbico y 10 de enfriamiento), la intensidad se determina en relación con la prueba de esfuerzo estableciendo la frecuencia cardíaca máxima de entrenamiento e iniciando la intensidad desde el 60-75% en base a la frecuencia cardíaca máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo el primer mes, el segundo mes continuamos con el 85% y se incrementa en función de la respuesta del paciente al entrenamiento. Una vez finalizada la fase II el paciente realiza una nueva prueba de esfuerzo y estudios de gabinete posterior al programa de rehabilitación, y de acuerdo con el resultado se le informa sobre el ejercicio que puede continuar haciendo en el futuro.

Fase III o de mantenimiento:

Las recomendaciones para la realización de la actividad física y el control de los factores de riesgo cardiovascular dada el alta del programa de rehabilitación cardíaca fase II, deberán continuarse en esta fase de por vida. El programa de entrenamiento físico y actividad deportiva permitida, ajustada según las características de cada paciente, en base a los resultados de las pruebas de

esfuerzo periódicas y estudios complementarios (ecocardiograma, holter, gamagrama y de laboratorio), se efectuará individualmente o en grupo en gimnasios especializados, en centros de salud de prevención primaria o en clubes coronarios.

Control de los factores de riesgo:

La corrección de los factores de riesgo es fundamental para mejorar el pronóstico de los pacientes por lo que se les debe educar y motivar para modificar los hábitos nocivos ¹⁷.

Objetivos a alcanzar en relación a los factores de riesgo:

Tabaquismo

Objetivo:

Suspensión del tabaquismo

No exposición a ambientes con humo de tabaco

Control de la presión sanguínea

Objetivo:

< 140/90 mmHg ó

< 130/80 mmHg si el paciente tiene diabetes o enfermedad crónica renal.

Manejo de Lípidos

Objetivo:

Triglicéridos < 200 mg/dl

HDL > 50 mg/dl

LDL < 100 mg/ dl

Si los triglicéridos son \geq 200 mg/dl, los no-HDL deberán ser < 130 mg/dl.

Actividad física

Objetivos:

30 minutos , 7 días por semana (mínimo 5 días por semana)

1500 Kcal por semana.

Manejo de peso

Objetivo:

Índice de masa corporal de 18,5 a 24,9 kg/m²

Circunferencia de cintura: Hombres < 40 pulgadas (102 cm)

Mujeres < 35 pulgadas(89 cm)

Manejo de la diabetes:

Objetivo: HbA1c < 6.5%

Tratamiento psicológico.

Es conveniente evaluar la presencia del patrón de conducta tipo A, más frecuente entre los pacientes con cardiopatía isquémica: Fuerte tendencia a la competitividad y al éxito social, agresividad, irritabilidad, estado de alerta constante, hiperactividad y discurso explosivo. En las etapas posteriores al infarto, se pueden desarrollar diversos cuadros de adaptación: ansiedad e irritabilidad al principio y posteriormente negación y depresión. Se debe actuar a través de técnicas de relajación, terapia individual o grupal, empleo de ansiolíticos, antidepresivos y colaboración con el psiquiatra cuando sea necesario.

El objetivo a nivel físico es el mantenimiento e incremento de la actividad física diaria ó por lo menos 5 veces a la semana 60 minutos diarios, para mejorar su capacidad funcional y calidad de vida.

Por último recordar que el objetivo a largo plazo es la reincorporación laboral, social, familiar y sexual, teniendo en cuenta que si el paciente no vuelve al trabajo en los 6 primeros meses, será difícil que lo haga. Además a mayor edad menor vuelta al trabajo. Puede precisarse el asesoramiento por personal calificado y la participación en programas de terapia ocupacional.

3.2 REHABILITACIÓN CARDIACA EN EL ADULTO Y ADULTO MAYOR CON FACTORES DE RIESGO:

Actualmente en México se considera como adulto a la población mayor de 18 años y adulto mayor a toda persona mayor de 65 años de edad según la el reporte de la OPS de 1994. En todo el mundo se esta produciendo una inversión de la pirámide poblacional preponderando la población de adultos y adultos mayores incluyendo México por supuesto, esto se debe principalmente a los programas de control de natalidad y al enfoque sobre los tratamientos y programas preventivos en cuanto a las enfermedades crónico-degenerativas, entre ellas las cardiovasculares y metabólicas, disminuyendo así la tasa de mortalidad y aumentando el promedio de sobrevida a nivel mundial. En México, se estima que para el año 2030 la población de adultos mayores aumentara a 17 millones, lo que equivaldría a una cuarta parte de la población total de México aproximadamente^{1,2}.

La Encuesta Nacional de Salud del 2006, publico que a mayor edad, mayor limitación funcional, el 90% de las personas de 60 a 64 años puede trasladarse sola, pero solo el 33% lo puede hacer a los 90 años. En cuanto a las actividades de la vida diaria un promedio de 7.06% de toda la población de adultos mayores requieren ayuda en al menos una de estas; por lo tanto el deterioro de la funcionalidad involucra diversos ámbitos como salud mental, alteraciones de la marcha, trastornos cognitivos, estado nutricional, síndromes dolorosos crónicos, incluso el acceso independiente a los servicios de salud, lo que repercutirá en su calidad de vida^{2,3}.

Programas de rehabilitación cardiaca en adultos mayores con factores de riesgo

Banzer realizó un estudio en Boston University Medical Center, con 952 pacientes de los cuales el 26% eran diabéticos, los integro a un programa de rehabilitación cardiaca de 10 semanas de duración, que incluyó ejercicio supervisado con una intensidad de 45% a 85% de su frecuencia cardiaca de reserva, con una duración de 30 a 40 minutos, 3 veces por semana utilizando modalidades de ejercicio para extremidades superiores e inferiores y control de factores de riesgo. La capacidad del ejercicio se cuantificó en METS (mlO₂/Kg/min) por medio de una prueba de esfuerzo que al inicio fue significativamente menor en los pacientes diabéticos (5.7 vs 7.0 METS) con un incremento al final del programa de 26% en los diabéticos y 27% en los pacientes no diabéticos (7.2 vs 8.9 respectivamente). En este estudio no se especificó el tiempo que transcurrió entre el infarto y el inicio de la rehabilitación cardiaca, los grupos no fueron comparables con respecto a la capacidad del ejercicio al inicio del programa de rehabilitación, pero es de señalarse que en éste estudio el porcentaje de mejoría alcanzada en la capacidad del ejercicio mejoró de forma similar en pacientes diabéticos y no diabéticos¹⁸. 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 edad entre 35 y 55 años, siendo estos los grupos de edad con más factores de riesgo para padecimientos cardiovasculares, entre los más frecuentes se encuentran hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes, dislipidemia y obesidad.

Uno de los métodos de evaluación diagnóstica, pronóstica y de tratamiento en pacientes que acuden a unidades de rehabilitación cardíaca 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 pronóstico de vida, así como el ingreso a programas de rehabilitación cardíaca 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 supervisado.

3.3 PRUEBAS DE ESFUERZO

Las pruebas de esfuerzo modernas tienen sus orígenes en 1956 cuando Robert Bruce de Seattle, describió una prueba con tapiz ergométrico. La mayoría de los principios actuales se basan en los establecidos por Bruce. Años antes, Astrand y Ryhming demostraron que la máxima captación de oxígeno o capacidad aeróbica podía predecirse por la frecuencia cardíaca durante el ejercicio submáximo⁸.

Las pruebas de esfuerzo son de gran valor en la evaluación clínica y tratamiento de los pacientes con cardiopatía, particularmente con cardiopatía isquémica. Son útiles también como un procedimiento de control en individuos asintomáticos para determinar el riesgo de cardiopatía isquémica y para realizar la evaluación funcional en individuos sanos, como atletas y personas que quieren hacer ejercicio, para conocer su capacidad física durante este¹⁹.

Las pruebas de esfuerzo empleadas de manera adecuada son una forma de evaluación, eficaz, segura y barata. Son utilizadas para evaluación diagnóstica (por ejemplo: arritmias, paciente sintomático), funcional (evaluación de carga de trabajo máxima, respuesta de presión arterial, etc.), y pronóstica (para evaluar el electrocardiograma, función cardiopulmonar). Las dos pruebas de esfuerzo (PE) de mayor utilidad práctica son: el cicloergómetro y banda sin fin, Hay otros tipos de pruebas que, aún sin uso actual, han servido de base al desarrollo de las actuales⁹.

Entre las pruebas de esfuerzo que se han utilizado y que han tenido alguna significancia están:

Ejercicio estático (“Handgrip”): Consiste en apretar con una o ambas manos un resorte. No presentó 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 a 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 máxima es aproximadamente el 70% de la que se obtiene en pruebas con banda sin fin.

Subir escalones apoyándose con sujeción manual (“Climbing test”): Su uso no es 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, pero no puede realizarse un ECG durante la prueba por el movimiento del paciente, dificulta la toma simultánea de TA y tiene escasa sensibilidad para el diagnóstico de Cardiopatía isquémica. Se considera precursora de las actuales.

Bicicleta ergométrica: Consiste en una bicicleta estática en la que puede regularse la resistencia a vencer durante el pedaleo. En función de estas distintas características se elegirá el procedimiento que mejor satisfaga las necesidades de cada laboratorio de ergometría.

Existen dos tipos de bicicletas ergométricas:

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

Bicicleta ergométrica en posición de decúbito: La diferencia con la anterior es 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 una banda sin fin donde el paciente camina ó corre y cuya inclinación y velocidad son modificables en función del protocolo utilizado.

BANDA SIN FIN

Es el tipo de ejercicio más fisiológico y presenta entre otras ventajas:

- Mejor cuantificación del esfuerzo.
- Menor colaboración del sujeto (y menor entrenamiento previo).
- Mejor ventilación pulmonar durante la prueba (alcanzándose mayor nivel de consumo de O₂).

Entre los inconvenientes, además del costo y necesidad de mayor espacio, está su limitación en los casos en que es aconsejable que el tórax esté lo más inmóvil posible (uso simultáneo de gamacámara, catéteres intravasculares). La fijación de los electrodos debe ser especialmente cuidadosa, para evitar interferencias por artefactos de origen muscular, sudor, etc^{20, 21}.

Indicaciones para la realización de prueba de esfuerzo (AHA-ACC)²²:

- 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^{22, 23}.

- Clase funcional I: ninguna.
- Clase funcional II:
 - Varones
 - Mayores de 40 años
 - Asintomáticos

- Con trabajos de alto riesgo
- Dos o más factores de riesgo cardiovascular
- Colesterol total mayor de 240mg/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 esfuerzo²¹:

- 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 esfuerzo²¹

- 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: extrasístole ventricular de densidad creciente, apareada o en salvas, taquicardia ventricular sostenida, bloqueo A-V de 2º o 3º 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
 - Respuesta cronotrópica anormal (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 esfuerzo²¹:

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

Complicaciones de la Prueba de Esfuerzo²¹

- 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 síncope, isquemia cerebrovascular focal, EVC, etc.
 - Infarto al miocardio
 - Muerte

Valor pronóstico de la prueba de esfuerzo:

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

La prueba de esfuerzo, tiene una mortalidad de 1 por cada 10.000 habitantes y morbilidad de 2 por cada 10.000.

EVALUACIÓN PRONÓSTICA DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO

El pronóstico de los pacientes con cardiopatía isquémica puede clasificarse en alto y bajo riesgo mediante una prueba de esfuerzo. Esta valoración ayudará a tomar decisiones diagnósticas y terapéuticas. Los parámetros que nos ayudarán 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 riesgo²¹.

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 cardiaca 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 OXÍGENO EN LAS PRUEBAS DE ESFUERZO

El consumo de O₂ aumenta con el incremento del trabajo cardíaco hasta un nivel de carga determinado en que el consumo es máximo (VO₂ máximo) y que obviamente no aumenta aunque se incremente el nivel de esfuerzo^{21, 25}.

El VO₂ máximo 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 VO₂.

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

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

(GC= gasto cardíaco, VE= volumen de eyección, FC= frecuencia cardíaca, dif. A-V= diferencia arteriovenosa O₂).

El consumo de O₂, se expresa en METs o equivalentes metabólicos. Un MET equivaldría al consumo de O₂ de un adulto en reposo y se ha cuantificado en 3.5 ml/kg/min. El consumo directo de O₂ 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 medio²¹. Las diferencias entre las pruebas de esfuerzo descritas se basan, fundamentalmente, en el tipo de ejercicio realizado y en su secuencia en el tiempo.

3.4 EJERCICIO FÍSICO

Existen dos posibilidades de ejercicio físico:

Aeróbicos, dinámicos o isotónicos: 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 O₂, aumentando de forma paralela el gasto cardíaco, ventilación pulmonar y máximo consumo de O₂. 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 máxima teórica para cada individuo. En ocasiones, la suspensión se realiza al alcanzar una FC determinada, frecuentemente 170 lpm²⁶.

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)²⁷.

Otro 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 continua 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.

3.5 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 máximo consumo de O₂ 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 costo 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 gamacámara).

Los distintos protocolos utilizados en la prueba de esfuerzo con banda sin fin, se basan en la realización de ejercicios del tipo isotónico, continuo y multietapa debiendo tener siempre la precaución que en la realización, el paciente no se

sujete en las barras de soporte, evitando realizar así, ejercicio isométrico y en consecuencia la modificación de los parámetros hemodinámicos con respecto a cuando sólo se realiza ejercicio dinámico o isotónico. En 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) cuyas características y secuencia se resumen en la tabla 1²⁸. 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 O₂ es mayor por el costo adicional de energía que supone correr en vez de caminar^{21, 8}.

Tabla 1: Protocolo de Bruce.

Estadio	Pendiente (%)	Tiempo (minutos)	VO ₂ 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.

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^{21,28}.

Tabla 2: Protocolo de Bruce Modificado

Estadio	Pendiente (%)	Tiempo (minutos)	VO ₂ max ml/kg/min (METs aproximado)	Velocidad Millas/h)*
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.

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 pacientes²²:

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

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ejercicio físico en los adultos y adultos mayores constituye una necesidad biológica, que disminuye el riesgo cardiovascular, favorece la mayoría de las funciones fisiológicas, la actividad cerebral y el sueño, además de mejorar la actividad psicomotora y ser un estimulador de las funciones psicológicas o capacidades cognitivas. Los ejercicios dosificados, (aun sin ser intensos) producen modificaciones positivas del metabolismo y favorecen la capacidad cardiovascular. Cualquier programa de ejercicios en adultos y adultos mayores deberá organizarse tras un cuidadoso análisis de las limitaciones del paciente en relación con la capacidad aeróbica, fuerza muscular, grado de movimiento, afectaciones funcionales y barreras sociales y culturales.

En este grupo de pacientes el ejercicio es importante para la prevención y el tratamiento de lesiones y trastornos orgánicos y funcionales, como coronariopatías, alteraciones del aparato locomotor, enfermedades metabólicas, hipertensión, etc.

Actualmente las enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y diabetes mellitus son la primera causa de morbi-mortalidad en la población adulta y adulta mayor, para asumir este nuevo enfoque es necesario crear sistemas terapéuticos multidisciplinarios que aborden al paciente de manera integral, siendo un proceso que incluye tratamiento médico ó intervencionista para aliviar los síntomas, evaluación del riesgo cardiovascular, ejercicio físico, educación acerca de los factores de riesgo cardiovascular y cambios en la calidad y estilo de vida. Por tal motivo, es de gran interés valorar la efectividad de un programa de Rehabilitación cardiaca en este grupo de población, a fin de mejorar la tolerancia al ejercicio y capacidad funcional y por ende disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular.

5. JUSTIFICACIÓN

Se ha demostrado que los pacientes con factores de riesgo cardiovascular tienen una menor tolerancia para la realización del ejercicio, en el consumo máximo de O₂, en comparación con los que no tienen factores de riesgo cardiovascular a pesar de presentar condiciones basales similares, por lo que deben tomarse medidas específicas para este tipo de población, tomando en cuenta que la capacidad para la realización del ejercicio está estrechamente relacionada con la mortalidad a corto y largo plazo, un incremento en la capacidad del ejercicio por cada MET, favorece el pronóstico de supervivencia en un 9% a corto y a largo plazo.

Actualmente se está produciendo una inversión de la pirámide poblacional en todo el mundo predominando la población de adultos y adultos mayores incluyendo México, la población de 65 años y más aumenta en 150,000 personas al año. En las unidades de medicina familiar del IMSS la demanda de atención en el año 2006 de pacientes de 60 años y más fue de 17,369 consultas de un total de 72,046 consultas (20.87%). La población adscrita a la UMFRRSXXI fue de 528,314 con una población usuaria de 69,535 de los cuales el 19.52% correspondieron al grupo de edad de 50-59 años, 7.08% de 60-69 años y el 17.06% a 70 años y más lo que representa un total del 43.66% de nuestra población usuaria mayor de 50 años, por ello la importancia de realizar programas específicos a este grupo de pacientes.

Es por esto que se desea realizar un programa de rehabilitación cardíaca en pacientes adultos y adultos mayores con factores de riesgo cardiovascular para valorar la efectividad de dicho programa evaluando la capacidad funcional (tolerancia al ejercicio y consumo máximo de O₂) posterior al programa de rehabilitación mediante una prueba de esfuerzo cardiovascular en banda sin fin utilizando el protocolo de Bruce Modificado en estos pacientes.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Posterior a un programa de Rehabilitación Cardíaca en el Adulto y Adulto Mayor con dos o más factores de riesgo, se incrementará la capacidad funcional (tolerancia al ejercicio y consumo máximo de O₂)?

1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La capacidad funcional cardiovascular (tolerancia al ejercicio y consumo máximo de O₂) mejora posterior a la aplicación de un programa de Rehabilitación Cardíaca en el Adulto y Adulto Mayor con dos o más factores de riesgo.

2. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL:

Valorar los cambios en **la capacidad funcional** cardiovascular mediante una prueba de esfuerzo en banda sin fin utilizando el Protocolo de Bruce Modificado en pacientes adultos y adultos mayores con factores de riesgo posterior a un programa de rehabilitación cardíaca.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar los parámetros demográficos (edad, sexo y talla) de la población estudiada.
- Evaluar los cambios en los parámetros demográficos (peso, índice de masa corporal) de la población estudiada posterior a un programa de rehabilitación cardíaca.
- Evaluar los cambios en los resultados de las pruebas de esfuerzo (máxima, submáxima, concluyente, no concluyente, eléctricamente positiva y eléctricamente negativa) en los pacientes adultos y adultos mayores con factores de riesgo posterior a un programa de rehabilitación cardíaca
- Evaluar los cambios en los parámetros hemodinámicos (tolerancia al ejercicio, Mets obtenidos, respuesta presora, respuesta cronotrópica, consumo de oxígeno, pulso de oxígeno, consumo máximo de oxígeno e índice de eficiencia miocárdica) en los pacientes adultos y adultos mayores con factores de riesgo posterior a un programa de rehabilitación cardíaca

9. MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de este estudio es cuasi experimental de "antes y después"

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

Se incluyeron a todos los pacientes del sexo masculino y femenino, mayores de 50 años con la presencia de dos o más factores de riesgo cardiovascular (DM2, HAS, Isquemia, Cardiopatías, Dislipidemia, Tabaquismo, Sedentarismo e Hiperuricemia), que llegaron al servicio de Rehabilitación Cardíaca de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI en el periodo comprendido de Enero a Agosto del 2009 y que cumplieron con los criterios de inclusión. Las pruebas de esfuerzo fueron realizadas en banda sin fin utilizando protocolo de Bruce modificado.

Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos y la determinación estadística de la muestra se obtuvo en base al muestreo sin remplazo de población infinita.

9.1 VARIABLES

VARIABLES DEMOGRÁFICAS

➤ **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

➤ **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

➤ **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.

➤ **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.

VARIABLES INDEPENDIENTES

➤ **Programa de Rehabilitación Cardíaca**

Definición Conceptual: Conjunto de actividades necesarias para asegurar a los cardiopatas una condición física, mental y social óptimas que les permita ocupar por sus propios medios, un lugar tan normal como les sea posible en una sociedad.

Definición Operacional: Programa de Rehabilitación Cardíaca que consiste en 12 sesiones de ejercicio en pacientes de bajo riesgo y de 30 sesiones en pacientes de mediano y alto riesgo.

El programa de rehabilitación consiste en un periodo de calentamiento (con ejercicio aeróbico) de 10 min, posteriormente un periodo de caminadora o bicicleta fija de 30 min y al término 10 min de ejercicios de estiramiento. A partir de la segunda semana se utilizaran pesas de 1kg y a partir de la sexta semana continuaran con pesas de 2kg. Se requerirá en cada sesión: peso, talla, índice cintura-cadera, frecuencia cardiaca basal, presión arterial basal, frecuencia cardiaca al final del calentamiento, presión arterial a los 20 min de ejercicio y frecuencia cardiaca a los 25 minutos de ejercicio, además de medición con escala de Borg en el minuto de esfuerzo máximo, es decir en el minuto 25. Toda la información anterior será recabada en hojas de recolección de datos o ficha de gimnasio (Anexo F).

Escala de medición: Cualitativa nominal

➤ **Factor de Riesgo Cardiovascular:**

Definición Conceptual: Elemento o condición que implica cierto grado de riesgo o peligro, al hablar del corazón y los vasos sanguíneos, el factor de riesgo se refiere a un aumento de las probabilidades de padecer una enfermedad cardiovascular. Los factores de riesgo se dividen en: principales y contribuyentes. Los principales factores de riesgo son aquellos cuyo efecto de aumentar el riesgo cardiovascular ha sido comprobado. Los factores contribuyentes son aquellos que se piensa pueden dar lugar a un mayor riesgo cardiovascular pero cuyo papel exacto no ha sido definido aún.

Definición Operacional: Se considera **factor de riesgo cardiovascular** a aquellos hábitos, patologías, antecedentes o situaciones que desempeñan un papel importante en las probabilidades de desarrollar una enfermedad cardiovascular.

Escala de medición: Cualitativa nominal

VARIABLES DEPENDIENTES

➤ **Frecuencia Cardíaca:**

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 discreta

➤ **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 O₂.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **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).

➤ **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: $VO_2 \text{ max: } 12.95 - 0.0062 \times (\text{tiempo}) + 0.27 \times (\text{tiempo}^2) - 0.0071 \times (\text{tiempo}^3) \times (\text{Edo de salud}) - 0.83 (\text{Act Fis}) + 3.07 \times (\text{Edo de salud} \times \text{Act fis})$. 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.

$MVO_2 = DPF \times 0.14 \times 0.01 - 6.3$

Escala de medición: Cuantitativa continua.

➤ **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 ($\text{ml O}_2/\text{min}$) o en litros o mililitros de oxígeno por minuto por kilogramo de peso ($\text{ml O}_2/\text{min}/\text{kg}$). Valores normales: 3.5 ml/min por kg de peso. $\text{VO}_2 = \text{METs}$ alcanzados por 3.5.

Escala de Medición: Cuantitativa de razón.

➤ **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.

$\text{DPF} = \text{TA sistólica max esfuerzo} \times \text{FC max esfuerzo}$.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **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.

$\text{DPI} = \text{TA sistólica reposo} \times \text{FC}$.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **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: Será 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 incremente desde las primeras etapas mas de 70-90 mmHg y diastólica de 15-25 mmHg . Hipotensa: sistólica disminuya 10-20 mmHg en relación a la etapa de esfuerzo precedente. $\text{TA}/\text{MET} = \text{TA final} - \text{TA inicial} / \text{METs}$.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **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). $FC/MET = FC \text{ final} - FC \text{ inicial} / METs$.

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **Índice de Eficiencia Miocárdico:**

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

Definición Operacional: Se determinara mediante la siguiente fórmula:

$$IEM = MVO_2 / VO_2 \times 10$$

Escala de Medición: Cuantitativa discreta.

➤ **PO₂ (Pulso de Oxígeno):**

Definición Conceptual: La absorción de oxígeno dividido por la frecuencia cardiaca. El O₂ 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 O₂ [C (a-v) O₂] y se expresa en unidades de mililitros de O₂ por vencer. Se utiliza como un estimador del volumen de pico máximo cuando se supone que C (a-v) O₂ es máximo y normal.

Definición Operacional: $PO_2 = VO_2 \times \text{peso} / FC \text{ máxima}$.

Escala de Medición: Cuantitativa de razón.

9.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN:

a) Criterios de inclusión:

- Pacientes de ambos sexos
- Mayores de 50 años
- Que tengan más de dos factores de riesgo cardiovascular (HAS, DM, Dislipidemia, tabaquismo, etc)
- Que acepten participar en el estudio mediante firma de carta consentimiento informado

b) Criterios de exclusión:

- Pacientes menores de 50 años
- Arritmias complejas
- Fracción de eyección < 40 %
- Hipertensión arterial descontrolada. (TAS > 160mmHg y TAD >100mmHg)
- Alteraciones cognitivas o neurológicas
- Enfermedad pulmonar severa
- Alteración renal grave y retinopatía avanzada
- Alteraciones músculo esqueléticas que les impidan realizar el ejercicio.

c) Criterios de eliminación:

- Retiro voluntario del estudio.
- Mas de 4 faltas a la sesión de rehabilitación
- Síntomas de isquemia durante el ejercicio

9.3 PROCEDIMIENTOS

Se realizó a cada paciente una historia clínica integral así como una prueba de esfuerzo cardiovascular en banda sin fin con Protocolo de Bruce Modificado al inicio del programa de rehabilitación cardíaca para estratificación del riesgo y otra prueba al finalizar el programa de rehabilitación para determinar los cambios en la capacidad funcional.

Prueba de esfuerzo en protocolo de Bruce modificado

Para la medición de la tolerancia al ejercicio y el consumo máximo de O₂ se realizó una prueba de esfuerzo máxima limitada por síntomas, con el protocolo de Bruce modificado al ingreso y al final del estudio en el grupo de tratamiento. La prueba se realizó bajo supervisión médica del Cardiólogo de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación

Preparación del paciente

Como preparación previa del paciente se indicó no tomar bebidas alcohólicas, ni con cafeína tres horas antes de la realización de la prueba, no realizar actividad física intensa o ejercicio inhabitual en las doce horas anteriores y llevar ropa confortable y calzado cómodo para la realización de la prueba. No se suspendieron medicamentos indicados por cardiología.

Realización de la prueba.

Se realizó un electrocardiograma (ECG), previo a la prueba, en decúbito y en ortostatismo (basal para la prueba de esfuerzo). Durante la prueba, se registraron al menos tres derivaciones de forma continua y se realizó el registro de 12 derivaciones en el momento de máximo esfuerzo, en cualquier momento en el que se produjera un acontecimiento clínico importante y al finalizar la prueba, también se registró durante la fase de recuperación (5-10 minutos) hasta que el paciente se encontraba nuevamente en situación basal. Paralelamente, se registró la Frecuencia Cardíaca (FC) y la Presión Arterial (TA) en reposo, al menos en los mismos momentos en los que se registró el ECG y al final de cada estadio (cada 3 minutos)

La duración de la prueba fue entre 6 y 12 minutos, ya que una duración mayor puede dificultar la valoración de la misma. La suspensión de la prueba se realizó en cuanto el paciente alcanzó el 85% de su FCM esperada para la edad, al encontrar datos electrocardiográficos de isquemia ó cualquier cambio ecocardiográfico ó clínico que pusiera en peligro la vida del paciente ó por suspensión voluntaria.

9.4 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

a. Captura e Inclusión de Pacientes:

a) Todos los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, se canalizaron a la Unidad de Rehabilitación Cardíaca y Prevención Secundaria de la misma unidad en el periodo comprendido de Enero a Agosto del 2009.

b. Aplicación del programa de Rehabilitación Cardíaca al grupo experimental:

Posterior a su valoración integral en el servicio de Rehabilitación Cardíaca de la UMFRSXXI, se inició el programa de rehabilitación cardíaca, que consistió en ejercicio durante 12 o 24 sesiones según el caso en la misma unidad, 3 veces por semana. Al ingreso al programa se realizó una prueba de esfuerzo máxima para valorar su consumo máximo de O₂, la tolerancia al ejercicio, los resultados obtenidos fueron necesarios para la prescripción del ejercicio (Anexo A), con utilización de la escala de percepción del esfuerzo de Borg (Anexo B) cuando era pertinente. Se prescribió el ejercicio al grupo experimental tomando en cuenta las siguientes consideraciones: Frecuencia: 3 veces por semana.

La percepción de la intensidad del ejercicio también fue precisada mediante mediciones directas de la frecuencia cardíaca máxima que en un ejercicio de moderada intensidad es del 65 al 80% y también de manera indirecta utilizando la escala subjetiva de esfuerzo percibido de Borg (Anexo B) que a pesar de ser una determinación subjetiva es bastante reproducible y ampliamente utilizada en el entrenamiento físico de pacientes cardíacas, ya que ha demostrado tener excelente correlación con la frecuencia cardíaca. Se recomienda mantener durante el trabajo aeróbico una intensidad de entre 4 y 7 (moderado - algo pesado).

9.5 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 Helsinki²⁰, en el Código de Nuremberg, en el Reporte Belmont y en la normatividad de la Ley General de Salud. Todos los pacientes aceptaron participar en el estudio (ANEXO C) y se hizo de su conocimiento por escrito el Reglamento para pacientes del servicio de RCPS de la UMFRSXXI (ANEXO D). El estudio se realizará en seres humanos de acuerdo al artículo 17 párrafo II del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y se califica de riesgo mínimo⁴¹.

9.6 PLAN DE ANALISIS ESTADISTICO

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS 17.0⁴²

Se realizó estadística descriptiva estimando medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar) en las variables cuantitativas y porcentaje en las variables cualitativas de acuerdo a la distribución de los datos.

Para el análisis intragrupo se utilizó estadística inferencial utilizando la Prueba no paramétrica de rangos asignados de Wilcoxon.

Para el análisis intergrupo (masculinos y femeninos) se utilizó estadística inferencial utilizando la Prueba no paramétrica de dos muestras independientes U de Mann Whitney.

Para el análisis intergrupo por grupos de edad se utilizó estadística inferencial utilizando la Prueba no paramétrica de muestras independientes Kruskal Wallis.

Todas con valor de $p < 0.05$

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

10.RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se incluyeron 35 pacientes (N=35) con un total de 70 pruebas realizadas del programa de rehabilitación cardiaca antes y después. Del total de pacientes evaluados, 71% (25) pacientes correspondieron al sexo masculino y 29% (10) pacientes al sexo femenino (gráfica 1). El promedio de edad de los pacientes cuyas pruebas conformaron la muestra de estudio fue de 62 ± 10 años con un rango de 50 a 84 años (tabla 1).

De acuerdo a las características somatométricas obtuvimos la medición del peso y talla en los registros de cada paciente siendo un peso promedio de 73.53 kg con un rango de 50 a 125 kg antes del programa rehabilitatorio y un peso promedio de 73.90 kg con un rango de 50 a 120 kg posterior al programa no encontrando diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$). Con respecto a la talla se obtuvo un promedio de 1.62 m con un rango de 1.44 a 1.84 m (tabla 1).

El Índice de Masa Corporal promedio previo al programa de Rehabilitación Cardiaca (RC) fue de 27.71 con un rango de 20.19 a 40.37, posterior al programa se obtuvo un promedio de 27.84 con un rango de 21.92 a 39.54 no encontrando diferencias estadísticamente significativa ($p>0.05$).

De acuerdo a las puntuaciones obtenidas se procedió a clasificar a los pacientes observando que el 20% (7) se ubicaron dentro de los límites de normalidad; 62% (22) se englobaron en la categoría de sobrepeso; 9% (3) se clasificaron con categoría de obesidad G-I; 6% (2) en la categoría de obesidad G-II y solamente 3% (1) se calificó como obesidad G-III previo al programa rehabilitatorio, posterior al programa los resultados obtenidos fueron 17% (6) de los pacientes se encontraron dentro de los límites de normalidad; 63% (22) con sobrepeso; 11% (4) con obesidad G-I; 9% (3) en la categoría de obesidad G-II y ningún paciente con obesidad G-III (tabla 1, gráficas 2 y 3).

Se identificaron y cuantificaron los factores de riesgo cardiovascular de los pacientes que fueron sometidos a la prueba de esfuerzo encontrando que el 77% (27) de los pacientes tenían de 1 a 2 factores de riesgo, y el 23% (8) reunían 3 o más factores de riesgo (gráfica 4).

Los factores de riesgo encontrados en nuestra población de estudio fueron Hipertensión Arterial en un 40% (14) del total de pacientes incluidos en el estudio, Cardiopatías en el 37% (13), Isquemia en un 31% (11), Dislipidemia y DM2 en el 20% (7) de los pacientes respectivamente, Tabaquismo y Sedentarismo en 17% (6) e Hiperuricemia solo en 9% (3) de los pacientes (gráfica 5).

Dentro de las mediciones cardiológicas evaluadas esta el doble producto en las pruebas de esfuerzo el cual se obtuvo en la etapa inicial y final con puntuaciones promedio de 8573 y rango de 5400 a 14000 para la medición inicial y una puntuación promedio de 18638 y rango de 9750 a 28800 para la medición final previo al programa de RC. Posterior al programa también se obtuvo el doble producto inicial con valor promedio de 8730 y rango de 5460 a 13720, así como el doble producto final que arrojó un valor promedio de 20546 y un rango de 11400 a 28770, en ambos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) al inicio y final del programa. Otra medición cardiológica realizada 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 63 a 180 latidos por minuto (promedio 126) al inicio del programa y en un rango de 97 a 168 latidos por minuto (promedio 141) al final del programa de RC con diferencias significativamente estadística ($p = 0.001$) al inicio y final de la evaluación (tablas 2 y 3).

Para la medición de la capacidad funcional durante la prueba se cuantificaron los METs alcanzados por cada paciente al inicio del programa, obteniendo un promedio de 7.8 ± 3.1 METs, con un rango de 2.3 a 17.2; al final del programa también se cuantificaron los METs alcanzados encontrando un promedio de 10.5 ± 2.6 METs, con un rango de 7.0 a 13.5 METs con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$); se calcularon los METs esperados de acuerdo a la edad encontrando un promedio de 11 METs con un rango de 10 a 12 METs, el 20% (7) de los pacientes se encontraron en los 10 METs, 37% (13) de los pacientes en los 11 METs y 43 % (15) en los 12 METs (tablas 2 y 3, gráfica 6).

Dentro de los parámetros hemodinámicos obtenidos en las pruebas de esfuerzo encontramos a la respuesta presora y cronotrópica:

La respuesta presora (mmHg/METs) al inicio del programa fue de 4.07 ± 2.55 con un rango de 0.00 a 8.69; al final del programa se obtuvo una respuesta presora de 2.76 ± 1.61 , con un rango de 0.37 a 8.0 con una $p < 0.05$ (tabla 1).

De acuerdo a cada puntuación obtenida se clasificaron al 83% (29) de los pacientes con una respuesta plana (menor de 7), al 14% (5) con una respuesta normal (de 7 a 10) y al 3% (1) con una respuesta exagerada (mayor de 10) antes del programa de RC. Posterior al programa encontramos al 97% (34) de los pacientes con una respuesta plana, al 3% (1) con una respuesta normal y ningún paciente con respuesta exagerada (gráficas 7 y 8).

En cuanto a la respuesta cronotrópica, (latidos/METs) al inicio del programa fue de 7.51 ± 3.91 con un rango de 1.30 a 21.04; al final del programa se obtuvo una respuesta presora de 6.36 ± 2.04 , con un rango de 3.57 a 12.57 no encontrando diferencias significativamente estadísticas ($p > 0.05$) (tabla 1); posteriormente se clasificó a los pacientes observando que 63% (22) obtuvieron una respuesta inadecuada (por debajo de 8), 31% (11) una respuesta normal entre 8 y 12, y 6% (2) de los pacientes tuvieron una respuesta exagerada (mayor de 12) al inicio del programa; al final del programa los resultados obtenidos fueron 68% (24) con respuesta inadecuada, 29% (10) con respuesta normal y 3% (1) de los pacientes tuvieron una respuesta exagerada (graficas 9 y 10).

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 27.51 ± 10.97 mlO₂, con un rango de 8.05 a 60.20 al inicio del programa y un promedio de 36.89 ± 9.32 mlO₂, con un rango de 24.5 a 47.25 al final del programa; el pulso de oxígeno (PO_2), obtenido en relación al consumo de oxígeno, el peso de cada paciente y su frecuencia cardiaca máxima se encontró inicialmente con una media de 16.16 ± 6.67 mlO₂/latidos, con un rango de 4.24 a 31.87 ($p < 0.001$); al final del programa los resultados obtenidos fueron una media de 19.02 ± 4.64 mlO₂/latidos, con un rango de 10.94 a 29.34 ($p < 0.01$).

Los resultados en el consumo máximo de oxígeno (MVO_2) obtenido en base al doble producto final al inicio del programa mostraron una media de 19.78 ± 6.23 mlO_2 , con un mínimo de 7.35 y un máximo de 34.02; al final del programa se obtuvo una media de 21.77 ± 6.91 mlO_2 , con un mínimo de 2.21 y un máximo de 33.9. Por último con respecto al índice de eficiencia miocárdica obtenido con los parámetros anteriores ($MVO_2/VO_2 \times 10$), obtuvimos al inicio del programa un rango de 0.04 a 22.10, con una media de 7.88 ± 4.46 ; al final del programa se obtuvo un rango de 0.07 a 12.30, con una media de 6.25 ± 2.53 (tablas 2 y 3).

Se registraron también el tiempo total de duración de cada paciente en la banda sin fin, obteniendo un tiempo promedio de 10.40 minutos (rango de 1.45 a 18.24) al inicio del programa y un tiempo promedio de 13.10 minutos (rango de 7.0 a 17.10) al final del programa de RC. También se hizo una evaluación de la escala de percepción de esfuerzo de Borg en cada paciente que registra del 0 al 10, obteniendo en este estudio un promedio de 5 puntos al inicio y al final del programa (tabla 2 y 3).

Por último, en los resultados finales del total de pacientes revisados, encontramos que el 91% (32 pacientes) de las pruebas de esfuerzo fueron eléctricamente negativas (datos electrocardiográficos normales) y el 9% (3) con pruebas eléctricamente positivas (datos electrocardiográficos anormales) al inicio del programa; al final del programa el 94% (33) fueron eléctricamente negativas y el 6% (2) fueron eléctricamente positivas. En relación al porcentaje de la frecuencia cardíaca calculada a cada paciente, un 57% del total de las pruebas de esfuerzo valoradas que corresponde a 20 pacientes fueron máximas, mientras que un 43% (15 pacientes) fueron submáximas al inicio del programa y un 80% (28) fueron máximas y 20% (7) submáximas al final del programa de RC.

Para evaluar la homogeneidad de la muestra se realizó un análisis estadístico inferencial intergrupo por sexo utilizando la prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann Whitney no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres con una $p < 0.005$, excepto en la talla y por ende en el Índice de masa corporal.

También se realizó un análisis estadístico inferencial intergrupo por edades, estableciendo tres grupos: de 50 a 63 años, de 64 a 74 años y de 75 a 84 años utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis no encontrando diferencias estadísticamente significativas con una $p < 0.5$, excepto en los METs y por ende en el VO_2 .

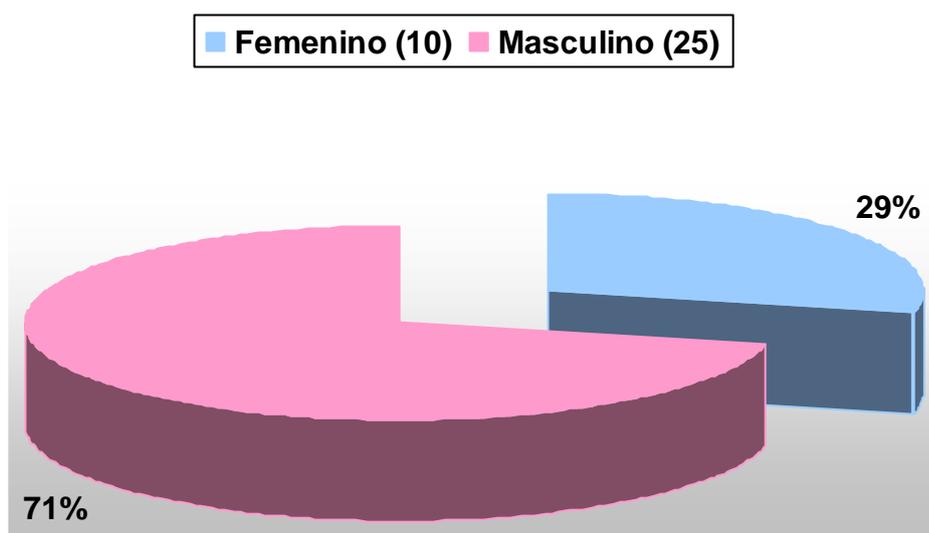
Tabla 1. Se muestran la media y desviación estándar así como el rango de las variables demográficas previo al programa (1) y posterior al programa (2) de Rehabilitación Cardíaca (RC). N=35

<i>Variable</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
Edad (años)	50	84	62	10
Talla (m)	1.44	1.84	1.62	0.08
Peso 1 (kg)	50	125	73.53	13.03
Peso 2 (kg)	50	120	73.90	12.04
IMC 1	20	40	27.71	4.16
IMC 2	22	40	27.84	3.78

IMC= INDIC DE MASA CORPORAL

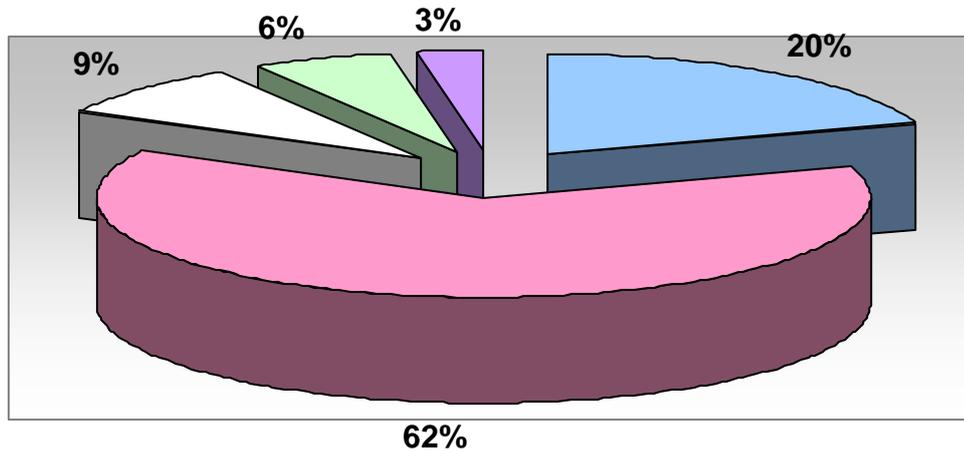
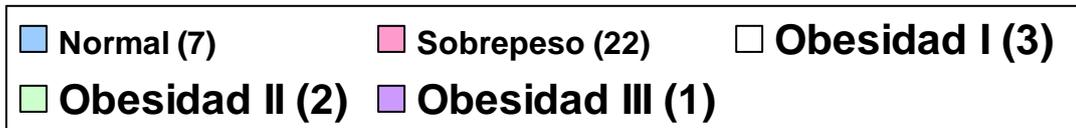
FUENTE: BD-JTI/09. UMFRSXXI

Gráfica 1. Distribución por sexo N=35



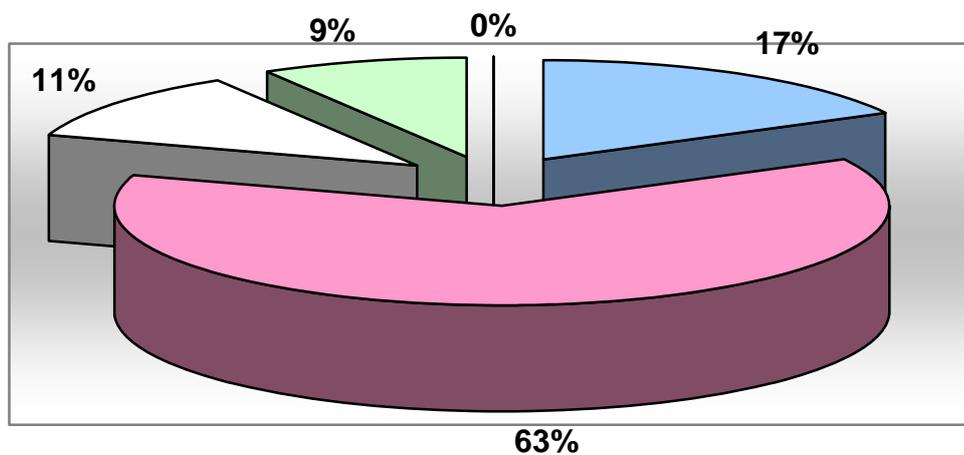
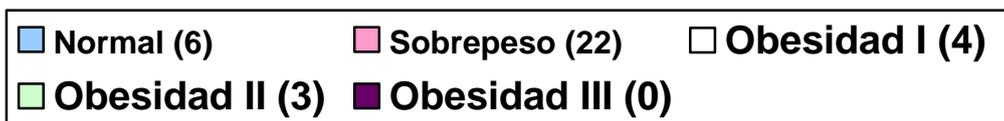
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

**Gráfica 2. Índice de Masa Corporal previo al programa de RC.
N=35**



FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

**Gráfica 3. Índice de Masa Corporal posterior al programa de RC.
N=35**



FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Tabla 2. Se muestran la media y desviación estándar así como el rango de las variables medidas previo al programa de Rehabilitación Cardíaca (RC). N=35

<i>Variable</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
DPI ¹	5400	14000	8573	1793
DPF ²	9750	28800	18638	4453
LPM de la FC máxima ³	63	180	126	24
METs alcanzados	2.3	17.2	7.8	3.1
METs por edad	10	12	11	1
Respuesta presora ⁴	0.0	8.69	4.07	2.55
Respuesta cronotrópica ⁵	1.30	21.04	7.51	3.91
VO2 (ml O2) ⁶	8.05	60.20	27.51	10.97
PO2 - ⁷	4.24	31.87	16.16	6.67
MVO2 - ⁸	7.35	34.02	19.78	6.23
IEM ⁹	0.04	22.10	7.88	4.46
Tiempo en banda (min)	1.45	18.24	10.40	3.51
Escala de Borg	3	9	5	1

1. Doble producto inicial (presión arterial sistólica en reposo multiplicado por la frecuencia cardíaca en reposo).
2. Doble producto final (presión arterial sistólica máxima multiplicada por la frecuencia cardíaca máxima).
3. Latidos por minuto de la frecuencia cardíaca máxima.
4. Presión arterial final menos presión arterial inicial, dividida entre los METs alcanzados (mmHg/METs).
5. Frecuencia cardíaca final menos frecuencia cardíaca 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: BD-JTI/09UMFRSXXI

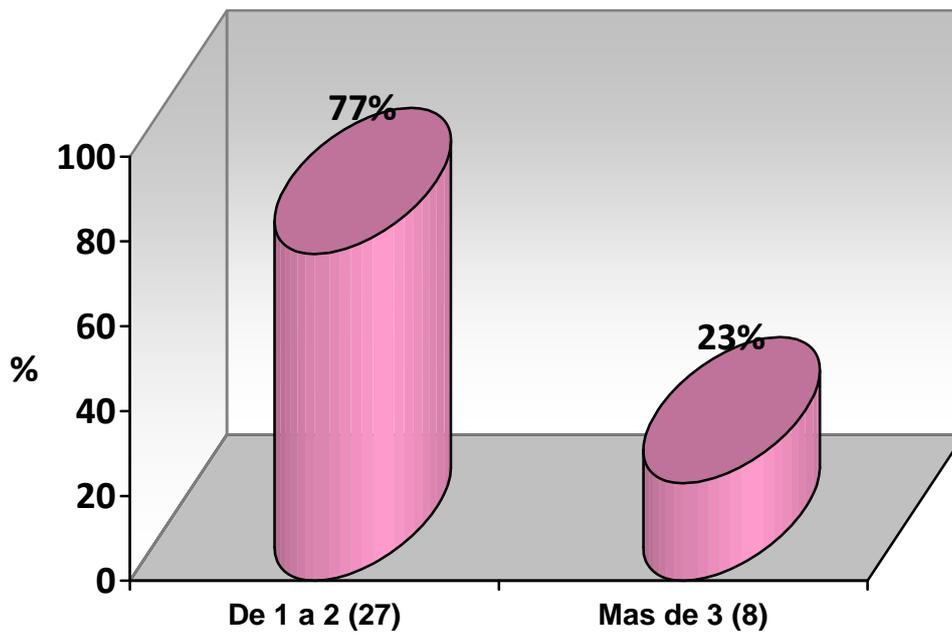
Tabla 3. Se muestran la media y desviación estándar así como el rango de las variables medidas posterior al programa de Rehabilitación Cardíaca (RC). N=35

<i>Variable</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>
DPI ¹	5460	13720	8730	1851
DPF ²	11400	28770	20546	4386
LPM de la FC máxima ³	97	168	141	20
METs alcanzados	7.0	13.5	10.5	2.6
METs por edad	10	12	11	1
Respuesta presora ⁴	0.37	8.00	2.76	1.61
Respuesta cronotrópica ⁵	3.57	12.57	6.36	2.04
VO2 (ml O2) ⁶	24.5	47.25	36.89	9.32
PO2 ⁷	10.94	29.34	19.02	4.64
MVO2 ⁸	2.21	33.97	21.77	6.91
IEM ⁹	0.07	12.30	6.25	2.53
Tiempo en banda (min)	7.0	17.10	13.10	2.75
Escala de Borg	3	7	5	1

1. Doble producto inicial (presión arterial sistólica en reposo multiplicado por la frecuencia cardíaca en reposo).
2. Doble producto final (presión arterial sistólica máxima multiplicada por la frecuencia cardíaca máxima).
3. Latidos por minuto de la frecuencia cardíaca máxima.
4. Presión arterial final menos presión arterial inicial, dividida entre los METs alcanzados (mmHg/METs).
5. Frecuencia cardíaca final menos frecuencia cardíaca 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.

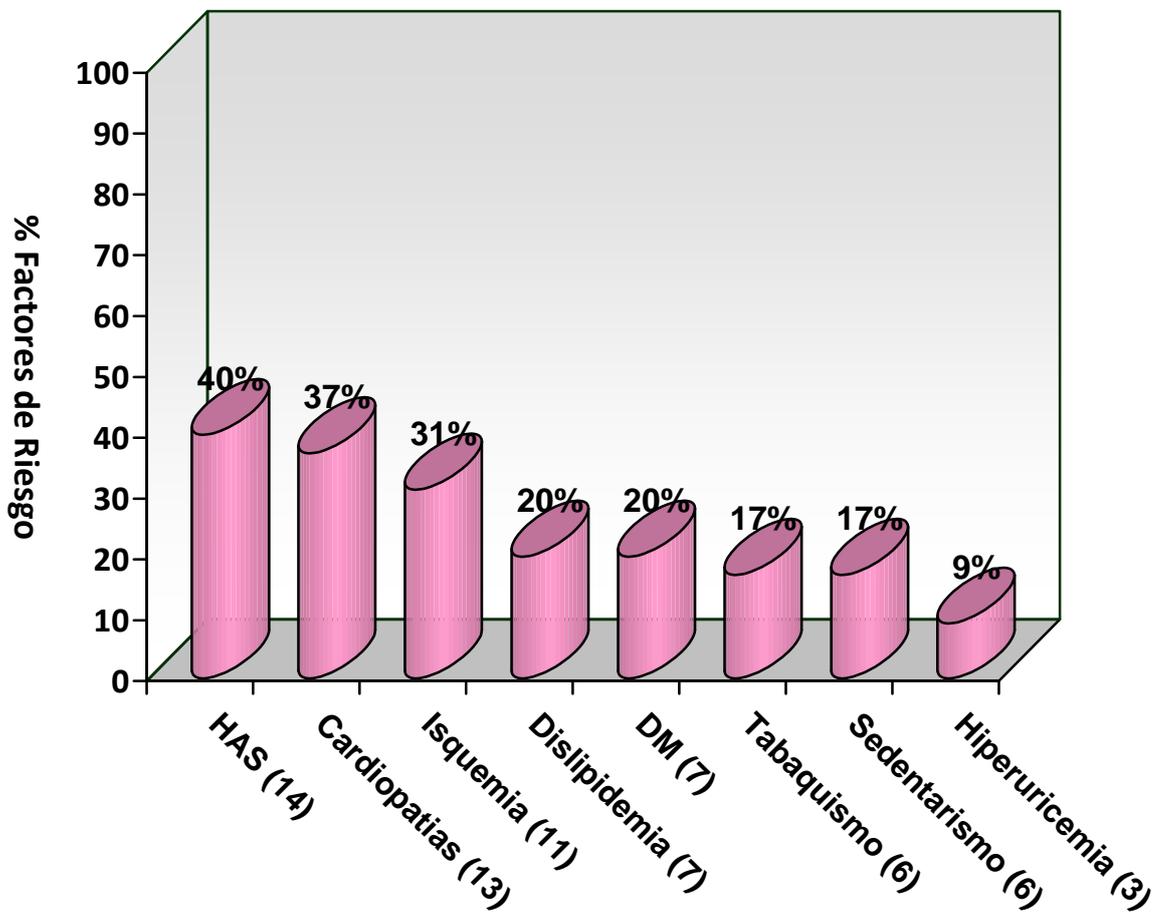
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 4. Distribución en cuanto al No. de factores de riesgo. N=35



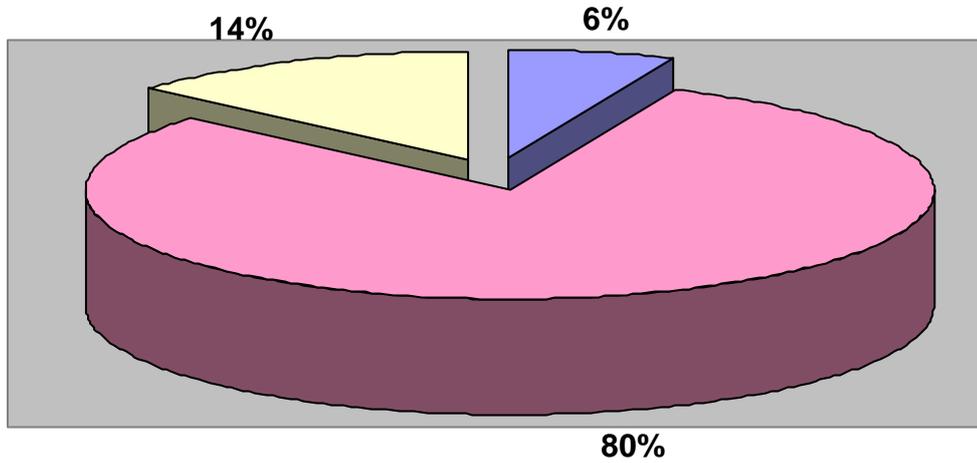
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 5. Factores de riesgo cardiovasculares. N=35



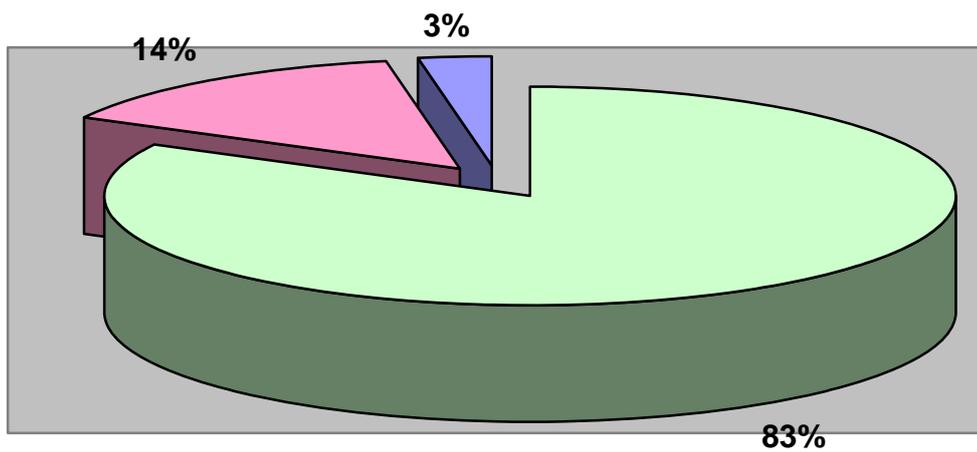
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 6. METs esperados por edad. N=35



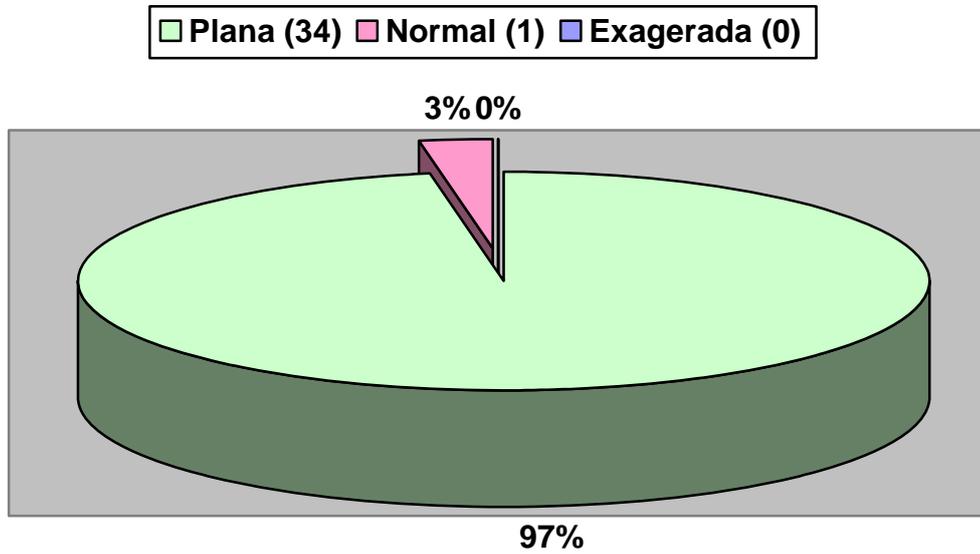
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 7. Respuesta presora previa al programa de RC. N= 35



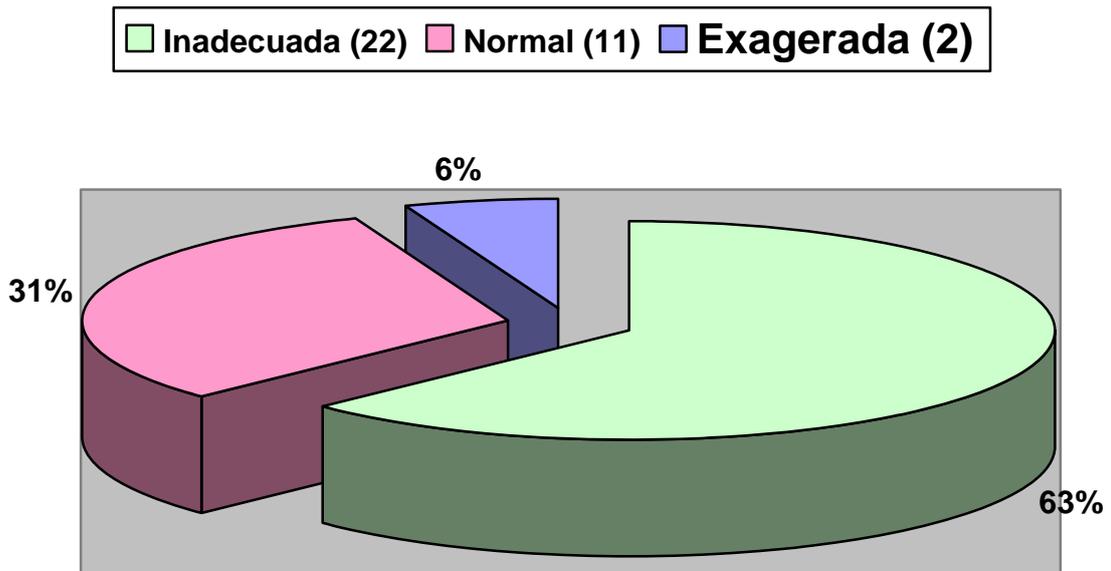
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 8. Respuesta presora posterior al programa de RC. N= 35



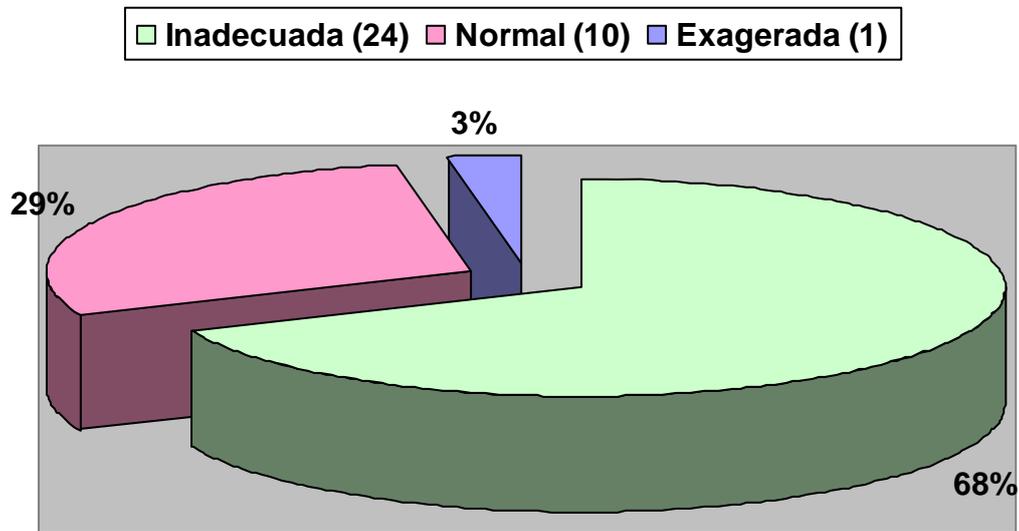
FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 9. Respuesta cronotrópica previo al programa de RC. N= 35



FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Gráfica 10. Respuesta cronotrópica posterior al programa de RC. N= 35



FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

Tabla 4. Prueba No paramétrica de Rangos Asignados de Wilcoxon^c

Variables (Inicial=1 y Final=2)	Estadístico Z de Wilcoxon	Significancia estadística asintótica (valor-p)
Peso2 - Peso1	-,664 ^a	0,506
IMC2 - IMC1	-,447 ^a	0,655
DPI_2 - DPI_1	-,445 ^a	0,657
DPF_2 - DPF_1	-1,940 ^a	0,052
CELEC2 - CELEC1	-,577 ^a	0,564
TIEMPO2 - TIEMPO1	-4,062 ^a	0,000
METS2 - METS1	-4,141 ^a	0,000
RPRES2 - RPRES1	-2,493 ^b	0,013
RCRON2 - RCRON1	-1,616 ^b	0,106
VO2_2 - VO2_1	-4,141 ^a	0,000
PO2_2 - PO2_1	-3,172 ^a	0,002
MVO_2 - MVO_1	-1,385 ^a	0,166
IEM_2 - IEM_1	-2,171 ^b	0,030
BORG2 - BORG1	-1,191 ^b	0,234
IMC1_2 - IMC1_1	-,649 ^a	0,516
LPM_2 - LPM_1	-3,299 ^a	0,001

a. Basada en rangos negativos.

b. Basada en rangos positivos

c. Estadístico de prueba Z y valor-p

FUENTE: BD-JTI/09UMFRSXXI

11. DISCUSION

El presente estudio fue realizado a fin de valorar si existen cambios significativos en la capacidad funcional cardiovascular de los adultos mayores de 50 años así como en adultos mayores. Los resultados obtenidos en nuestro estudio muestran una relación de 2:1 entre hombres y mujeres en relación al sexo de la población que es enviada a valoración cardiológica en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, el grupo de edad incluido en el mismo es un grupo en riesgo ya que como la literatura lo menciona a mayor edad mayor riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.

Dentro de los factores de riesgo cardiovascular se encuentra la obesidad y este estudio mostró que más de la mitad de los pacientes que participaron en el estudio tenían sobrepeso, lo que concuerda con los datos obtenidos por el RENAPREC 2008⁴³, sin encontrar cambios significativos en el peso y el IMC posterior al estudio. El resto de los factores de riesgo también mostró un comportamiento similar a lo reportado por el RENAPREC 2008 en México, lo que indica que este grupo de edad tiene el mismo riesgo de presentar algún evento cardiovascular que las personas mayores de 20 años incluidas en esa evaluación.

Se ha demostrado que el ejercicio físico disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular y por ende ha de contribuir en la mejoría en la tolerancia al ejercicio y la capacidad funcional de los pacientes mayores de 50 años. En este estudio hubo un aumento importante en el tiempo de tolerancia al ejercicio y el promedio los pacientes tuvieron una percepción del esfuerzo realizado de 5 en la escala de Borg. De acuerdo al grupo de edad el promedio de METs calculados fue de 11 y al inicio del programa se encontró que como la literatura lo reporta la población tiene una capacidad funcional por debajo de lo esperado sin embargo, posterior al programa de Rehabilitación cardiaca hubo un aumento importante en los METs obtenidos en las pruebas de esfuerzo lo que nos indica que no solamente los pacientes con enfermedad cardiovascular establecida se beneficiarán con estos programas sino también aquellos que presenten factores de riesgo aun sin enfermedad establecida.

Otros parámetros de la prueba de esfuerzo que se valoraron en este estudio y que nos pueden ayudar a valorar la capacidad funcional son: el VO_2 , PO_2 y el MVO_2 los cuales mejoraron significativamente en el grupo de estudio, no encontrando diferencias entre hombres y mujeres ni por grupos de edad.

A nivel mundial las enfermedades cardiovasculares siguen siendo la primera causa de mortalidad, y en México como en el resto del mundo van en aumento, los programas de Rehabilitación cardiaca son una herramienta indispensable para disminuir el riesgo cardiovascular y por ende la morbi-mortalidad; sin embargo son pocos los pacientes que tienen acceso a estos programas ya que de acuerdo a lo reportado por el RENAPREC 2008 los servicios de Rehabilitación cardiaca son insuficientes para el gran número de población que requiere dicho servicio, quizá no solo por padecer una enfermedad cardiovascular, sino por el hecho de presentar asociados varios factores que sabemos lo llevaran en un tiempo no determinado a presentar alguna enfermedad cardiovascular.

En este estudio se incluyeron los casos consecutivos que acudieron al servicio de Rehabilitación Cardiaca y Prevención secundaria de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, sin embargo fue una población pequeña lo que se debe quizá a la poca difusión que existe de estos programas ya que únicamente se envía a pacientes con enfermedad cardiovascular, por lo que sería importante referir aquellos con presencia de factores de riesgo y en especial si son mayores de 50 años.

12. CONCLUSIONES

- La proporción de hombres que tienen factores de riesgo cardiovascular después de los 50 años es mayor en relación con las mujeres con un valor 2:1 respectivamente y por ello son enviados con mayor frecuencia a los servicios de Rehabilitación cardíaca.
- Los factores de riesgo cardiovascular en los adultos mayores de 50 años al igual que en la población mayor de 20 años tienen una distribución similar, encontrándose entre los más importantes la obesidad, hipertensión arterial y las cardiopatías.
- Los programas de Rehabilitación cardíaca no sirven para disminuir el peso corporal pero tienen una utilidad importante en aumentar la tolerancia al ejercicio y la capacidad funcional en adultos y adultos mayores con dos o más factores de riesgo.
- Los programas de Rehabilitación cardíaca en adultos mayores de 50 años ayudan a disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular al aumentar significativamente la tolerancia al ejercicio y la capacidad funcional lo cuál se ve reflejado en un aumento en el consumo máximo de O₂, el consumo de O₂ y el pulso de O₂.
- En la muestra estudiada por género y estratificación, con la aplicación del programa de rehabilitación cardíaca no se encontraron diferencias entre hombres y mujeres, ni entre los diferentes grupos de edad.
- Los resultados en las pruebas de esfuerzo al inicio del programa mostraron que la población estudiada tenía una capacidad funcional menor de lo esperado en base a los METs calculados para la edad, sin embargo al final del programa los METs obtenidos mejoraron significativamente con una $p < 0.05$

- Aunque los programas de Rehabilitación cardiaca y prevención secundaria son una herramienta importante para prevenir el riesgo de enfermedad cardiovascular y con ello disminuir la morbilidad y mejorar la calidad de vida de los pacientes adultos y adultos mayores que son una población blanco para este tipo de padecimientos, las unidades que ofrecen estos servicios son insuficientes y por ello es importante dar mayor difusión del beneficio de estos programas para que las Instituciones públicas y privadas puedan crear más centros donde se pueda ofrecer rehabilitación cardiaca en sus tres fases, en especial a la población adulta que es la más lábil.

13. BIBLIOGRAFIA

1. Virgilio Partida Bush. La transición demográfica y el proceso de envejecimiento en México. Consejo Nacional de Población. Internet [http: www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)
2. Estadísticas poblacionales enfocadas al adulto mayor. Internet [http: www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
3. Gutiérrez Robledo, Luis. La salud del anciano en México y la nueva epidemiología del envejecimiento. Consejo Nacional de Población. Internet [http: www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)
4. Muñoz O, García PC, Durán L. La salud del adulto mayor. Temas y debates. Distrito Federal, México: Instituto Mexicano del Seguro Social, 2004: 45-62 y 87-104.
5. González RM. Rehabilitación médica de ancianos. Barcelona, España: Masson, S.A. de C.V., 1995: 1-57.
6. Díaz D, Barrera AC, Pacheco A. Incidencia de las caídas en el adulto mayor institucionalizado. Rev. cubana Enfermer 1999; 15 (1):34-8.
7. Kemoun G, Rabourdin JP. Reeducción en geriatría. En: Simmonet j. Encyclopedie Médico-Chirurgicale. Kinesiterapia medicina física. Paris, Francia: Editorial Elsevier; 2004: 26-29-A.
8. Lázaro MN. Evaluación del anciano con caídas de repetición. Segunda edición. Barcelona, España: Fundación Mapfre Medicina, 2001:3-99 y 143-190.
9. Finnish medical society duodecim. Physical activity in the prevention, treatment and rehabilitation of diseases. Duodecim Medical Publications Ltd 2002; 7: varies pages.
10. González M, Gómez C. Características generales de los programas de fisioterapia con personas mayores. Fisioterapia 2000; 22 (2): 71-82.
11. Giannuzzi P, Saner H, Björnstad H, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation. European Heart Journal . 2003; 24: 1273-78
12. World Heart Organization: technical report series 270. Rehabilitation of patients with cardiovascular disease. Report of a WHO expert committee. Geneve, 1964.
13. Oldridge N, Guyatt Gh, Fischer M, et al. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction : Combined experience of randomized clinical trials. Jamma. 1998; 260:945:50.
14. Izawa K, Yamada S, Watanabe S, et al. Long – term exercise maintenance physical activity, and Health- Related quality of life after cardiac rehabilitation Am. J. Phys. Med. Rehabil. 2004; 83(12): 884-892.

15. Espinosa S, Bravo N, Gómez D, Rehabilitación cardiaca postinfarto de miocardio en enfermos de bajo riesgo. Rev. Esp Cardiol. 2004; 57(1):53-9.
16. Medina P, Collantes R, Bravo N, et al. Rol del fisioterapeuta en el marco de la rehabilitación cardiaca. Fisioterapia. 2003; 25(3): 170-180.
17. Smith S, Allen J, Blair S, et al. AHA / ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 Update. JAAC. 2006; 47(10): 2130-39.
18. McCartney. Acute responses to resistance and safety. Med.Sci. Sports Exerc. 1999, 31 (1): 31-37
19. Ferrer V. Prueba de esfuerzo. Barcelona. 2005: 1200-16.
20. Declaración de Helsinki para Investigación Biomédica en seres humanos adaptada de la 18ava Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia 1964, con la última revisión en la 41ava Asamblea Médica Mundial de Hong Kong en septiembre de 1989.
21. Maroto J. Rehabilitación Cardiaca. España. Olalla Cardiología.
22. Fardy P, Yanowitz F. Rehabilitación cardiaca. La forma física del adulto y las pruebas de esfuerzo. Editorial Paidotribo 2003. pág.145-223
23. Fletcher G, Mills W. Up date on exercise stress testing. Am Fam Physician 2006; 74:1749-54.
24. 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
25. Fuentes A. Tipos de pruebas de esfuerzo. España, 2004.
26. Hulley SB, Cummings SR. Designing clinical research (3ª ed) Lippicott. Willoams & Wilkins. 2006.
27. Milani R, Lavie C, Mehra M, Ventura H. Understanding the basis of cardiopulmonary exercise testing. Mayo Clin Proc 2006; 81: 1603-1611.
28. 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.
29. Secretaria de Salud. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas. México: SSA; 2002.
30. Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS. Exercise intensity and longevity in men. JAMA 1995; 273:1179 –1184.

31. Fletcher G, Valady G, Froelicher V, et al. Exercise standards: statement for health care. Professional from de American Heart Association. *Circulation* 1995; 91: 580-615
32. Mc Cartney. Role of resistance training in heart disease. *Med. Sci. Exerc.* 1998; 30: 396-402.
33. Feigenbaun S, Pollock M. Prescription of resistance training for healt and disease. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1990; 31(1): 38-45
34. Maiorana A. A controlled trial of circuit weight training on aerobic capacity and myocardial oxygen demand in men after coronary artery bypass surgery. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation.* 1997, 17 (4): 239-47.
35. Darren E, McKenzie D, Haykowsky M. Effectiveness of high – intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J cardiol* 2005; 95: 1080 – 1084
36. JA, Los isocinéticos y sus conceptos principales. *Fisioterapia.*1998; 20:2-7.
37. Valdes M, Molins J, Acebes O, et al. Ejercicio isocinético: valoración y método de tratamiento. *Rehabilitación.* 1996; 30:429-435.
38. Pacheco M, Flores O, Guadarrama J, et al. Fortalecimiento muscular con ejercicios isocinéticos en pacientes amputados por arriba de rodilla en periodo preprotésico. *Revista mexicana de medicina física y rehabilitación.* 2004; 16: 104 - 9
39. Mora CM. Ejercicios isocinéticos. Evaluación y potenciación. *Fisioterapia.* 1998; 20:8-16.
40. McCartney N, Oldridge N, Audrey H, Jones N. Maximal isokinetic cycle ergometry in patients with coronary artery disease. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1989; 21:313-318.
41. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud, 1984.
42. Ferran Aranaz M. SPSS para Windows. Análisis estadístico. 2001; 91-92.
43. Ilarraza Lomelí H, Herrera Franco R, et al. Registro Nacional sobre Programas de Rehabilitación Cardíaca en México (RENAPREC). *Arch Cardiol Mex.* 2009; 79(1):63-72

14. ANEXOS

ANEXO A

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 _____

TABAQUISMO _____ No DE CIGARROS AL DIA _____

DM2 _____ HAS _____ OBESIDAD _____ ENF _____

CORONARIAS _____

DISLIPIDEMIA _____ ETILISMO _____ SEDENTARISMO _____

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 B

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		3
10		100-120	30	4
11	Bastante suave	110-130		5
12		120-140	60	6
13	Algo duro	130-150	70	7
14		140-160		8
15	Duro	150-170	80	9
16		160-180		10
17	Muy Duro	170-190	90	10
18		180-200		
19	Muy, muy duro	190-210	100	
20		200-220		

ESCALA DE BORG (MODIFICADA)



ANEXO C

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio:

VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL POSTERIOR A UN
PROGRAMA DE REHABILITACION CARDIACA EN ADULTOS Y ADULTOS
MAYORES CON DOS O MÁS FACTORES DE RIESGO

Lugar y fecha: _____

Nombre del paciente: _____

No. de expediente: _____ Edad: _____ Sexo: (F) (M)

1. Información del estudio :

Se le ha invitado a participar en un estudio de investigación, que involucra a personas mayores de 50 años de edad, con dos o más factores de riesgo cardiovascular. El cual tiene la finalidad valorar la capacidad funcional y la calidad de vida al inicio y al termino de un programa básico de rehabilitación cardiaca. (Con ejercicio aeróbico) Todos los pacientes recibirán el mismo programa.

2. Procedimiento del estudio :

Para la realización de este estudio, se necesitará que usted asista al Servicio de Rehabilitación Cardíaca y al Laboratorio de Isocinecia en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI, ubicado en Calzada del Hueso s/n, colonia Floresta Coyoacan, 3 veces por semana , durante 12 o 24 sesiones. Al inicio y al finalizar el estudio se realizara una prueba de esfuerzo así como estudios de imagen, exámenes de laboratorio y radiografías las cuales se realizaran en su UMF o HGZ correspondiente y en caso necesario en otra unidad del IMSS.

Beneficios: Realizará ejercicio bajo supervisión médica, se integrará a un grupo de pacientes y conocerá los resultados de sus pruebas al termino del estudio.

Queremos aclarar que la participación de usted en este estudio es voluntaria, usted esta en libertad de retirarse del estudio en cualquier momento. En caso de rehusarse a participar o suspender el estudio, esto no afectará la calidad ni la disponibilidad de la atención médica y los datos que aporte serán confidenciales

3. Complicaciones

Al realizar ejercicio usted puede presentar molestias musculares, el riesgo de presentar angina de pecho o infarto es el mismo que al realizar ejercicio aeróbico en casa. En caso de presentar alguna complicación se cuenta con el personal médico para atenderlo y si no esta en sus manos será trasladado al HGZ 32.

Si usted tiene alguna duda, deberá comunicarse con los investigadores responsables del estudio (Dra. Julieta Torres) al teléfono: 044 55 14 52 98 43.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio.

El investigador se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como, a responder a cualquier pregunta y aclarar las dudas de los métodos a utilizar.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo crea conveniente, sin que esto afecte la atención médica que recibo en la unidad de rehabilitación del instituto.

El investigador principal me ha dado la seguridad de que no se identificara, mi nombre en la publicación que derive el estudio y los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

También se compromete a proporcionarme información actualizada, que obtenga durante el estudio aunque está pudiera hacerme cambiar de parecer con respecto a mi permanencia en el estudio.

Nombre y firma del paciente

Nombre, firma y matricula
Del investigador principal

Testigo

Firma

ANEXO D

REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE REHABILITACION CARDIACA Y PREVENCION SECUNDARIA (RHCPs). UMFRS SXXI

1. El paciente deberá acudir a las 12 o 24 sesiones indicadas por el cardiólogo.
2. A las tres faltas injustificadas el paciente será dado de baja.
3. El paciente tendrá derecho solo a tres faltas justificadas.
4. El paciente se le asignara grupo A o B y deberá acudir al servicio en el horario indicado por el cardiólogo.
5. El paciente deberá acudir al servicio con ropa cómoda y tenis.
6. El paciente deberá apagar teléfono celular durante la sesión de rehabilitación cardiaca.
7. El paciente deberá acudir a Psicología, para su valoración (aplicación de inventarios de depresión, ansiedad y de personalidad), así como asistir a las terapias de relajación impartidas por la misma, en esta unidad (mínimo 8 sesiones).
8. El paciente deberá acudir a terapia de grupo el día jueves de 15:00 a 16:00 hrs.
9. No se permitirá la entrada a cualquier persona ajena a servicio (familiar o acompañante).
10. El paciente que acuda al servicio (RHC) con aliento alcohólico se le suspenderá la rehabilitación.
11. El paciente deberá seguir estrictamente las indicaciones dadas por el personal de rehabilitación.
12. Los pacientes que acudan al servicio con cualquier tipo de sintomatología deberá informar al personal y de acuerdo a criterio medico se suspenderá la sesión de rehabilitación.
13. El paciente deberá traer el material indicado por el cardiólogo (pesas, pulsímetro, toalla personal y agua embotellada)
14. El paciente deberá acudir con alimento tres horas antes de su rehabilitación, así como tomar sus medicamentos en horario indicado.
15. El paciente deberá acudir al servicio respetando y sin interrumpir la sesión (RHC) dada en ese momento.

Nombre y Firma del Paciente.

Nombre y firma de testigo

Nombre y firma de testigo

ANEXO E

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:

ANEXO F

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS POR SESION

ENTRENAMIENTO FASE:

FECHA:

SESION:

ENFERMERIA									FISIOTERAPIA									
Nombre	Peso	TA	FC	FC final	FC	TA	FC	Registro	FCE	ENTRENAMIENTO						Borg	Inclin	METs
		basal	basal	calent	10min ej	20min ej	25min ej	M/P		T/C	T°	Dist	VxC	Pw	Cal			

GRUPO A

GRUPO B

RESPONSABLE DEL SERVICIO: DR FRANCISCO RAMOS BECERRIL

Nombre de la enfermera: