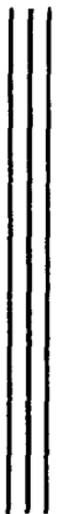


11205  
ley.  
33



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina  
División de Estudios Superiores  
Instituto Nacional de Cardiología  
"Dr. Ignacio Chávez"



ENTRENAMIENTO FISICO PRECOZ EN PACIENTES  
MAYORES DE 60 AÑOS, COMPARADO CON EL DE  
PACIENTES MAS JOVENES DESPUES DE INFARTO  
AGUDO DE MIOCARDIO, CIRUGIA DE REVAS-  
CULARIZACION O ANGIOPLASTIA CORONARIA.

## T E S I S

Que para la obtención del título de:  
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

P r e s e n t a :

**MILAGROS PEDREIRA PEREZ**

*[Firma manuscrita]*

Director de tesis: Dr. Pedro Fernández de la Vega Romo

Director del curso: Dr. Ignacio Chávez Rivera

*[Firma manuscrita]*



TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN

1986



## **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 está 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.

## I N D I C E

Introducción.....	1
Material y Métodos.....	43
Resultados.....	56
Discusión.....	79
Conclusiones.....	94
Bibliografía.....	96

## INTRODUCCION

Hace ya más de 25 años que se presentó el primer programa de rehabilitación cardíaca (1,2), desde entonces el avance y la difusión de este aspecto de la cardiología ha sido muy importante, sobre todo en aquellos países de mayor nivel socio-económico.

El objetivo de la rehabilitación es el de restaurar la capacidad funcional, desde el punto de vista fisiológico y psicológico, de aquellos individuos afectados por enfermedades coronarias, para su completa reintegración a la sociedad (2,3,4).

En la actualidad no sólo se pretende restablecer la capacidad funcional del paciente, sino también prevenir la aparición de nuevos acontecimientos coronarios e intentar cambiar la progresión de la enfermedad ("prevención secundaria"), mediante la modificación de factores de riesgo (5,6).

En un programa de rehabilitación se incluyen, además de los pacientes que han sufrido un infarto ó angina crónica estable, a pacientes que han sido sometidos a cirugía de revascularización ó angioplastia transluminal. A

este nivel, desde el punto de vista preventivo, se considera también "secundario" (7), y es obvio que también es muy importante tratar de evitar que se desarrolle aterosclerosis en los puentes implantados en la cirugía ó que aparezca de nuevo una estenosis en una arteria coronaria previamente dilatada mediante angioplastia

Para todo ello la rehabilitación cardíaca, además del ejercicio físico, utiliza una amplia estrategia, consistente en: dieta, disminución de peso, control de diabetes, hipertensión arterial, supresión de tabaco, etc. Con la finalidad de modificar el perfil de riesgo de cada paciente. Así como el apoyo y orientación psicológica necesarios.

El ejercicio físico ha sido motivo de numerosas discusiones, pero en estudios prospectivos se ha informado acerca de efecto benéfico del ejercicio regular en pacientes isquémicos (8,9,10,11,12,13). Así en el estudio del National Heart Disease and Exercise Project Program se muestra una disminución del 87% en la recurrencia de infarto de miocardio en los pacientes sometidos a un programa de ejercicio (12).

Froelicher y col. también estudiaron a 146 pacientes, divididos en dos grupos: grupo control y grupo intervenido, y observaron una mejoría significativa en la isquemia (evaluado por Talio 201), en los pacientes sometidos a un programa de ejercicio (14).

Sobre la eficacia preventiva del ejercicio se han mostrado resultados positivos en algunos estudios, en los que se pone de manifiesto su utilidad (15).

La seguridad del método va a depender de una selección adecuada de los pacientes, y de un control adecuado de los mismos, de hecho nunca debe recomendarse ejercicio de alto nivel sin una estricta supervisión médica, ya que este tipo de ejercicio puede ser peligroso (16).

El objetivo del ejercicio físico es mejorar la capacidad de trabajo y preparar al paciente para el regreso al trabajo ó a una vida útil y productiva, que permita su reintegración total en la sociedad.

Los efectos del ejercicio de tipo isotónico podrían resumirse en:

I. Aumento en la máxima captación de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.): es decir la máxima cantidad de oxígeno que un individuo pueden utilizar por minuto durante un ejercicio - agotador (17), que es una medida de la capacidad máxima - para transportar oxígeno a los tejidos y con ello un índice de la función cardiopulmonar.

Este incremento sucede en sujetos sanos y en pacientes isquémicos, si bien el mecanismo es diferente. - Así en sanos se debe a un aumento del gasto cardíaco máximo y a un aumento de la diferencia arterio-venosa de oxígeno, que se debe a su vez a un aumento de la captación de oxígeno por el músculo esquelético.

Y, en los pacientes coronarios, se produce por aumento en la diferencia arterio-venosa de oxígeno, sin cambios en el gasto cardíaco máximo (18).

II. Función ventricular: Este punto ha sido y es motivo de controversia, ya que algunos autores afirman que un programa adecuado, en cuanto a duración e intensidad, podría producir cambios a nivel central, con aumento del gasto cardíaco (19).

Ehsani y col. demostraron que la función ventricular en reposo puede mejorar con un programa de ejercicio - adecuado y supervisado (20). También se demuestran efectos cardíacos centrales positivos en otros estudios (21,22, 23,24,25,26,27) mediante control fono y ecocardiográfico, y mediante radionúclidos (28,29,30,31).

Jensen señaló como puede mejorar la fracción de ex pulsión ventricular izquierda durante ejercicios submáximos (32). Pero, sin embargo, otros autores como Cobb y - col. (33) y Tubau y col. (34) mostraron que la fracción de expulsión ventricular izquierda no experimenta ningún cambio como resultado de un programa de ejercicio.

También se ha descrito mejoría en la fracción de - expulsión en diversos estudios: Hammond HK (35), Pollock M L (36), Oldridge (37) y Haqberg (19).

III. Frecuencia cardíaca y Tensión Arterial: En - sujetos sanos el ejercicio produce bradicardia por aumento del tono vagal y una menor actividad beta-adrenérgica (38), en el paciente isquémico los cambios sobre la frecuencia - cardíaca en reposo son menos notables y más variables (4, 39,40).

En individuos sanos y en pacientes isquémicos, el ejercicio no tiene efecto sobre la tensión arterial en reposo (41).

Durante el ejercicio submáximo la respuesta de adaptación a una intensidad determinada, se caracteriza por cifras más bajas de frecuencia cardíaca y de presión arterial sistólica (42).

El producto de presión arterial sistólica por frecuencia cardíaca disminuye después del entrenamiento (43, 38,41). Esta disminución es uno de los mecanismos de los que depende la mejoría de la angina y la depresión del segmento ST, producidas por el ejercicio (42,44).

IV. Circulación Coronaria: No se ha podido demostrar aumento de la circulación colateral ni del flujo total coronario en pacientes con cardiopatía isquémica, después de un programa de entrenamiento (5), aunque si se ha podido observar mejoría en estudios experimentales en animales. En ellos se pudo comprobar un aumento del área de las arterias coronarias extramurales y un aumento de la densidad capilar (46).

V. Músculo esquelético: Se va a producir un aumento del metabolismo aeróbico por un aumento en el número y tamaño de las mitocondrias y en la actividad de las enzimas en la génesis aeróbica de ATP (47).

VI. Neuro-hormonal: Hay disminución en la actividad adrenérgica con el ejercicio, sobre todo en el ejercicio submáximo, con disminución de la concentración plasmática de noradrenalina (48). El ejercicio máximo sin embargo, puede provocar un aumento en la concentración plasmática de noradrenalina después del entrenamiento (42).

VII. Factores de riesgo: En atletas se ha detectado mayor concentración de lipoproteínas de alta densidad que en sujetos sedentarios, así como en la concentración de triglicéridos, menor en sujetos entrenados (49,50).

En pacientes isquémicos bajo un programa de ejercicio físico adecuado se han encontrado también aumento en las lipoproteínas de alta densidad, y disminución de triglicéridos, sin cambios en el colesterol total ni en las lipoproteínas de baja densidad (51,52).

CARACTERISTICAS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO: PRESCRIPCION DE EJERCICIO.

La prescripción de ejercicio debe hacerse de forma individualizada, en base a dos premisas fundamentales, para que éste sea seguro e inocuo para el paciente:

- Estabilidad clínica del paciente.
- Entrenamiento adecuado en cuanto a intensidad, duración y frecuencia del ejercicio.

Para la prescripción de ejercicio sea la idónea para cada paciente, hay que tomar en cuenta varias consideraciones como son: edad, sexo, capacidad física inicial, medicación que recibe el paciente, integridad músculo-esquelética y ortopédica, grado de motivación, preferencias en actividades de tipo recreativo y sobre todo, como punto más importante, el grado de repercusión de su cardiopatía isquémica, valorado en base a una evaluación diagnóstica y funcional muy estricta, y así de esta manera tener un mayor margen de seguridad.

La información acerca de la intensidad del ejercicio se obtiene en la prueba de esfuerzo, en ella se valorará el consumo de oxígeno alcanzado, la frecuencia cardíaca

alcanzada, el momento y nivel de aparición de cambios electrocardiográficos en el ST, trastornos del ritmo o de la conducción, alteraciones en la respuesta presora y síntomas, así como el consumo de energía realizado.

Por ello la intensidad del ejercicio que se va a prescribir debe ser suficiente como para que se produzca un efecto de acondicionamiento físico, pero debe estar por debajo de aquellos niveles de frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno que produzcan síntomas ó alteraciones electrocardiográficas (53).

Cada sesión de ejercicio incluye tres fases (53):

-Calentamiento: con una duración de unos 10 minutos aproximadamente.

-Fase de "entrenamiento": con una duración entre 15 y 30 minutos. En esta fase se indicarán de forma precisa la intensidad, duración y frecuencia de los ejercicios.

-Fase de enfriamiento ó recuperación: con una duración de 10 a 15 minutos.

I. Calentamiento: esta fase permitió un paso ade-

cuado y progresivo del reposo al ejercicio, minimizándose el déficit de oxígeno y la formación de ácido láctico. De esta manera no se producen cambios isquémicos en el electrocardiograma ni arritmias, como ocurre en el ejercicio realizado en forma repentina (55). Esta fase incluye calentamiento músculo-esquelético mediante la realización de ejercicio de estiramiento muscular, flexibilidad, y calentamiento del sistema cardio-pulmonar mediante calistenia, caminata y/o pedaleo en bicicleta estática, todo ello realizado en forma ligera. Este calentamiento cardiopulmonar permite la elevación gradual de la frecuencia cardíaca para un apropiado nivel de entrenamiento (53).

-II. Fase de "entrenamiento": Durante esta fase se estimula el transporte de oxígeno directamente, las actividades pueden ser: caminata, trote, pedaleo, etc.

En esta fase hay tres factores fundamentales que son: intensidad, duración y frecuencia del ejercicio. De ello va a depender la eficacia y la seguridad del ejercicio para cada paciente.

a) Intensidad: Esta debe adecuarse de forma individualizada a cada paciente.

En general se utilizan como parámetros de referen-

cia el ("VO2 máx."): máxima captación de oxígeno, y la frecuencia cardíaca.

Así la intensidad óptima de un ejercicio sería alrededor de 57-78% de VO2 máx., pero la intensidad necesaria para obtener ya un efecto positivo estaría entre 25-50% de VO2 máx. Para sujetos jóvenes estaría por encima del 50% de VO2 máx. (53). Aunque todo depende del nivel inicial de capacidad aeróbica de cada individuo. La frecuencia cardíaca también se utiliza para la prescripción de ejercicio, en general se comienza con el 60% de la frecuencia máxima alcanzada durante la prueba de esfuerzo de control. Según los resultados puede incrementarse paulatinamente hasta 75-80%. Por encima de estos niveles aumenta el riesgo de complicaciones cardiovasculares (Fig. 1).

b) Duración: Las necesidades metabólicas de los primeros minutos de ejercicio son suplidas por energía anaeróbica, pero con la duración del ejercicio disminuye el componente anaeróbico, para hacerse ya el aporte energético a expensas de energía aeróbica. De ahí la importancia también de la duración.

Por otro lado la duración del ejercicio está en re

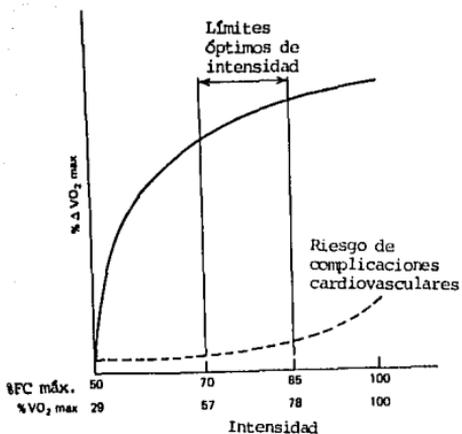


Figura 1:

Relación entre el aumento en la capacidad aeróbica (representado por %  $\Delta$  VO<sub>2</sub> máx.) y la intensidad del ejercicio - (expresado como % FC máx. ó % VO<sub>2</sub> máx.). Cuando la intensidad del ejercicio excede el 85% de la FC máxima aumentan bruscamente los riesgos de arritmia, angina u otras manifestaciones isquémicas, mientras que la capacidad aeróbica no aumenta. (Tomada de Wenger NK, Hellerstein HK, (86).

lación inversa con la intensidad del mismo, pero se ha visto que por encima de un determinado tiempo no se obtienen - beneficios y aumenta el riesgo de complicaciones de tipo ortopédico (56) (Fig. 2).

c) Frecuencia: Se ha observado que una frecuencia de una a dos sesiones por semana no producen beneficios, no hay aumento de la capacidad aeróbica en sujetos sanos jóvenes, pero en pacientes cardiopatas mayores ó de mediana edad, pueden obtener ligeros efectos benéficos ya con esta frecuencia. Si bien, parece ser que la frecuencia óptima y los mayores beneficios, con menor riesgo, se obtiene con una frecuencia de tres sesiones semanales. Por encima de esto parece mejorar la capacidad aeróbica y si hay aumento de riesgo de problemas ortopédicos (53,56) (Fig. 3).

-III. Fase de enfriamiento ó recuperación: Durante el ejercicio se produce una vasodilatación en los músculos activos, con el objeto de suplir el aumento de la demanda provocada por el ejercicio a nivel muscular. Este acúmulo de sangre a nivel muscular se equilibra por un efecto "milking" que ejerce sobre las venas el músculo, con lo que aumenta el retorno venoso y por tanto el gasto cardíaco. Si el ejercicio se detiene repentinamente, todavía en las ex--

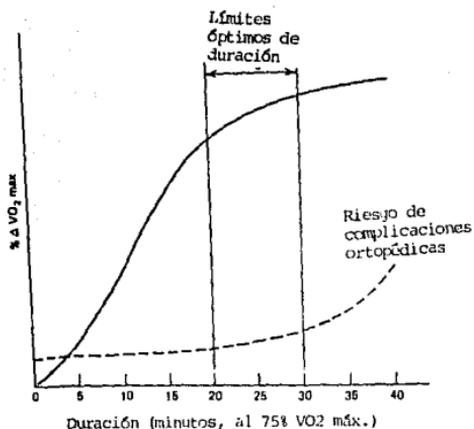


Figura 2:

Relación entre la duración del ejercicio (minutos al 75% VO2 máx. y el aumento en la capacidad aeróbica (% de VO2 máx.). El ejercicio prolongado más allá de 30 minutos - puede aumentar el riesgo de complicaciones ortopédicas, con un ligero aumento de la capacidad aeróbica. (Tomada de Wenger NK, Hellerstein, 86).

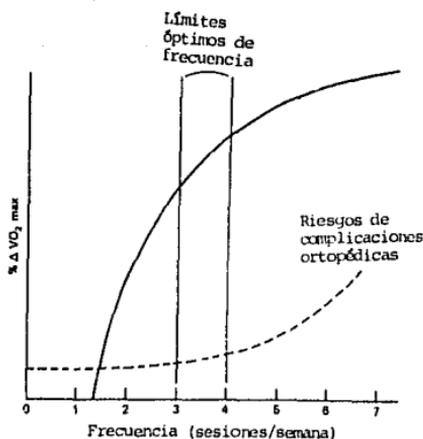


Figura 3:

Relación entre la frecuencia del ejercicio (sesiones semanales) y el aumento en la capacidad aeróbica (% Δ VO<sub>2</sub> máx). El riesgo de daño artropédico aumenta de forma importante con una frecuencia muy alta de entrenamiento (más de 5 sesiones semanales) con un aumento muy ligero de la capacidad aeróbica. (Tomado de Wenger NK, Hellerstein HK, 86).

tremidades a nivel muscular persiste el aumento de flujo - antes señalado, pero el efecto de bomba que el músculo esquelético ejercía durante el ejercicio, ya no está presente. Por lo tanto esto podría dar lugar a una disminución del retorno venoso, y en consecuencia caída del gasto cardíaco, además los ajustes necesarios en las resistencias periféricas para compensar esta situación, podrían ocurrir tardamente.

Esta situación puede dar lugar a la producción de arritmias, desvanecimiento, debilidad, por un flujo y oxigenación inadecuados al corazón y cerebro.

De lo cual se deduce la importancia de esta fase - en el ejercicio, con disminución progresiva del mismo, manteniendo el movimiento de los músculos con ejercicios ligeros, como caminar ó cualquier otro de baja intensidad.

El tiempo de recuperación de 5 a 10 minutos permite un ajuste circulatorio adecuado, y el regreso paulatino a las frecuencia cardíaca y presión arterial en reposo (53, 57).

Los beneficios de un programa adecuado de rehabi-

litación han sido descritos por varios autores: la mejoría de la respuesta hemodinámica al ejercicio (58,59,18), así como en la capacidad de trabajo físico (60,61,39), y en la función cardíaca (62,63,14,64).

Además de los cambios en la actitud psicológica frente a la enfermedad cardíaca (65,66), la cual influirá notablemente en su calidad de vida.

El efecto de la rehabilitación sobre morbilidad y mortalidad aún no está bien determinada, aunque en los estudios longitudinales a largo plazo se ha demostrado una reducción de la mortalidad coronaria (10,11,12,13,14,15).

La mayor parte de los pacientes estudiados tiene una edad comprendida entre 40 y 60 años, es muy poco lo que se ha escrito sobre el paciente de mayor edad, por encima de los 60 años.

Y la observación de estos pacientes cobra mayor importancia debido a que en los últimos años, sobre todo en países desarrollados, se ha producido un envejecimiento de la población general, y en consecuencia también se ha incrementado el número de pacientes que son ingresados en

el hospital portadores de cardiopatía isquémica. Y por -- tanto también ha aumentado el número de pacientes por encima de 65 años en el grupo intervenido. Lo que hace obligado el conocer cuales son las respuestas y el comportamiento de este grupo de población, sometido a un programa de - rehabilitación.

Para ello habrá que tener muy en cuenta los cambios fisiológicos que se van a producir en la capacidad ffsica y mental del individuo en relación con la edad, excluyendo la enfermedad, para que, de esta forma, se pueda evaluar con mayor precisión la influencia sobre dichos cambios de un programa de ejercicio. Y así observar el efecto benéfico que un programa de rehabilitación, pueda tener en pacientes de mayor edad y portadores de cardiopatía isquémica.

#### EDAD Y CAPACIDAD FISICA.

Con la edad se va a producir un deterioro en la - capacidad de ejercicio (67), y sabemos que hay tres factores que modulan esta capacidad ó la respuesta fisiológica al ejercicio, estos son: edad, enfermedad e inactividad, - muchas veces coexistentes los tres.

Algunos estudios han señalado el hecho de que este deterioro de la capacidad física esté más en relación con la falta de actividad física, que con la edad en sí misma (68,69). En este aspecto el estudio de Saltin y col. (70) en cinco jóvenes sanos voluntarios, muestra los efectos de la inactividad: después de 20 días de reposo en cama tuvieron una disminución del gasto cardíaco del 29% y del  $\dot{V}O_2$  máx. de 27%.

Otros estudios ponen de manifiesto como la capacidad física puede conservarse, a pesar de la edad, cuando el sujeto se mantiene activo físicamente (71,72,73). Del resultado de los cuales se puede concluir que: la actividad física regular no evita totalmente los cambios que, con la edad se producen en la capacidad funcional, pero si parece claro que al menos enlentece este proceso.

En individuos mayores, al igual que en edades más jóvenes, se utiliza la prueba de esfuerzo en banda sin fin y en bicicleta ergométrica, para medir capacidad física. Así podremos medir la capacidad de trabajo físico y, como índices de capacidad física : máxima captación de oxígeno y otros parámetros como umbral anaeróbico etc.

-Máxima captación de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.): En estos sujetos mayores, este parámetro, al igual que en grupos más jóvenes, puede estar influido por una serie de factores subjetivos, como son: la motivación individual, el umbral de percepción de cansancio, la capacidad física inicial, así como la misma motivación e influencia del médico sobre el paciente.

Por ello Posner y col. (74) señalan que el VO<sub>2</sub> máx. es de difícil medición en ancianos ó sujetos mayores, ya que suelen tener una condición física muy pobre. Y proponen otro índice: el umbral de anaerobiosis, que es el nivel de trabajo ó consumo de oxígeno sobre el cual se produce un aumento en los niveles sanguíneos de ácido láctico, como indicadores del comienzo del metabolismo anaeróbico. Sería el nivel de trabajo que puede sostenerse por un período de tiempo largo sin que se sobrepase la cantidad del sistema cardiopulmonar para incrementar las demandas de oxígeno (75).

La utilidad y validez de este parámetro (umbral de anaerobiosis), han sido muy discutidos en base a resultados obtenidos en algunos estudios, según los cuales no hubo cambios cuantitativos en el nivel de lactatos, duran-

te el incremento del ejercicio (76,77).

Respecto a la máxima captación de oxígeno y edad, Posner y col (74) y Dehn y Bruce (72), muestran una disminución de la misma con la edad, al parecer para cualquier sexo (78).

Analizan además la actividad física habitual de estos sujetos y se puso de manifiesto que las personas activas físicamente tenían una menor disminución, por decirlo así, del  $\text{VO}_2$  máx. que aquellas sedentarias (72,79).

Heath y col. (73) en un estudio realizado en atletas mayores, observaron que su capacidad aeróbica era un 60% más alta que en sujetos de su misma edad, pero sedentarios.

La disminución de la máxima captación de oxígeno es de alrededor de 0.45 ml/kg/mto., en sedentarios es toda vía de un 10% a un 20% menor (72).

El mantenimiento de la actividad física por tanto puede disminuir ó paliar el deterioro del  $\text{VO}_2$  máx. que se produce con la edad.

-Umbral de anaerobiosis: Este índice está menos estudiado, pero también parece variar en relación con la edad.

En el estudio de Posner y col. (74), en 161 sujetos sanos, con edades comprendidas entre 22 y 86 años, encontraron que el umbral anaeróbico y el VO<sub>2</sub> máx., varían inversamente con la edad.

También se van a producir otros cambios en relación con la edad, como serían en:

-Tensión arterial

-Frecuencia cardíaca

-Gasto cardíaco

-Respuesta al ejercicio máximo y submáximo.

-Tensión arterial: La presión arterial sistólica y diastólica aumentan con la edad, la sistólica más que la diastólica. Este aumento de la tensión arterial sistólica (en reposo) se debe a un aumento de las resistencias vasculares periféricas y endurecimiento del árbol arterial (80, 81).

-Frecuencia cardíaca: En reposo no cambia, pero

la actividad de los baroreceptores está disminuida (82,83), esto puede dar lugar a una disminución en la taquicardia refleja que se produce al adoptar la posición ortostática.

Durante el ejercicio máximo disminuye (Fig. 4), esto podría deberse a una disminución en la frecuencia del no do sinusal ó a una disminución en la respuesta de los receptores cronotrópicos.

Durante la actividad física diaria la frecuencia cardíaca aumenta de forma ligera, al aumentar la intensidad del ejercicio también se va producir un aumento de la misma, pero de forma escalonada (84).

También en relación con la edad aumenta el tiempo necesario para que esta frecuencia cardíaca regrese a su valor basal.

La disminución de la actividad de los baroreceptores es la causa desencadenante del frecuente ortostatismo en sujetos mayores.

-Gasto cardíaco: En este aspecto los resultados de varios estudios son contradictorios. Así Rodeheffer y -

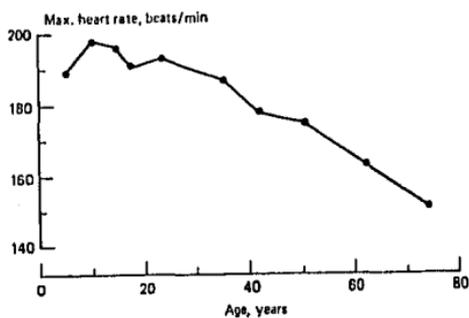


Figura 4:

Frecuencia cardíaca máxima durante el ejercicio en relación con la edad en 81 sujetos sanos.

(Tomado de Wenger NK, Hellerstein HK, 86).

col. (85) no encontraron cambios, mientras que otros autores sostienen lo contrario, es decir que en reposo disminuye con la edad (67, 80).

Para Wenger (86) el gasto cardíaco en reposo y el gasto cardíaco submáximo disminuye con la edad, aunque señala que estas mediciones la mayoría de las veces están hechas en sujetos sedentarios. Esta disminución del gasto cardíaco en reposo, según esta misma autora, no refleja -- disminución alguna en la capacidad contráctil del miocardio (Fig. 5).

Cuando aumentan las demandas de oxígeno por un aumento del trabajo, se produce aumento del gasto cardíaco, al igual que en grupos más jóvenes. Pero el gasto cardíaco máximo no disminuye tanto en relación con edad, en sujetos activos, como en sujetos sedentarios.

Por lo tanto, con una actividad física adecuada se podría mantener la capacidad de trabajo físico a pesar de la edad.

-Volumen latido: Las resistencias pulmonares y -

CAMBIOS HEMODINAMICOS CON LA EDAD

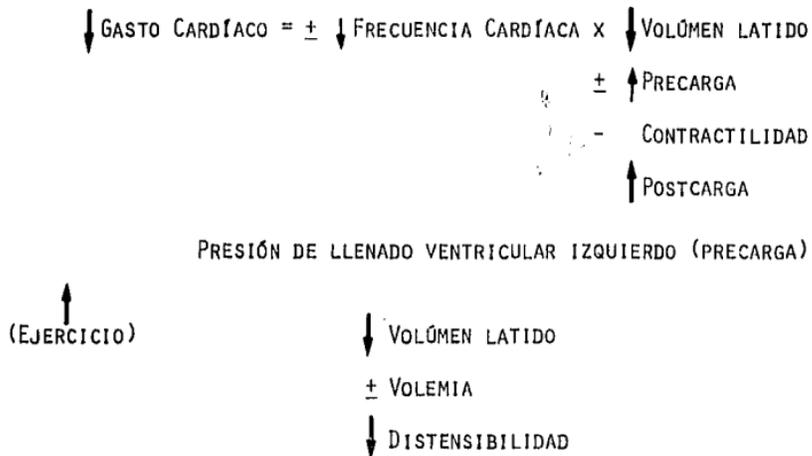


FIGURA 5A: -TOMADO DE WENGER NK, HELLERSTEIN HK (86).

CAMBIOS HEMODINAMICOS DURANTE EL EJERCICIO CON LA EDAD

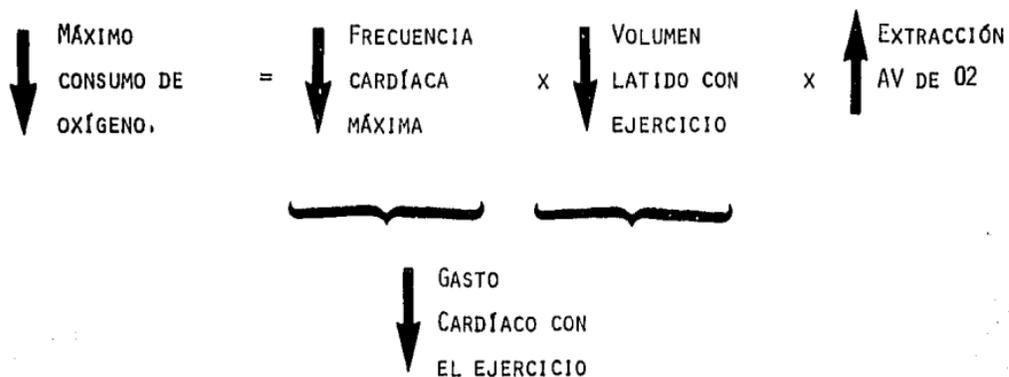


FIGURA 5B: -TOMADO DE WENGER NK, HELLERSTEIN HK (86).

sistémicas aumentan con la edad, tanto en reposo como durante el ejercicio (86).

La precarga parece no variar significativamente con la edad, pero hay disminución en la distensibilidad ventricular relacionada con la edad, ahora bien el aumento de la presión de llenado capacita a los ventriculos para aumentar su volumen latido de acuerdo a la ley de Starling, compensando con ello esa disminución de la distensibilidad. Por este mismo motivo en sujetos mayores se puede auscultar un 4o. ruido sin que ello signifique insuficiencia cardíaca, y este 4o. ruido ser un hallazgo normal, que refleja una disminución de la distensibilidad ventricular (85).

-Respuesta al ejercicio máximo y submáximo: La respuesta es diferente en sujetos mayores que en grupos de edades más jóvenes.

En sujetos mayores la respuesta de la presión arterial sistólica y diastólica durante el ejercicio submáximo es diferente a la de sujetos más jóvenes con este mismo tipo de ejercicio, siendo más altas en los de mayor edad. También es mayor el tiempo que tardan en producirse las respuestas de adaptación al ejercicio: presión arte---

rial, frecuencia cardíaca y la respuesta ventilatoria (87).

También la respuesta al ejercicio máximo cambia con la edad, así la presión arterial sistólica y diastólica aumentan con la edad y con este tipo de ejercicio, sin embargo, la frecuencia cardíaca máxima disminuye, quizás esto se deba a una disminución en la respuesta simpática (80,82).

El volumen latido máximo, como ya se señaló anteriormente, no parece disminuir con la edad, y el gasto cardíaco máximo tampoco disminuye según algunos autores (80, 82).

Entre los cambios hemodinámicos relacionados con la edad, ya mencionados, se ha señalado por algunos autores que durante el ejercicio puede haber una disminución de la fracción de expulsión, en relación con grupos de edades más jóvenes, como señalan Posner y col. (74). Este autor atribuye la disminución de la fracción de expulsión a una disminución en la frecuencia cardíaca, y a una probable disminución en la contractilidad, con el aumento consecutivo del volumen sistólico final y con ello a una disminución en la fracción de expulsión.

Han sido descritos los cambios fisiológicos que se producen en sujetos sanos en relación con la edad, pero también es necesario revisar de que manera, la realización de un programa de ejercicio adecuado puede alterar dichos cambios, y así lograr una mejoría en la capacidad física y con consecuencia una mejoría en la calidad de vida, que les permita a este grupo de mayor edad, una vida más activa e independiente.

La presión arterial sistólica en reposo puede disminuir después de un programa regular de ejercicio físico (88).

En el estudio de Posner y col. (74) se observó una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica después de 16 semanas de entrenamiento, sin que en el grupo control se produjese cambio alguno.

También se ha descrito una disminución de la presión arterial sistólica para un nivel de ejercicio submáximo, así como de la frecuencia cardíaca para este mismo nivel de ejercicio (89).

En relación al ejercicio máximo, en el mismo estu

dio de Posner y col. (74) se observó un aumento en la máxima captación de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) y en la máxima capacidad de trabajo, en relación a la que tenían antes de su programa de entrenamiento y en relación con un grupo control (Fig. 6 y 7).

El oxígeno pulso y la capacidad de trabajo físico también aumentan después de un programa adecuado de entrenamiento (89).

Hasta aquí se han revisado los cambios fisiológicos en la capacidad funcional que se producen en sujetos sanos en relación con la edad, y también la influencia que sobre los mismos puede tener un adecuado programa de ejercicio.

Pero los pacientes portadores de cardiopatía isquémica y de mayor edad, van a sufrir el deterioro en la capacidad funcional provocado por la edad en si misma y además los secundarios a la enfermedad. Por lo tanto en su respuesta a un programa de rehabilitación habrá que considerar ambos aspectos:

-Cambios en relación a la edad.

-Alteraciones secundarias a la cardiopatía isquémica.

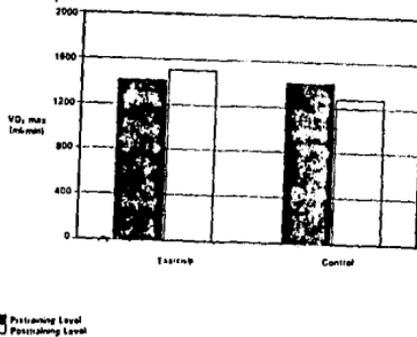


Figura 6:

Cambios en la máxima captación de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) después de 4 meses de entrenamiento, en sujetos sanos con una edad media de 71 años de edad.

(Tomado de Posner JD et al, 74)

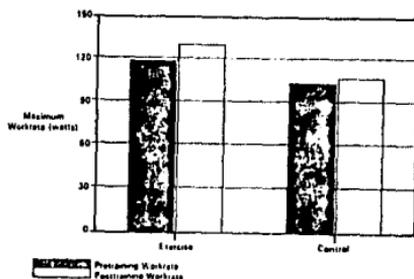


Figura 7:

Cambios en la máxima capacidad de trabajo después de 4 meses de entrenamiento, en sujetos sanos con una edad media de 71 años.

(Tomada de Posner JD et al, 74)

Habrá que contemplar ambos aspectos para evaluar su capacidad funcional y para hacer indicaciones precisas en cuanto a niveles de actividad física.

Muchas veces la misma inactividad y la falta de acondicionamiento físico, por múltiples problemas podrian magnificar   hacer manifiestas alteraciones cardiovasculares subyacentes por la pobre capacidad de su sistema cardiovascular.

Con la edad, además de los cambios que se producen en el sistema cardiovascular, también hay alteraciones en otros órganos y sistemas. Así mismo el paciente de mayor edad puede sufrir reacciones adversas producidas por medicamentos, debido a una alteración en la farmacocinética de los mismos (90).

En ocasiones las indicaciones médicas de excesivo reposo y un tratamiento con demasiados medicamentos puede empeorar la situación, y disminuir la capacidad funcional del paciente. En este sentido hay que señalar que hay poca información acerca de los niveles idóneos de actividad física en pacientes card patas, y también en sanos, de avanzada edad.

De todos modos se ha visto como con un programa - adecuado de rehabilitación se puede lograr una mejoría en la capacidad de trabajo físico.

De estos pacientes mayores la misma cardiopatía - isquémica puede ser de difícil diagnóstico, ya que no es raro que estos pacientes estén asintomáticos ó lo más frecuente que su sintomatología sea poco definida y diferente a las manifestaciones clínicas típicas y características de la - cardiopatía isquémica (91).

Otras veces estas manifestaciones no se hacen evidentes por que estos pacientes tienen ya limitaciones a su actividad física por otras enfermedades intercurrentes como son: artropatía degenerativa, arteriopatía periférica - etc, las cuales limitan ya su actividad y evitan que en - ocasiones se manifiesten síntomas como angina de esfuerzo.

Y otras veces su cardiopatía isquémica se hace manifiesta por la presencia de otros trastornos ó enfermedades como: anemia, hipertensión arterial, etc. Y, naturalmente, al corregirlos puede mejorar su sintomatología (86).

Está ampliamente descrito como puede cambiar la -

presentación de un infarto agudo de miocardio en estos pacientes y en lugar del cuadro clínico característico puede aparecer equivalentes como: disnea, ataque al estado general con gran decaimiento, descompensación de una insuficiencia cardíaca, accidente vascular cerebral, náuseas, vómitos, agitación, confusión, etc. Sobre todo si además son pacientes diabéticos.

La tasa de mortalidad de estos pacientes es mayor que la de grupos más jóvenes, está alrededor del 30% al 40%, en pacientes mayores de 70 años (86).

Durante su estancia en el hospital, y concretamente en la Unidad Coronaria, este grupo tiene mayor sufrimiento psicológico que grupos más jóvenes, su adaptación a un ambiente nuevo no es muy buena, la presencia de aparatos desconocidos como monitores, etc, sonidos extraños, personal también desconocido y diferente en cada turno, etc, - puede producirles una gran ansiedad.

Además muchas veces de forma secundaria a problemas hemodinámicos, trastornos del ritmo, aumento de la sensibilidad a sedantes etc, puede producirles mayor desorientación, agitación y confusión ó sea mayor disfunción cerebral.

Por ello la rehabilitación comienza ya desde su ingreso a la Unidad Coronaria, claro está si el paciente está en condiciones adecuadas, ya que desde el punto de vista psicológico puede ser de gran ayuda para disminuir su estado de ansiedad, informándoles de forma clara y precisa.

Otro problema es el de estos pacientes mayores, cuando se someten a cirugía de revascularización, y a este nivel también juega un papel importante la rehabilitación cardíaca.

Naturalmente las complicaciones son similares a las de otros grupos más jóvenes, sin embargo, en estos pacientes de mayor edad hay más morbilidad y mortalidad a consecuencia de aterosclerosis cerebral y periférica, y también su tiempo de permanencia hospitalaria es mayor (86). Aunque el estudio su supervivencia a cinco años después de cirugía de revascularización coronaria ("Coronary Artery Surgery Study") en 1096 pacientes mayores, publicado en *Circulation* en 1982 (92), se señala que el 81% de estos pacientes no tiene un nuevo infarto de miocardio, muerte, nueva cirugía ó angina al cabo de un año, y el 40% no tiene nuevos acontecimientos coronarios en cinco años.

Estos resultados son comparables con los de grupos de menor edad.

La deambulaci3n precoz, adem1s del apoyo psicol3gico, tambi3n es muy importante despu3s de la cirug1a de revascularizaci3n, como partes integrantes de un programa de rehabilitaci3n.

La actividad precoz puede ayudar a evitar las complicaciones secundarias a una inmovilizaci3n prolongada despu3s de la cirug1a, adem1s de disminuir el tiempo de permanencia hospitalaria, permite al paciente obtener una mejor capacidad funcional para el momento del regreso a su casa.

Wenger en su labor de rehabilitaci3n card1aca (86) se1ala cuales son las ventajas y las caracterfsticas de un programa de rehabilitaci3n en este grupo de pacientes mayores.

Al principio de esta introducci3n se describe el efecto delet3reo que sobre la capacidad funcional puede tener el reposo excesivo en cama despu3s de un infarto de miocardio, cirug1a de revascularizaci3n, etc.

Si la evolución clínica lo permite, es decir sino hay complicaciones, actividades muy ligeras como sentarse en una silla pueden ayudar a evitar problemas secundarios como el ortostatismo (93), más marcado en esta edad por la disminución de la sensibilidad de los baroreceptores (83), e hipovolemia que puede ser equivalente a una disminución de 700 a 800 cc (94).

En esta circunstancia el ejercicio, aunque sea moderado, podría aumentar el consumo miocárdico de oxígeno y dar lugar a un aumento de la isquemia miocárdica.

Para evitarlo Wenger propone un programa de movilización precoz, con actividades muy ligeras, en pacientes no complicados (94).

De forma progresiva y lenta, y según la respuesta de cada paciente, se va aumentando la actividad física en el hospital igual que se realiza en grupos de menor edad.

Desde el punto de vista psicológico este punto supone una gran ayuda para el paciente, ya que él mismo se demuestra que puede valerse por sí mismo, lo que le da seguridad, muy importante en ese momento de la evolución de

su enfermedad.

Quizás en estos pacientes la modificación de factores de riesgo no sea tan importante como en grupos más jóvenes, aunque el control adecuado de sus cifras de tensión arterial puede evitar la aparición de un accidente vascular cerebral, también un control adecuado de la angina ó de la insuficiencia cardíaca puede disminuir el trabajo cardíaco.

La información sobre actividad física, dieta, etc, debe darse al paciente y sus familiares, y con ello tratar de evitar la ansiedad ó depresión tan frecuentes después de un infarto de miocardio, haciendo énfasis en la importancia de una actividad física regular según las indicaciones médicas para el regreso ó mejoría de la calidad de vida previa al infarto de miocardio.

En estos pacientes se observa una mayor tendencia a la ansiedad y depresión por la dependencia de otras personas que los rodean en su familia; por lo tanto resulta de gran ayuda el darles una orientación e información adecuada, además de la mejoría en la capacidad física que les permite realizar una vida relativamente independiente. En

este punto estriba la importancia de la rehabilitación para este grupo de pacientes.

Ejercicios físicos, como caminar por ejemplo, son muy útiles para lograr un buen acondicionamiento, con una frecuencia de 5.5 km/hora, aumentando paulatinamente la intensidad y la distancia recorrida.

En estos pacientes es también muy importante la fase de calentamiento y la fase de recuperación ó enfriamiento, ya que, como se señaló anteriormente, los procesos de adaptación y recuperación son más lentos en pacientes mayores (84). Por esta misma razón se requiere que los intervalos de reposo ó actividad ligera entre los ejercicios, sean mayores (86).

En unas 12 semanas es posible que la mayoría hallan aumentado su capacidad aeróbica, siendo esta mayor que la de un sujeto 20 años más joven pero sedentario (86).

En estos pacientes el tiempo requerido para lograr un acondicionamiento físico es mayor, por el tipo de ejercicios y por la lenta adaptación inicial.

El tipo de ejercicios debe elegirse bien para esta edad, ya que algunos como carreras, saltos, etc, pueden dar lugar a problemas ortopédicos que obliguen a limitar - posteriormente la actividad.

En conclusión con un programa de rehabilitación - se persigue una mejoría en la capacidad funcional física y psicológica.

Además de los efectos benéficos ya descritos también se puede lograr una mejoría en: coordinación neuromuscular, mejor y mayor movilidad, y es probable que también una menor desmineralización ósea.

Con todo ello el objetivo es lograr que estos pacientes puedan llevar una vida más activa y de mayor participación en la sociedad, así como la posibilidad de realizar sus actividades cotidianas con mayor margen de seguridad. Y, sobre todo, devolverle al paciente la confianza - en sí mismo, muy importante a esta edad.

La mayor parte de los estudios realizados sobre - los efectos de la rehabilitación en pacientes que han sufrido infarto de miocardio, cirugía de revascularización ó

angioplastia, se han hecho en edades que oscilan entre los 45 a 65 años, pero poco se ha descrito sobre grupos de mayor edad.

El objetivo del presente trabajo ha sido precisamente analizar los beneficios de la rehabilitación cardíaca en este grupo de pacientes mayores y compararlos con otros grupos de menor edad.

#### MATERIAL Y METODOS.

Se estudiaron 71 pacientes, de ellos 62 habían sufrido infarto de miocardio, ocho habían sido sometidos a cirugía de revascularización y en un paciente se realizó angioplastia transluminal.

En el grupo de pacientes de mayor edad, objeto del presente trabajo, se incluyeron 13 pacientes y con la finalidad de realizar un estudio comparativo entre este grupo de mayor edad y de edades más jóvenes, se distribuyeron de la siguiente manera:

-GRUPO I: 20 pacientes, menores de 43 años, con una media de  $38 \pm 5$  años.

GRUPO II: 20 pacientes, con edades comprendidas entre 44 y 50 años, con una media de  $47 \pm 2$  años.

GRUPO III: 18 pacientes con edades entre 51 y 59 años, con una media de  $55 \pm 2$  años.

GRUPO IV : 13 pacientes con edades entre 60 y 72 años, con una media de  $64 \pm 4$  años.

No hubo diferencias en cuanto a lo localización del infarto ni en el número ó distribución de vasos afectados, entre los 4 grupos.

Se excluyeron a aquellos pacientes que no deseaban entrar a un programa de rehabilitación, ó que tenían dificultades para seguir adecuadamente el protocolo de estudio: actitud personal, distancia del domicilio al hospital, etc.

Y además se utilizaron los criterios generales para exclusión de pacientes cardiópatas de un programa de ejercicio (95), como son, por ejemplo: inestabilidad clínica: con aparición de angina de pecho ó cambios en las características del cuadro anginoso. En ocasiones con el -

ajuste de medicamentos y un período de inactividad con una nueva evaluación del paciente, en la que se incluye prueba de esfuerzo limitada por síntomas, puede volver a reanudar el plan de entrenamiento.

Por otro lado se excluyen a pacientes con insuficiencia cardíaca, trastornos del ritmo y/o de la conducción graves. Hipertensión arterial no controlada. Y otras enfermedades agudas concomitantes, como enfermedades infecciosas, artritis, enfermedades respiratorias, etc.

Se incluyeron en el estudio aquellos pacientes cuya asistencia a las sesiones de entrenamiento fue regular, así como a las consultas de seguimiento, con una asistencia al menos del 75% de las mismas.

A todos se les dió las indicaciones pertinentes - acerca del tratamiento médico a seguir, antes, durante y - después del programa de rehabilitación. De tal manera que los pacientes que recibían B-bloqueadores, nitratos ó antagonistas del calcio, fueron estudiados bajo este tratamiento, sin modificaciones de importancia, excepto pequeños ajustes cuantitativos.

Al comienzo de cada programa se hizo una revisión de factores de riesgo en cada paciente, diseñándose con - ello un perfil de riesgo (que se clasificó, según una de-- terminada puntuación obtenida, en: muy bajo, bajo, modera-- do, alto y muy alto).

Esta evaluación se repitió en cada ocasión que se realizó prueba de esfuerzo máxima, y se hizo en base a:

-Resultados de la prueba de esfuerzo: tiempo de permanen-- cia en banda, cambios en el ST, frecuencia cardíaca y ten-- sión arterial en reposo, trastornos del ritmo y/o de la - conducción, aparición de angina, etc, es decir respecto a la positividad ó negatividad de la prueba.

-Antecedentes familiares y personales de cardiopatía isquémica.

-Edad.

-Antecedentes de tabaquismo.

-Cifras de colesterol total, triglicéridos, glucosa, ácido úrico.

-Porcentaje de grasa corporal determinada por la medición de pliegues cutáneos.

-Características del electrocardiograma en reposo.

-Grado de tensión ó ansiedad en sus actividades habituales: trabajo, familia, etc.

Obteniéndose con todo ello el perfil de riesgo en cada paciente y observando de esta manera las variaciones de un programa de rehabilitación sobre dicho perfil.

Así según los resultados se hicieron las recomendaciones necesarias en cada caso en cuanto a: dieta, control de peso, ajuste de tratamiento en pacientes hipertensos, diabéticos ó con hiperuricemia, etc. Y se les aconsejó acerca de actividades recreativas, trabajo, cambios en los hábitos de vida, etc, con el objeto de tratar de disminuir el grado de estres y ansiedad.

Todos los pacientes comenzaron su programa de entrenamiento, ó sea su programa de ejercicios alrededor de las 10 semanas (media de 8 semanas). El tiempo de seguimiento global medio fue de  $43 \pm 22$  meses.

Durante todo el tiempo que duró el estudio se vigiló la aparición de nuevos acontecimientos coronarios, estos se clasificaron en:

-Mayores: muerte súbita

reinfarto

fibrilación ventricular

-Menores: angina de pecho

insuficiencia cardíaca

nueva cirugía de revascularización.

Antes y durante el programa de rehabilitación a todos los pacientes se les realizó prueba de esfuerzo en banda sin fin.

Antes de comenzar la prueba se hizo historia clínica, examen físico y electrocardiograma de reposo en cada paciente.

Todas las pruebas se hicieron en ayunas. Durante el primer año de seguimiento la frecuencia de la realización de las pruebas de esfuerzo fue de una cada 3-4 meses, y posteriormente a partir del segundo año una cada 6 meses.

Al comienzo del programa se utilizó el protocolo del Servicio de Rehabilitación del Instituto Nacional de Cardiología, que es una modificación del protocolo de Naughton (96), en este la demanda de oxígeno comienza en for-

ma baja con 1.5 mets. en la primera etapa, que pasa a 2 -  
mets. en la segunda y con un incremento progresivo en la -  
carga de trabajo, aumentando 1 met. por etapa (97). La -  
prueba de esfuerzo fue suspendida por fatiga ó por la apa-  
rición de signos ó síntomas.

Después de la prueba de esfuerzo inicial se siguió  
el protocolo de Bruce (98) que fue utilizado para seguir a  
los pacientes cada 6 meses.

Para registrar los trazos electrocardiográficos -  
durante el esfuerzo se utilizó una derivación bipolar CM5,  
con un aparato Nikon Kohden de dos canales Lifescope No. 8.

En cada paciente se tomaron las 12 derivaciones -  
electrocardiográficas en reposo, tanto en posición de decú  
bito como en posición ortostática. También se analizaron  
los efectos de la hiperventilación sobre el segmento ST. -  
El ECG se monitorizó continuamente durante el esfuerzo y -  
los trazos post-esfuerzo se tomaron con un equipo Cardiopan  
2, registrando electrocardiogramas completos en forma inme-  
diata al finalizar el ejercicio, todavía en posición ortos-  
tática, y al primer minuto, tercero y noveno post-esfuerzo.

Durante cada etapa, además del trazo electrocardiográfico, se midió la tensión arterial con esfigmomanómetro 15 segundos antes de que finalizase cada etapa, y en el momento de aparición de cambios isquémicos en el ECG, así como durante la recuperación.

El umbral del doble producto para una respuesta isquémica se definió como el producto de TAS (tensión arterial sistólica) y FC (frecuencia cardíaca) en que aparecen por primera vez desniveles negativos del ST.

Se consideró índice de isquemia a un desnivel negativo horizontal ó descendente del segmento ST de 0.1 mv y de 0.08 segundos de duración.

El área de isquemia se midió cuantificando los desniveles negativos del ST según el parámetro de Sheffield (99): cada mm<sup>2</sup> representa un área de 4 mcv/seg. y se mide desde el desnivel del punto "J" el número de cuadros, el resultado se expresa en mcv/seg.

Se consideró como positivas a áreas mayores de 8 mcv/seg. y áreas menores de esta cifra como negativas para isquemia miocárdica. El área se midió en todas las deriva

ciones donde se observó depresión del segmento ST, señalando la etapa y derivación donde fue mayor el área de isquemia.

También fueron consideradas como positivas aquellas pruebas de esfuerzo en las que se observó desnivel positivo del ST respecto al ECG de reposo, se midió el supra desnivel desde el punto "J" y si éste permanecía elevado a los 80 msqs. en un mm ó más (100,101).

La banda sin fin fué calibrada regularmente, y se dieron siempre instrucciones a los pacientes del modo de realizar la prueba y el objetivo de la misma (indicándoles la importancia de manifestar cualquier molestia durante la realización, así como evitar la sujeción con fuerza a las barras metálicas de protección).

Los datos obtenidos en la prueba de esfuerzo fueron: frecuencia cardíaca y tensión arterial en reposo, doble producto inicial y final, capacidad de trabajo físico, grado de dificultad alcanzado usando la graduación del esfuerzo percibido ("RPE") propuesta por Borg (102), en la cual se asigna una puntuación determinada según la intensidad del esfuerzo realizado en base a la percepción subjetiva

va de cada paciente.

Máxima captación de oxígeno ( $VO_2$  máx.), oxígeno/pulso, tiempo de permanencia en banda, etc.

Se obtuvo también el porcentaje de grasa corporal mediante la medición de pliegues cutáneos. Y en 10 de los 13 pacientes del grupo de mayor edad, se midió también la capacidad vital y el volumen expiratorio forzado en el primer segundo.

La prescripción de ejercicio para cada paciente se hizo en base a la frecuencia cardíaca y al  $VO_2$  máx., alcanzados durante la prueba de esfuerzo de referencia.

Así se comenzó con el 60-70% de la frecuencia cardíaca alcanzada en la prueba de esfuerzo, durante los primeros meses, después de los seis primeros meses se continuó con el 75-85% de la frecuencia cardíaca de referencia. También para ajustar la intensidad del ejercicio en cada caso, se utilizó también el  $VO_2$  máx. Durante los primeros tres meses se consideró el 50-70% de la máxima captación de oxígeno y posteriormente se aumentó progresivamente hasta el 70-80% del  $VO_2$  máx., con dos ó tres intervalos de -

dos a cinco minutos en los que se alcanzaba hasta el 80-90% de la máxima capacidad aeróbica entremezclado en las sesiones de ejercicio.

Las sesiones de ejercicio consistían en: una fase de calentamiento de 10 a 15 minutos, seguidos de caminata - alternando con trote los primeros tres meses, y de trote - con ejercicio en bicicleta estática ó ambos a partir del - primer trimestre, con una duración esta fase entre 15 y 30 minutos. Y una fase de enfriamiento ó recuperación con una duración también entre 10a 15 minutos.

La frecuencia de las sesiones fue de: tres sesiones semanales los primeros tres meses y posteriormente de - cuatro a cinco sesiones por semana.

Las sesiones de ejercicio se realizaron bajo estrecha vigilancia médica, con monitorización continúa mediante una única derivación bipolar con telemetría, también monitoreo electrocardiográfico periódico. También se determinaron las cifras de tensión arterial durante las sesiones de entrenamiento.

Las mediciones de  $\dot{V}O_2$  máx. durante el primer año

se repitieron cada tres meses para evaluar la tolerancia al esfuerzo, y también naturalmente, para ajustar la intensidad del ejercicio.

Se consideró que la respuesta a un programa de ejercicio era adecuada cuando al aumentar la  $VO_2$  máx. disminuía la frecuencia cardíaca. Con estas medidas se ajustó la velocidad de trote y la resistencia de la bicicleta para alcanzar la frecuencia cardíaca equivalente al porcentaje deseado de  $VO_2$  máx.

Las relaciones entre la frecuencia cardíaca y la máxima captación de oxígeno se determinaron mediante la medición del consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca durante el esfuerzo máximo y submáximo. El cálculo de la máxima captación de oxígeno se hizo por el método de Beckman.

El cálculo de la fracción de expulsión se hizo mediante ecocardiografía bidimensional, se utilizó un equipo Varian 3400 con transductor de 2.25 MHz de 84 grados, electrónico de rastreo básico en tiempo real. Se hizo registro en aproximación paraesternal para la obtención de cortes longitudinal y transversal a través de la válvula mitral, músculos papilares y ápex, y aproximación apical, cortes -

longitudinal y transversal de cuatro cámaras y ántero-posterior de dos cámaras. Se registró en cinta de video Dina mycron Sony en movimiento y con congelación a nivel del vértice de la "R" del electrocardiograma y final de la "T".

Las cintas fueron revisadas con microprocesadora digital dotada de lápiz luminoso para obtener cálculos del volumen diastólico final, volumen sistólico final y fracción de expulsión, mediante el método de Simpson modificado.

El análisis estadístico se hizo con la prueba de la T de Student.

Los valores se informan con media aritmética y desviación standard.

Se consideró significativa una P menor ó igual a 0.05 cuando se compararon los grupos.

Los resultados del grupo de mayor edad fueron comparados con los de los grupos de edades más jóvenes.

## RESULTADOS

El total de la población estudiada fue de 71 pacientes, divididos en cuatro grupos de acuerdo a su edad, (como se describe en la metodología del presente trabajo).

El tiempo de seguimiento medio para los cuatro grupos fue de  $43 \pm 22$  meses.

La adherencia global al programa de entrenamiento fue muy buena: 90%, con una variación del 75% al 100%. En el grupo de mayor edad ésta fue del 92%.

Ningún paciente sufrió evento alguno durante el ejercicio ó durante la realización de las pruebas de esfuerzo.

-El Grupo I, cuya edad media fue de  $38 \pm 5$  años, con un total 20 pacientes, todos ellos menores de 43 años. Después del entrenamiento mostraron una disminución en la presión sistólica en reposo estadísticamente significativo con  $p < 0.05$ , también hubo un aumento en la presión sistólica máxima (de 154 a 162 mmHg) después del entrena-

miento que fue significativo:  $p < 0.05$ . Lo mismo ocurrió con la frecuencia cardíaca máxima y la capacidad de trabajo físico, con una  $p < 0.001$ , así como en la máxima captación de oxígeno ( $VO_2$  máx.:  $p < 0.001$ ).

El grado de dificultad percibido (GDP) submáximo disminuyó significativamente ( $p < 0.005$ ). Hubo un aumento del tiempo de permanencia en banda de 510 a 828 segundos y del oxígeno pulso, ambos con valor estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ).

Sin embargo, no hubo cambios significativos antes y después del entrenamiento en el peso corporal, la frecuencia cardíaca y presión diastólica en reposo ni en la fracción de expulsión (Tablas 1 y 2).

El tiempo medio de seguimiento para este grupo - fue de  $41 \pm 20$  meses.

El número de pruebas de esfuerzo negativas fue de 15 (75%) y positivas 5 (25%) al final del entrenamiento.

-El Grupo II, Lo constituyeron también 20 pacientes, con edades entre 44 y 50 años, con una edad media de

TABLA 1

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO I n=20 EDAD MEDIA 38 ± 5

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>Δ INCREMENTO</u>
Peso (Kg)	71 ± 9	71 ± 9	
Estatura	1.69 ± 0.04	1.69 ± 0.04	
Sup. Corporal	1.82 ± 0.1	1.82 ± 0.1	
FC Reposo (lat/min)	61 ± 10	56 ± 7	
TAS Reposo (mmHg)	119 ± 10	111 ± 14*	
TAD Reposo (mmHg)	76 ± 9	76 ± 11	
TAS Máxima (mmHg)	154 ± 14	162 ± 14*	
FC Máxima (lat/min)	153 ± 19	175 ± 14°	
Capacidad de trabajo físico (mets)	9.37 ± 2.1	14.22 ± 2°	59 ± 31
VO2 máx.	38.2 ± 7.4	49.8 ± 7°	59 ± 31

\* = p < 0.05

° = p < .001

TABLA 2

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO I n=20 EDAD MEDIA 38 ± 5

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Doble Producto FCxTASx10 <sup>-3</sup>	23.787 ± 5.3	28.153 ± 4.2*	
GDP° (submáximo)	14 ± 2	11 ± 2**	
Tiempo de Banda	510 ± 126	828 ± 116*	
Seguimiento O <sub>2</sub> pulso	21.5 ± 4.3	30 ± 5*	45.0 ± 26
F. Expulsión	49 ± 8	53 ± 8	
Pruebas de Esfuerzo			
Negativa		15 (75%)	
Positiva		5 (25%)	
ST+		4	
ST-		1	

\* p < 0.001      \*\*p < 0.05

° GDP : Grado de dificultad percibido.

11/20/85

47  $\pm$  2 años.

Este grupo después del entrenamiento mostró los siguientes cambios:

Un aumento significativo en la frecuencia cardíaca máxima ( $p < 0.05$ ), en la capacidad de trabajo físico y en el doble producto máximo ( $p < 0.001$ ). Lo mismo ocurrió en el grado de dificultad percibido ( $p < 0.05$ ), así como en el tiempo de permanencia en banda, en la máxima captación de oxígeno, oxígeno pulso y fracción de expulsión ( $p < 0.001$ ).

Y no hubo cambios estadísticamente significativos en el peso corporal, frecuencia cardíaca y tensión arterial sistólica en reposo, frecuencia cardíaca máxima y tensión arterial sistólica máxima (Tabla 3 y 4).

El tiempo medio de seguimiento fue de 32  $\pm$  16 meses. El número de pruebas de esfuerzo negativas al final del entrenamiento fue de 15 (75%) y positivas 5 (25%).

-El Grupo III, estaba constituido por 18 pacientes, con una edad media de 55  $\pm$  2 años, con edades entre 51 y 59 años.

TABLA 3

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO II n=20 EDAD MEDIA 47+ 2

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Peso	72 ± 5	74 ± 7	
Estatura	1.67 ± 0.06	1.67 ± 0.06	
S. Corporal	1.82 ± 0.09	1.82 ± 0.09	
FC Reposo	61 ± 9	58 ± 7	
TAS Reposo	112 ± 15	117 ± 13	
TAD Reposo	75 ± 11	82 ± 9	
TAS Máx.	153 ± 19	160 ± 20	
FC Máx.	141 ± 17	158 ± 18°	
Capac. de trabajo (mets)	8.87 ± 1.26	13.08 ± 2.34*	
Doble producto (FC x TAS x 10 <sup>-3</sup> )	22.317± 4.3	25.374± 4.2*	48 ± 22

\* p < 0.001

° p < 0.05

TABLA 4

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO II n=20 EDAD MEDIA 47± 2

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
GDP (submáx.)	12 ± 2	10 ± 2°	
Tiempo de Banda	475 ± 70	736 ± 140*	
VO2 Máx.	31.05 ± 4.41	45.8 ± 8.2*	48 ± 22
Seguimiento (meses)		32 ± 16	
O2 Pulso	21.88 ± 4.13	30.5 ± 7.42*	34 ± 23
F. Expulsión	45.2 ± 12.5	52 ± 11.8*	
P. Esfuerzo			
Negativa		15 (75%)	
Positiva		5 (25%)	
ST +		0	
ST -		5	

\* p < 0.001      ° p < 0.05

152

Los cambios experimentados con el programa de -- ejercicios fueron los siguientes:

Aumento en la presión arterial sistólica máxima, disminución de la frecuencia cardíaca en reposo ( $p < 0.005$ ) así como en la capacidad de trabajo físico, en la máxima captación de oxígeno, en el tiempo de permanencia en banda, y oxígeno pulso, todos ellos con un valor estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ), y en la fracción de expulsión ( $p < 0.05$ ).

No hubo cambios significativos en el peso corporal, en la tensión arterial sistólica y diastólica en reposo, en la frecuencia cardíaca máxima, ni en el doble producto. También se encontró una disminución estadísticamente significativa en el grado de dificultad percibido submáxima ( $p < 0.05$ ), (Tablas 5 y 6). El tiempo medio de seguimiento de este grupo fue de  $44 \pm 22$  meses.

El número de pruebas de esfuerzo negativas fue de 13 (72%) y positivas 5 (28%).

-El Grupo IV, lo constituyeron 13 pacientes, con edades entre 60 y 72 años, con una edad media de  $64 \pm$  años.

TABLA 5

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO III n=18 EDAD MEDIA 55± 2

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Peso	73 ± 6	74 ± 6	
Estatura	1.70 ± 0.04	1.70 ± 0.04	
S. Corporal	1.85 ± 0.07	1.85 ± 0.07	
FC Reposo	64 ± 10	54 ± 8**	
TAS Reposo	127 ± 21	122 ± 21	
TAD Reposo	82 ± 12	78 ± 10	
TAS Máx.	156 ± 17	171 ± 23**	
FC máx	154 ± 14	153 ± 16	
C. Trabajo° (mets)	9.16 ± 1	13.65 ± 1.7*	51 ± 28
Doble producto (Fc X TAS x 10 <sup>-3</sup> )	25.116± 3.7	26.254± 4.9	

\*\*p < 0.05      \*p < 0.001

° Capacidad de trabajo físico.

TABLA 6

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO III n=18 EDAD MEDIA 55± 2

	INICIAL	FINAL	% INCREMENTO
GDP (Submáx.)	14 ± 2	12 ± 2**	
Tiempo en banda	489 ± 61	774 ± 119*	
VO2 máx	32.06 ± 3.5	47.8 ± 6*	51 ± 28
Seguimiento		44 ± 22	
O2 Pulso	21.38 ± 3.5	31.54 ± 5.8*	53 ± 44
F Expulsión	50'2 ± 9.6	56.2 ± 12**	
P. Esfuerzo			
Negativa		13 (72%)	
Positiva		5 (28%)	
ST +		2	
ST -		3	

\* p < 0.001      \*\* p < 0.05.

En este grupo, objeto central del presente estudio, los cambios observados fueron los siguientes:

Hubo un incremento estadísticamente significativo en el volumen expiratorio forzado en el primer segundo, - una disminución de la frecuencia cardíaca en reposo, así como en el doble producto submáximo y en el grado de dificultad percibido ( $p < 0.05$ ).

También aumento la máxima captación de oxígeno, - la capacidad de trabajo físico, el tiempo de permanencia en banda y el oxígeno pulso ( $p < 0.001$ ).

No hubo cambios significativos en: el peso corporal, en el porcentaje de grasa corporal, en la capacidad vital (en litros), ni en la presión arterial sistólica en reposo, tampoco en la presión arterial sistólica y diastólica máximas, ni en la frecuencia cardíaca máxima.

No hubo modificaciones significativas en el doble producto máximo, ni en la fracción de expulsión (Tablas 7 y 8).

El tiempo medio de seguimiento fue de  $43 \pm 22$  me-

TABLA 7

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDADGRUPO IV n=13 EDAD MEDIA 64± 4

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Peso	70 ± 9	73 ± 10	
Estatura	1.69 ± 0.07	1.69 ± 0.07	
Grasa Corporal (%)	23.51 ± 5.8	24.1 ± 5.2	
Sup. Corporal	1.83 ± 0.1	1.84 ± 0.1	
Capacidad vital (litros)	3.6 ± 0.6	3.6 ± 0.5	
VEF (% de cap. vital)	73.9 ± 12.1	79.4 ± 7.4**	
FC Reposo	59 ± 9	54 ± 8**	
TAS Reposo	126 ± 21	122 ± 21	
TAD Reposo	82 ± 12	78 ± 10	
TAS máxima	154 ± 20	163 ± 26	
FC máxima	137 ± 27	137 ± 23	
VO2 máxima	26.5 ± 5.3	38.8 ± 5.5*	50.0 ± 29.0

\*\* p &lt; 0.05

\* p &lt; 0.001

TABLA 8

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

GRUPO IV n=13 EDAD MEDIA 64± 4

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Capac. trabajo físico (mets)	7.57 ± 1.51	11.08 ± 1.57*	50.0 ± 29.0
Doble producto (submáx.)	22.165± 4.83	14.655± 4.62**	
Doble producto (máx)	22.155± 5.53	22.692± 6.13	
GDP (submáx.)	12 ± 2	10 ± 2**	
Tiempo en banda	388± 94	615± 96*	
Seguimiento		43 ± 22	
O2 Pulso	19.5 ± 3	29.0 ± 6*	62 ± 28
F. Expulsión	44 ± 13	46 ± 12	
P. Esfuerzo			
Negativa		9 (69%)	
Positiva		4 (31%)	
ST +		2	
ST -		2	

\* p < 0.001

\*\* p < 0.05.

ses.

El número de pruebas de esfuerzo negativas fue de 9 (69%), y positivas 4 (31%).

En las Tablas 9, 10 y 11 se señalan los distintos cambios experimentados después de un programa de entrenamiento en este grupo de mayor edad, en los pacientes que sufrieron infarto de miocardio, cirugía de revascularización ó angioplastia.

Así en los pacientes que sufrieron infarto de miocardio (Tabla 9) se observó:

Un aumento estadísticamente significativo en la máxima captación de oxígeno, en el oxígeno pulso, en el tiempo de permanencia en banda y en la capacidad de trabajo físico ( $p < 0.001$ ), y una disminución en el grado de dificultad percibido (GDP,  $p < 0.05$ ). Sin cambios en la fracción de expulsión, ni en el doble producto máximo.

En los que fueron sometidos a cirugía de revascularización también se experimentó un incremento después del entrenamiento en: la máxima captación de oxígeno, en la capacidad de trabajo físico, en el tiempo de permanen-

TABLA 9

RESULTADOS ANTES Y DESPUES DEL ENTRENAMIENTO  
EN PACIENTES DE MAYOR EDAD.

INFARTO DE MIOCARDIO

	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
VO2 máx.	26.05 $\pm$ 5.35	38.15 $\pm$ 5.35*	51 $\pm$ 30
Capac. trabajo (mets)	7.44 $\pm$ 1.53	11 $\pm$ 1.53*	51
Tiempo en banda	380	605*	
Doble producto (FC x TAS x 10 <sup>-3</sup> )	22.052 $\pm$ 5.7	22.628 $\pm$ 6.4	
O2 Pulso	18.9	29.1*	56
F. Expulsión	41.1 $\pm$ 12	42 $\pm$ 7	
GDP (Submáx.)	13.0 $\pm$ 2	11 $\pm$ 2**	

\* p < 0.001

\*\* p < 0.05

cia en banda y en el oxígeno pulso, con valor estadística mente significativo ( $p < 0.001$ ), así como en el grado de dificultad percibido ( $p < 0.05$ ), sin cambios en el doble producto máximo y en la fracción de expulsión (Tabla 10). Y en el paciente sometido a angioplastia transluminal se observó (Tabla 10):

Aumento también la máxima captación de oxígeno, - en la capacidad de trabajo físico, en el tiempo de permanencia en banda, en el oxígeno pulso ( $p < 0.001$ ), y en este caso también en la fracción de expulsión y en el doble producto máximo ( $p < 0.001$ ), y una disminución estadísticamente significativa del grado de dificultad percibido - ( $p < 0.05$ ).

También se analizaron los cambios producidos en - este grupo de pacientes en relación con el uso de B-blo-- queadores, para lo cual se subdividieron en dos sub-gru-- pos: con y sin B-bloqueadores antes y después de un pro-- grama de entrenamiento (Tabla 11).

Hubo diferencias significativas en ambos grupos - en distintos parámetros antes y después del entrenamiento. Así en los dos subgrupos se observó aumento en la capaci-

TABLA 10

RESULTADOS ANTES Y DESPUES DEL ENTRENAMIENTO  
EN PACIENTES DE MAYOR EDAD.

	<u>POST-CIRUGIA</u>			<u>POST-ANGIOPLASTIA</u>		
	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>%INCREMENTO</u>	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>%INCREMENTO</u>
VO2 máx.	31.5	45.5*	44.4	28	42*	50
Capac. trabajo (mets)	9 ± 1.55	13 ± 1.5*	44.4	8	12*	50
Tiempo en banda	480	730*		420	660*	
Doble producto (FCxTASx10 <sup>-3</sup> )	23.288±5.5	23.400± 5.4		14.350	23.040*	
O2 Pulso	22.1	29.2*	32.9	23.7	29.1*	23
F. Expulsión	60.1	51.7		60.0	77.0*	
GDP (Submáx.)	12 ± 7	10 ± 2**		12 ± 2	10 ± 2**	

\* p < 0.001

\*\* p < 0.05.

TABLA 11

RESULTADOS ANTES Y DESPUES DEL ENTRENAMIENTO  
EN PACIENTES DE MAYOR EDAD.

	<u>CON B-BLOQUEADORES</u>			<u>SIN B-BLOQUEADORES</u>		
	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>%INCREMENTO</u>	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>%INCREMENTO</u>
VO2 máx.	26.74 ± 6.2	36.47±5.1*	40 ± 24	26.17 ± 4.3	41.98±4.78*	64 ± 33
Cap. trabajo	7.64 ± 1.77	10.42±1.45*		7.47 ± 1.22	12.00±1.36*	
Doble producto (FC×TAS×10 <sup>-3</sup> )	22.272± 6	19.953±4.7*		21.991± 5.4	26.528±6.2*	
GDP (sulmáx.)	13 ± 2	11±2**		12 ± 2**	10 ± 2	
Tiempo en banda (seg.)	399±100	582.8 ±97*		374± 84	660±73*	
F. Expulsión	43.3 ±4.1	45± 5		45.6±19.2	46.5±17.00	
O2 Pulso	19.7 ±2.1	31.2 ± 4.4*	58.5±34	18.3±3.76	26.32± 2.7*	46 ± 22

\* p < 0.001

\*\* p < 0.05.

dad de trabajo físico, en la máxima captación de oxígeno, en el oxígeno pulso y tiempo de permanencia en banda ( $p < 0.01$ ) y disminución del grado de dificultad percibido ( $p < 0.05$ ). El grupo sin B-bloqueadores tuvo un aumento ligeramente mayor en la capacidad de trabajo físico y en el doble producto máximo, en el grupo con B-bloqueadores hubo una disminución del doble producto máximo ( $p < 0.001$ ). En ningún grupo se detectaron cambios significativos en la fracción de expulsión.

No hubo diferencia entre el grupo de mayor edad (grupo IV) y el resto de grupos en relación al porcentaje de pacientes que recibieron B-bloqueadores, así:

- Grupo I: 45%
- Grupo II: 55%
- Grupo III: 56%
- Grupo IV: 54%

En las Tablas 12 y 13 muestran resultados de las pruebas de esfuerzo antes y después del entrenamiento en los cuatro grupos.

En los cuatro grupos hubo un aumento estadística-

TABLA 12

RESULTADOS DE LA P. ESFUERZO ANTES Y DESPUES  
DEL ENTRENAMIENTO EN LOS CUATRO GRUPOS.

	<u>GRUPO I n=20 EDAD MEDIA 38±5</u>			<u>GRUPO II n=20 EDAD MEDIA 47±2</u>		
	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Capacidad de trabajo (mets)	9.37±2.1	14.22±2*	59 ± 31	8.87±1.26	13.08±2.34*	48 ± 22
Doble producto (FCxTASx10 <sup>-3</sup> )	23.787±5.3	28.153±4.2*		22.317 ±4.3	25.374 ±4.2*	
GDP (Submáx.)	14±2	11 ±2**		12 ± 2	10 ± 2**	

\*p < 0.001

\*\* p < 0.05.

TABLA 13

RESULTADOS DE LA P. ESFUERZO ANTES Y DESPUES  
DEL ENTRENAMIENTO EN LOS CUATRO GRUPOS.

	<u>GRUPO III n=18 EDAD MEDIA 55±2</u>			<u>GRUPO IV n=13 EDAD MEDIA 64±4</u>		
	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>	<u>INICIAL</u>	<u>FINAL</u>	<u>% INCREMENTO</u>
Capacidad de trabajo (mets)	9.16± 1	13.65±1.71*	51 ± 28	7.57± 1.51	11.08±1.57*	50 ± 29
Doble producto (FCxTASx10 <sup>-3</sup> )	25.116±3.7	26.524±4.9		22.156± 5.5	22.692±6.1	
GDP (Submáx.)	14± 2	12 ± 2**		12 ± 2	10± 2**	

\*p < 0.001

\*\* p < 0.05.

mente significativo en la capacidad de trabajo físico y - en el doble producto máximo ( $p < 0.001$ ), en éste último - parámetro el aumento sólo se observó en el grupo I y II, - no hubo cambios significativos en los grupos III y IV.

El grado de dificultad percibido disminuyó en los 4 grupos después del entrenamiento, con un valor estadísticamente significativo en los cuatro ( $p < 0.05$ ).

En la Tabla 14 se señalan el número de acontecimientos coronarios (mayores y menores) observados durante el seguimiento, en los cuatro grupos.

En el grupo I, sólo un paciente sufrió un nuevo reinfarto, ningún otro tuvo otros acontecimientos.

En el grupo II, un paciente tuvo reinfarto, una cirugía de revascularización y tres angina de pecho.

En el grupo III, cinco pacientes tuvieron angina de pecho.

Y en el grupo de mayor edad (IV): hubo un reinfarto, en un paciente se realizó cirugía de revascularización, y cinco (38.4%) pacientes tuvieron angina.

TABLA 14

ACONDICIONAMIENTO FISICO Y EDAD

ACONTECIMIENTOS CORONARIOS

	<u>GRUPO I</u>	<u>GRUPO II</u>	<u>GRUPO III</u>	<u>GRUPO IV</u>
<u>MAYORES</u>				
Muerte súbita	0	0	0	0
Reinfarto	1	1	0	1
Fibrilación ventricular	0	0	0	0
<u>MENORES</u>				
Angor	0	3	5	5
Revascularización	0	1	0	0
Angioplastia	0	0	0	1
Insuf. cardíaca	0	0	0	0

---

## DISCUSION

Los efectos del ejercicio y de un programa de rehabilitación han sido ampliamente descritos en la literatura, pero la mayor parte de las veces en relación con grupos de edades comprendidos entre 40 y 60 años. Poco se ha descrito sobre los efectos de estos programas y del ejercicio en sujetos sanos y pacientes cardiopatas mayores de 60 años.

Los programas de entrenamiento mejoran la capacidad funcional a través de modificaciones periféricas (33, 38), y centrales (4,14,19,20,22,24,32,37,42), con lo cual disminuye el trabajo cardíaco y el consumo de oxígeno miocárdico.

Algunos estudios han señalado la disminución del gasto cardíaco con la edad (67,80,81), pero recientemente Rodeheffer no encontró ningún cambio en el gasto cardíaco en reposo ni en el índice cardíaco en relación con la edad.

En relación a la precarga se ha señalado que con la edad aumenta la contribución de la contracción auricular al llenado ventricular y por tanto la pérdida de ésta

disminuye el llenado ventricular izquierdo consecuentemente habría una caída en el gasto cardíaco mayor que en los jóvenes.

La postcarga aumenta la edad, a nivel de la aorta y con las arterias periféricas, hay un aumento en el grosor de sus paredes. Recientemente (104) se informaron estos cambios en un grupo de población china, en la cual la aterosclerosis es rara. También se ha detectado aumento de la norepinefrina plasmática en relación con la edad, tanto en reposo, como al realizar esfuerzo como: prueba de esfuerzo en banda, "handgrip" sostenido y al adoptar la posición ortostática (105,106). Parece contribuir al aumento de las resistencias periféricas una disminución en la capacidad de vasodilatación, sobre todo durante el ejercicio.

Respecto a la contractilidad parece ser que hay un aumento en la duración de la contracción, sin que haya disminución en la fuerza de contracción, se ha demostrado un aumento en el tiempo de eyección del ventrículo izquierdo (107), esta prolongación está relacionada con un aumento en el tiempo de activación del proceso excitación-contracción, y puede deberse a cambios en las propiedades visco-

elásticas pasivas con la edad (108).

La fracción de expulsión, como índice más utilizado de función de bomba, en reposo no se modifica con la edad en sanos (85, 109). También la velocidad de acortamiento parece ser independiente de la edad en sanos (110).

Durante el ejercicio el gasto cardíaco puede aumentar, por aumento en el retorno venoso, con consiguiente aumento del volumen latido.

Se ha postulado que con la edad se produce una hipertrofia del ventrículo izquierdo con una reducción del volumen del llenado, sin embargo, en el estudio de Rodeheffer (85), se muestra que el volumen diastólico aumenta por dilatación cardíaca.

También durante el ejercicio máximo aumentan las resistencias periféricas (80), sin embargo, en el estudio de Rodeheffer no hubo cambios en dichas resistencias periféricas en relación a la edad (85).

En cuanto a la contractilidad se observó que en sujetos sanos con el ejercicio se produce un incremento en -

la fracción de expulsión, respecto a los niveles de reposo, ahora bien en los pacientes con cardiopatía isquémica no parece haber un aumento significativo en dicho parámetro, sin embargo, en el estudio de Baltimore (85) se encontró que el incremento de los valores de reposo al esfuerzo así como las cifras absolutas de la fracción de expulsión, con el máximo esfuerzo, disminuyen en relación con la edad, con un aumento en el volumen sistólico final. Se propone como causa de esta situación a una disminución del efecto estimulador de la contractilidad por catecolaminas (108).

En el presente estudio no hubo cambios significativos en la fracción de expulsión en los pacientes de mayor edad entre antes y después del entrenamiento, después de un tiempo de seguimiento de 43 meses. Sin embargo, en los grupos de mediana edad (II y III, con edad media de 47 y 55 años respectivamente), si hubo cambios significativos en la fracción de expulsión obtenida antes y después del programa de entrenamiento. Su tiempo de seguimiento fue de 32 a 44 meses respectivamente. En el grupo I (el grupo más joven con una edad media de 38 años) tampoco se observaron cambios significativos en la fracción de expulsión entre el comienzo y al final del entrenamiento. Por

lo que la ausencia de variaciones significativas en este caso no podría atribuirse sólo a la edad.

Esta ausencia de cambios estaría de acuerdo a lo señalado por algunos autores (108), (33,34), si bien hay numerosos estudios que informan de modificaciones logrados en la fracción de expulsión, con una mejoría después de un adecuado programa de entrenamiento (21,22,23,24,25, 26,27,29,30,31,32,35,36,37 y 19).

Page et al (111) estudiaron las diferencias en la función ventricular de acuerdo a la edad, y observaron - que no había diferencias en cuanto a la fracción de expulsión y a la velocidad de acortamiento, mientras que si encontraron cambios significativos en los volúmenes ventriculares (sistólico y diastólico finales), concluyen que - esta reducción de los volúmenes ventriculares se debe a - la falta de actividad física de estos individuos.

Estos efectos de la edad como señalan varios autores, pueden minimizarse con un programa adecuado de entrenamiento y con actividad física regular (74,94,108), obteniéndose mejoría tanto en sanos como en pacientes portadores de cardiopatía isquémica.

En la introducción de este trabajo se revisó como la edad altera la función cardiorespiratoria con la consiguiente disminución en la capacidad funcional (67,84), pero también se ha demostrado como en sujetos mayores sanos con una actividad física regular pueden mejorar su capacidad funcional (72,77,88,89). En este estudio hemos observado como los pacientes portadores de cardiopatía isquémica pueden también obtener beneficios de un programa adecuado de entrenamiento, al igual que sujetos sanos ya mayores, y al igual que grupos de pacientes cardiópatas más jóvenes.

Después del entrenamiento observamos una mejoría significativa en: la capacidad de trabajo físico ( $p < 0.001$ ), al igual que en los otros tres grupos más jóvenes, con un aumento similar para el grupo de mayor edad (50%), si -- bien el incremento mayor fue el del grupo más joven (59%), Tablas 12 y 13.

Esta mejoría ha sido señalada también por varios autores (86,112,113,114). Así como en otros parámetros - de capacidad física, como la máxima captación de oxígeno ( $VO_2$  máx.).

En nuestro grupo el aumento de la  $VO_2$  máx. fué -

también significativo, con un incremento del 50% ( $p < 0.001$ ), similar al observado en los otros tres grupos. Esta mejora ha sido también documentada en la literatura, con resultados similares en los diversos estudios sobre este grupo de mayor edad (72,77,74,85,86,112,113,114,115). Por tanto se observó mejoría en la capacidad aeróbica a pesar no sólo - de la edad, sino también a pesar de su cardiopatía como en contró Williams (115).

También hubo disminución significativa en el doble producto ( $FC \times TAS \times 10^{-3}$ ) para una carga de trabajo submáxima, lo que indica una disminución en el trabajo miocárdico - (descenso del 16%,  $p < 0.05$ ). Este hecho ya ha sido descrito en sanos después de un programa de entrenamiento (86, 82,116), y también en cardiopatas mayores después de un programa de ejercicio (115). También disminuyó el grado - de dificultad percibida submáxima en todos los grupos -- ("GDP"), y en todos ellos de forma significactiva, entre - ellos el grupo IV. La magnitud de los cambios fue similar en los cuatro grupos.

El volumen expiratorio forzado en el primer segundo aumentó también, sin cambios significativos en la capacidad vital. En este aspecto Wenger señala que con la -

edad se produce una disminución en la función pulmonar, - sin embargo, los factores ventilatorios no limitan su capacidad física a no ser que halla enfermedades pulmonares coexistentes (86). En nuestro grupo de pacientes este - factor no limitó su capacidad física, experimentado tras el entrenamiento un incremento significativo en el  $VEF_1$ .

La frecuencia cardíaca en reposo disminuyó al - igual que en el grupo III (edad media de 55 años) no así en los grupos I y II, en los cuales disminuyó pero sin - significado estadístico.

Posner también encontró disminución en la FC en - reposo (74) después de un adecuado programa de ejercicio físico, en sanos y Williams y col. en cardiópatas (115).- En el grupo de mayor edad no hubo cambios en la tensión - arterial en reposo, ni en la tensión arterial y frecuen- - cia cardíaca con el esfuerzo máximo, en los otros tres - grupos si hubo cambios significativos con el máximo esfuer- - zo, con aumento de la tensión arterial y la frecuencia - cardíaca máxima, y aumento del doble producto máximo.

Esta ausencia de cambios significativos con el má- - ximo esfuerzo en el grupo de pacientes mayores podría es-

tar en relación con una disminución de la actividad de los baroreceptores y de los mediadores de respuesta cronotrópica, como ha descrito varios autores (42,74,86,108).

El tiempo de permanencia en banda se incrementó -- significativamente ( $p < 0.001$ ), al igual que en los grupos de menor edad, el porcentaje de incremento fue similar al de los otros tres grupos, pero en valores absolutos el tiempo de permanencia en banda fue menor en el grupo de mayor edad (grupo I: 828sgs al final de entrenamiento y grupo IV: 615 segundos). Otros autores han obtenido resultados similares (113,114). El aumento fue significativo en todos los grupos.

En nuestro estudio no hubo cambios con significado estadístico en el peso corporal, ni en el porcentaje de -grasa corporal en ninguno de los grupos, entre el comienzo y final del entrenamiento. Al contrario que otros autores (114,115,74,89).

Quizás la explicación a esta ausencia de cambios - en el peso corporal, sea el hecho de que en nuestros pacientes, pese al ejercicio, con el tiempo al sentirse subjeti-

vamente mejor aparece una autoconfianza en si mismos, que quizás los lleva a ser menos estrictos con su dieta conforme transcurre más tiempo, en relación con el episodio de infarto de miocardio, cirugía, etc.

La mejoría en la capacidad funcional se observó - en los pacientes con infarto de miocardio previo, cirugía de revascularización y angioplastia, con cambios significativos en los siguientes parámetros:  $VO_2$  máx, capacidad de trabajo físico, tiempo de permanencia en banda, oxígeno pulso, y grado de dificultad percibida submáxima, pero hubo un aumento significativo en la fracción de expulsión en el caso de angioplastia que no se observó en los otros dos. Y los pacientes sometidos a cirugía de revascularización tuvieron un mayor tiempo de permanencia en banda - Tablas 9 y 10.

Posteriormente se subdividieron a los pacientes - de mayor edad, como se describe en la metodología, en dos subgrupos: con y sin B-bloqueadores, con objeto de observar la magnitud de los cambios y la influencia en los migmos de estos fármacos.

La máxima captación de oxígeno aumentó de forma -

significativa en los dos subgrupos, así como la capacidad de trabajo físico, el grado de dificultad percibida, el oxígeno pulso y tiempo de permanencia en banda. El doble producto disminuyó de forma significativa en el grupo con B-bloqueadores y aumentó, también significativamente, en el grupo sin B-bloqueadores. En este aspecto hay trabajos que muestran que el uso de B-bloqueadores no impide la mejoría de la capacidad funcional con un programa de entrenamiento (22,115,117,118,119), si bien coinciden en que la magnitud de la mejoría en la capacidad aeróbica es menor en los tratados con B-bloqueadores.

En nuestro grupo observamos también que el aumento del VO<sub>2</sub> máx, fué cuantitativamente superior en el grupo sin B-bloqueadores (sin Bb. 64% de incremento, con Bb. 40%) el tiempo de permanencia en banda también fue superior cuantitativamente. El doble producto disminuyó incluso en los pacientes con Bb., el oxígeno pulso aumento en éstos un 58% y sin Bb. <sup>46%</sup>Tabla 11.

El número de acontecimientos coronarios durante el seguimiento fue similar en los cuatro grupos, no observándose peor evolución en el grupo de mayor edad.

Savin y col. (120) en 46 pacientes (con edades entre 37 y 68, con una media de 54 años), no entrenados, encontraron un aumento del 25% en la máxima extracción de oxígeno y una disminución del 10% en el doble producto submáximo durante las primeras semanas de recuperación de un infarto de miocardio. Por tanto la mejoría observada después de la recuperación del infarto de miocardio podría ser espontánea. Pero en nuestro estudio en pacientes de edad similar hubo un incremento en la capacidad de trabajo físico del 50% y una disminución en el doble producto submáximo del 16% y en los pacientes de mayor edad hubo un aumento del 50% en la capacidad de trabajo físico y una disminución del 19.5% en el doble producto submáximo.

Aunque Savin y col. utilizaron mediciones directas de la captación de oxígeno y en el presente trabajo se calculó de forma indirecta, la magnitud de los cambios observados en nuestros grupos de pacientes fueron mucho mayores que las señaladas por Savin y col, y por tanto el aumento observado fue mayor de lo que cabría esperarse en caso de "mejoría espontánea" solamente.

El pronóstico y, especialmente, la calidad de vida de estos pacientes con cardiopatía isquémica pueden mejo--

rarse modificando factores de riesgo, y cambiando su actitud hacia la vida y enfermedad. Para ayudar al paciente a cambiar sus costumbres y hábitos (sobrealimentación, tabaquismo etc), es positivo agruparlos para realizar sus programas de ejercicio, darles información sobre su enfermedad, realizar sicoterapia de grupo, etc.

Después de la cirugía de revascularización ó infarto de miocardio se produce una sensación de inseguridad en si mismo del paciente, de miedo a la muerte y a la enfermedad, que provoca depresión y ansiedad. Por ello es también importante el apoyo del personal médico, enfermeras, fisioterapeutas especializados, psicólogos, etc, - que les den información clara y el apoyo psicológico necesario.

Al comenzar los programas de rehabilitación precozmente en los pacientes no complicados se le proporciona al paciente mayor seguridad, disminuyendo el grado de ansiedad al sentirse capaces de realizar sus actividades habituales normalmente, y sin peligro.

La asistencia de nuestro grupo de pacientes fue - muy bueno: del 90% (límites de 75 al 100%), y en el grupo

de mayor edad fue del 92%.

En la literatura se informa de un importante abandono de los programas de rehabilitación, así en los primeros doce meses alrededor de un 30 a 50% y del 45 a 80% a cuatro años de seguimiento (121).

Una de las formas de evaluar el resultado de un programa de rehabilitación es el porcentaje de regreso al trabajo en general se ha observado un gran abandono del trabajo, según diversos estudios, por lo que ha aumentado el interés en los programas de rehabilitación (122).

En el grupo de pacientes de mayor edad, objeto de este estudio, este no ha sido un parámetro utilizado para evaluar el resultado de la rehabilitación, por razones obvias.

Aunque se han descrito los efectos del ejercicio a nivel periférico y a nivel central y las adaptaciones de la función cardíaca, la mejoría en la capacidad funcional observada también es, en parte, resultado del interés y la motivación que los pacientes tienen al realizar sus ejercicios y pruebas de esfuerzo de control intentando su

perarse paulatinamente, con el objeto de aumentar su capacidad física.

La evaluación de los parámetros submáximos descritos previamente son un importante instrumento para cuantificar los efectos del entrenamiento.

En los programas actuales de entrenamiento se señala que hay un 4%/año de mortalidad, que es la frecuencia esperada para esos pacientes. En este estudio la mortalidad fue de cero. Pero hay que tener en cuenta, como señalan diversos autores, que el ejercicio tiene un pequeño riesgo de complicaciones cardiovasculares y muerte súbita.

Los efectos a largo plazo sobre la morbi-mortalidad en estos pacientes de mayor edad no son todavía conocidos. Ahora bien la mejoría en la calidad de vida, con el aumento de la seguridad en si mismos y la pérdida de miedo ante actividades que requieran actividad física son indiscutibles, y este aspecto a esta edad es también muy importante, al igual que otras edades consideradas como "más activas".

### CONCLUSIONES

- 1) Los pacientes de mayor edad se benefician de igual manera que pacientes más jóvenes de un programa de rehabilitación precoz.
- 2) En estos pacientes mayores se observa una mejoría en la capacidad de ejercicio aeróbico secundaria a un programa de entrenamiento físico.
- 3) El aumento del 50% en la capacidad de trabajo físico es similar a la observada en pacientes más jóvenes.
- 4) Después del entrenamiento los pacientes de mayor edad mostraron un aumento significativo en la máxima tolerancia al ejercicio y una disminución en el trabajo miocárdico a cargas de trabajo submáximas, así como una disminución en el grado de dificultad percibida a diferentes cargas de trabajo.
- 5) Hubo un aumento significativo en la máxima captación de O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub> máx. secundaria al ejercicio) y en la capacidad de trabajo físico, entre el comienzo y final del entrenamiento tanto en el grupo con B-bloqueadores co-

mo sin B-bloqueadores.

- 6) Como consecuencia de la disminución de la demanda miocárdica de oxígeno submáxima, estos pacientes pueden estar menos sintomáticos durante sus actividades diarias habituales, lo cual aumenta su calidad de vida.
  
- 7) Finalmente, los pacientes de mayor edad no parecen tener mayores riesgos para participar en un programa de rehabilitación, por lo que por el simple hecho de una edad determinada no deben ser excluidos de un programa de rehabilitación.

BIBLIOGRAFIA

1. HELLERSTEIN HK, FORD AB: Rehabilitation of the cardiac patient. J.A.M.A., 164:225, 1957.
2. WHITE PD, RUSK PR, WILLIAMS B: Rehabilitattion of the cardiovascular patient. New York, McGraw-Hill Book Co., 1958.
3. DE BUSK RF, HOUSTON N, HASKELL W, FRY G, PARKER M: Exercise training soon after myocardial infarction. Am. J. Cardiol 44:1223, 1979.
4. EHASINI AA, HEATH GW, HAGBER JM, SOBEL BE, HOLOSZY JO: Effects of 12 months of intense exercise trining on ischemic ST segment depression in patients with coronary artery disease. Circulation 64:1116, 1981.
5. LEAF A, CURFMAN GD: Introducci3n a la prevenci3n y rehabilitaci3n en Cardiologfa. Clfnicas Cardiol3gicas - de Norteam3rica 2:243, 1985.
6. CURFMAN GD: Prevenci3n secundaria en la enfermedad coronaria. Clfnicas Cardiol3gicas de Norteam3rica 2:457, 1985.

7. FEINSTEIN AR: An additional basic science for clinical medicine II. The limitations of randomized trials. Ann. Intern. Med. 99:544, 1983.
8. KALIO V, HMALAINEN H, HAKKILA J: Reduction in sudden - death by a multifactorial intervention programme after acute myocardial infarction. Lancet 2:1091, 1979.
9. KENTALA E: Physical fitness and feasibility of physical rehabilitation after myocardial infarction in men of working age. Ann. Clin. Res. 4 (Suppl. 9), 1972.
10. PALATSI I: Feasibility of physical training after myocardial infarction and its effects on return to work, morbidity and mortality. Acta Med. Scand. Suppl., 599: 7-84, 1976.
11. REICHNITZAR PA, SANGAL S, CUNNINGHAM DA: A controlled prospective study of the effect of endurance training on the recurrence rate of myocardial infarction. Am. J Epidemiol. 102:358, 1975.
12. SHAW LW: Effects of a prescribed supervised exercise program on mortality and cardiovascular morbidity in patients after myocardial infarction. The National -

- Heart Disease and Exercise Project. Am. J. Cardiol. -  
48:39, 1981.
13. WILHELMSE L, SANNE H, ELMFELDT D: A controlled trial of physical training after myocardial infarction: Effect on risk factors, nonfatal reinfarction and death. Prev. Med. 4:491, 1975.
  14. FROELICHER V, JENSEN D, GENTER F: A randomized trial of exercise training in patients with coronary heart disease. J.A.M.A. 252:1291, 1984.
  15. MAY GS, EBERLEIN RA, FURBERG CD: Secondary prevention - after myocardial infarction: A review of long-term trials. Prog. Cardiovasc. Dis. 24:331, 1982.
  16. SISCOVICK DS, WEISS NS, FLETCHER RH: The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. N. Engl. J. Med. 311:874, 1984.
  17. MITCHELL J H, AND BLONQUIST G: Maximal oxygen uptake, N. Engl. Med. 284:1018, 1971.
  18. DETRY JMR, ROUSSEAU M, VANDERBROUCKE G, KUSUMI F, BRASSEUR LA, BRUCE RA: Increased arteriovenous oxygen

- differences after physical training in coronary heart disease. *Circulation* 44:109, 1971.
19. HAGBERG JM, EHSANI AA Y HOLLOSZY JO: Effect of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease. *Circulation* 67:1194, 1983.
  20. EHSANI AA, MARTIN WH, HEATH GW, COYLE EF: Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with coronary artery disease. *Am J. Cardiol.* 50:264, 1982.
  21. VAHEES L, FARGARD R, DE GEEST H, AMERY A: Non invasive assessment of cardiac function and structure after physical training in patients with ischemic heart disease. *J. Cardiac. Rehabil.* 4:290, 1984.
  22. VANHEES L, FARGARD R, GRAUWELS R, WIJNHOFEN J, DE GEEST H, AMERY A: Systolic time intervals in coronary heart disease at rest and during exercise: Effect of physical training with and without beta blockade. *Am. J. Cardiol* 54:508, 1984.
  23. MESA A, ESQUIVEL A: Acondicionamiento físico en infarto

- de miocardio. Valoración por ecocardiografía sectorial del ejercicio. Arch Inst Cardiol. Méx. 54: (Resumen - 161) 71, 1984.
24. FERNANDEZ DE LA VEGA P, ESQUIVEL J, JARAMILLO M: Efectos cardiovasculares de un programa de entrenamiento físico prolongado en pacientes con cardiopatía isquémica. Arch. Inst. Cardiol. Méx. 54: (Resumen 20) 35, 1984.
25. BARZALLO J, FERNANDEZ DE LA VEGA P: Capacidad de trabajo, seguimiento de la isquemia y función ventricular en pacientes rehabilitados después de la revascularización coronaria. Arch. Inst. Cardiol. Méx. 55 (Resumen):460, 1985.
26. FERNANDEZ DE LA VEGA P, ESQUIVEL J, SONI J, JARAMILLO A: Efectos cardiovasculares y sobre morbilidad de un programa de entrenamiento físico prolongado en pacientes con cardiopatía isquémica. III Congreso Mundial de Rehabilitación. Caracas, Venezuela (Abstr. 1172) 32, - 1985.
27. FERNANDEZ DE LA VEGA P, ESQUIVEL J, JARAMILLO M, BIAZA A: Efectos cardiovasculares sobre morbilidad de un programa de entrenamiento físico prolongado en pacien--

tes con cardiopatía isquémica. XII Congreso Interamericano de Cardiología. Vancouver, Canadá. Abstr. 125, 1985.

28. FROELICHER V, JENSEN D, ATWOOD E: Cardiac rehabilitation: Evidence for improvement in myocardial perfusion and function. Arch. Physical Medical Rehabilitation 61: 517, 1980.
29. WILLIAMS RS, MCGINNIS RD, COBB FC, CALIFF RC: Enhanced left ventricular ejection fraction during exercise in subjects with coronary artery disease following physical conditioning. (Abstr.). Circulation 68 (Supp. III): 377, 1983.
30. NAGLE R E, MURRAY RG, ROBERSTON DAS, PERRY R, BURJAN A, CHANDLER S: The effect of physical training on left ventricular function after acute myocardial infarction. (Abstr.). Circulation 68, (Supp III): 377, 1983.
31. EHSANI AA: The mechanisms responsible for enhanced stroke volume by high intensity training in patients with ischemic heart disease. (Abstr.), Circulation 72, (Supp. III): 267, 1985.

32. JENSEN D, ATWOOD JE, FROELICHER V, MCKIRMAN MD, BATTTLER A, ASHBURN W, ROSS W, SASSONE J, STRONG ML, FROELICHER V: Improvement in ventricular function during exercise studied with radionuclide ventriculography after cardiac rehabilitation. Am. J. Cardiol. 46: 770, 1980.
33. COBB FR, WILLIAMS RS, MCEWAN P, JONES RH, COLEMAN RE, WALLACE AG: Effect of exercise training on ventricular function in patients with recent myocardial infarction. Circulation 66:100, 1982.
34. TABAU J, WITZTUM K, FROELICHER V, JENSEN P, ATWOOD W, MCKIRMAN MD, REYNOLDS J, ASHBURN W: Non invasive assessment of changes in myocardial perfusion and ventricular performance following exercise training. Am Heart J., 104:238, 1982.
35. HAMMOND HK: Exercise for coronary heart disease patients: is it worth the effort. J. Cardiopulm. Rehab 5:531, 1985.
36. POLLOCK ML: Cardiac rehabilitation services. A scientific evaluation. A.A.C.V.P.R., 4-5, 1986.

37. OLDRIDGE NB, CUNNINGHAM DL, JONES NL: Central cardiovascular function before and after four years of exercise following myocardial infarction. (Abstr.), Circulation 72, (Supp. III): 268, 1985.
38. CLAUSEN JP: Circulation adjustment to dynamic exercise and effect of physical training in normal subjects and patients with coronary artery disease. Prog. Cardiovasc. Dis. 18:459, 1976.
39. CLAUSEN JP, LARSEN OA, AND TRAP-JENSEN J: Physical training in the management of coronary artery disease. Circulation 40:143, 1968.
40. CLAUSEN JP, and TRAP-JENSEN J: Effect of the training on the distribution of cardiac output in patients with coronary artery disease. Circulation 43:611, 1970.
41. EHASTINI AA, MARTIN WH, III, HEATH GW: Cardiac effects of prolonged and intense exercise induced ventricular arrhythmias in patients with coronary artery disease. Am. J. Cardiol. 50:246, 1982.
42. EHASTINI AA: Rehabilitación cardíaca. Clin. Med. Norteamérica. Vol. 1:93, 1984.

43. REDWOOD DR, POSING RR, EPSTEIN SE: Circulatory and symptomatic effects of physical training in patients with coronary artery disease and angina pectoris. N. Engl. J. Med. 286:959, 1972.
44. DETRY JMR, ROSEAU M, AND BRUCE RA: Effects of physical training on exertional ST segment depression in coronary heart disease. Circulation 44:390, 1971.
45. SIN DN, WEILL WA: Investigation of the physiological basis for increased exercise threshold for angina pectoris after physical conditioning. J. Clin. Invest. 54:863, 1974.
46. SPEAR JL, KOERNER JE AND TERJUNG RL: Coronary blood flow in physically trained rats. Cardiovasc. Res. 12: 135, 1978.
47. HOLLOSZY JO: Adaptations of muscular tissue training. Prog. Cardiovasc. Dis. 18:445, 1976.
48. COOKSY JD, REILLY P, BROWN S: Exercise training and plasma catecholamines in patients with ischemic heart disease. Am. J. Cardiol. 42:372, 1978.

49. HARTUNG GH, FOREYT JP, MITCHELL RE: Relation of diet to high-density lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers and inactive men. N. Engl. J. Med, 307:357, 1980.
50. WOOD PD, HASKELL WL, KLEIN H: The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged male runners. Metabolism - 25:1249, 1976.
51. ALLISON TG, IMMERINO RM, ETZ KF: Failure of exercise to increase high-density lipoprotein cholesterol. J. Cardiac Rehabil. 1:257, 1981.
52. Streja D and Mymin D: Moderate exercise and high-density lipoprotein-cholesterol: Observation during a cardiac rehabilitation program. J.A.M.A. 242:2185, 1979.
53. WENGER NK, HELLERSTEIN HK: Rehabilitation of the coronary patient. New York, Wiley and Sons, 1978.
54. STOEDFALKE KG: Physical fitness programs for adults. Am J. Cardiol. 33:787, 1974.
55. MCHENRY PL, MORRIS SN, KAVALIER M: Comparative study of exercise-induced ventricular arrhythmias with documented

- coronary artery disease. Am. J. Cardiol 37:609, 1976.
56. DEHN MM, MULLINS CB: Physiologic effects and importance of exercise in patients with coronary artery disease. Cardiovasc. Med. 2:365, 1975.
57. BELCASTRO AN, BONEN A: Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. J. Appl. Physiol 39:932, 1975.
58. CLAUSEN JP, TRAP-JENSEN J: Heart rate and arterial - blood pressure during exercise in patients with angina pectoris: effects of training and nitroglycerine. Circulation 53:436, 1976.
59. FRICK MH, KATILA M: Hemodynamic consequences of physical training after myocardial infarction. Circulation 37:192, 1968.
60. BARRY AJ, DALY JW, PRUETT ED, STEINMETZ JR, BIRKHEAD NC, RODAHL K: Effect of physical training in patients who have had myocardial infarction. Am. J. Cardiol. 17:1, 1968.
61. COHN EH, WILLIAMS RS, WALLACE AG: Exercise responses - before and after physical conditioning in patients with

severely depressed left ventricular function. Am. J. Cardiol. 49:296, 1982.

62. DRESSENDORFER RH, SMITH JL, AMSTERDAM EA, MASON DT: - Reduction of submaximal exercise myocardial oxygen demand post-walk training program in coronary patients due to improved physical work capacity. Am. Heart. 103: 358, 1982.
63. BRUCE RA, KUSUMI F, FREDERICK R: Differences in cardiac function with prolonged physical training for cardiac rehabilitation. Am. J. Cardiol. 40:597, 1977.
64. FERNANDEZ DE LA VEGA P, ESQUIVEL J, SONI J: Efectos cardiovascular<sup>u</sup>s y sobre morbimortalidad de un programa de entrenamiento físico prolongado en pacientes con cardiopatía isquémica. III World Congress of Cardiac Rehabilitation. Scientific Council on Rehabilitation of cardiac patients. Caracas, Venezuela, (Abstr. 117), 32, 1985.
65. KAVANAUGH T, SHEPHARD RJ, TUCK JA, QURESHI S: Depression following myocardial infarction: The effects of distance running. Ann. NY. Acad. Sci. 301:1027, 1977.

66. GUTMAN MC, SQUIRES RW, POLLOCK ML, FOSTER C, ANHOLM J:  
Perceived exertion-heart rate relationship during  
exercise testing and training in cardiac patients. *J.  
Cardiac Rehabil.* 1:52, 1981.
67. BRANDFONBRENDER M, LANDOWNE M, SCHOCK NW: Changes in  
cardiac output with age. *Circulation* 12:557, 1955.
68. BORTZ WM: Disease and agging. *J.A.M.A.* 248:1203, 1982.
69. BORTZ WM: Effect of exercise on agging: effect of  
agging on exercise. *J. Am. Geriatr. Soc.* 28:49, 1980.
70. SALTIN B, BLOMQUIST G, MITCHELL JM, JOHNSON RL, WILDEN-  
THAL, CHAPMAN CB: Response to exercise after bed rest  
and after training. *American Heart Assotiation Monograph  
No. 23., Circulation* 38 (Suppl. 7): 1, 1968.
71. KASCH FW, WALLACE JP: Physiologic variables during 10  
years of endurance exercise. *Med. Sci. Sports* 8:5, 1976.
72. DEHN MM, BRUCE RA: Longitudinal variations in maximal  
oxygen intake with age and activity. *J. Appl. Physiol.*  
51:634, 1981.
73. HEATH GW, HADBERG JM, EHSANI AA, HOLLOSZY JO: A physio-

- logical comparison of young and older endurance athletes. J. Appl. Physiol. 51:634, 1981.
74. POSNER JD, GORMAN KM, KLEIN HS, WOLDOW A: Exercise capacity in the elderly. Am. J. Cardiol. 57:52C, 1986.
75. WASSERMAN K: The anaerobic threshold measurements to evaluate exercise performance. Am. Rev. Respir. Dis. 129 (Suppl.) 535, 1984.
76. YEH MP, GARDNER RM, ADAMS TD, YANOWITZ FG, CRAPO RO: "Anaerobic threshold": Problems of determination and validation. J. App. Physiol. 55:178, 1983.
77. HUGHES EF, TURNER SC, BROOKS GA: Effects of glycogen depletion and pedaling speed on "anaerobic threshold". J. App. Physiol. 52:1598, 1982.
78. ASTRAND I, ASTRAND PO, HALLBACK I, KILBOM A: Reduction in maximal oxygen uptake with age. J. App. Physiol. 35: 649, 1973.
79. IRVING JB, KUSUMI F, BRUCE RA: Longitudinal variations in maximal oxygen consumption in healthy men. Clin. Cardiol. 3:134, 1980.

80. JULIUS S, ANTOON A, WITHLOCK LS, CONWAY J: Influence of age on the hemodynamic response to exercise. Circulation 36:222, 1976.
81. STRANDELL T: Circulatory studies on healthy old men. Acta Med. Scand. 175 (Suppl. 414):1, 1964.
82. STRANDELL T: Heart rate, arterial lactate concentration and oxygen consumption during exercise in old men compared with young men. Acta Med. Scand. 60:197, 1964.
83. GRIBBIN B, PICKERING TG, SLEIGHT P, PETO R: Effect of age and high blood pressure on baroreflex sensitivity in man. Cir. Res. 29:424, 1971.
84. KOSTIS JB, MOREYRA AE, AMENDO MT, DIPIETRO J, COSGROVE N, KUO PT: The effects of age on heart rate in subjects free of heart disease. Studies by ambulatory electrocardiography and maximal exercise stress test. Circulation 65:141, 1982.
85. RODEHEFFER RD, GERSTENBLITH G, BECKER LC, FLEG JL, WEISFELDT ML, LAKATTA EG: Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: cardiac dilatation and increased stroke volume compensa-

- te for a diminished heart rate. *Circulation* 69:203, 1984.
86. WENGER NK, HELLERSTEIN HK: Rehabilitation of the coronary patient. New York. Wiley and Sons, 1984.
87. SHEPARHARD RJ, SIDNEY KH: Exercise and aging. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 6:1, 1978.
88. STAMFORD BA: Physiologic effects of training upon institutionalized geriatric men. *J. Gerontol* 27:451, 1972.
89. ADAMS GM, DE VRIES HA: Physiological effects of an exercise training regimen upon women aged 52 to 79. *J. Gerontol.* 28:50, 1973.
90. OUSLANDER JG: Drug therapy in the elderly. *Ann. Inter. Med.* 95:711, 1981.
91. LATTING CA, SILVERMAN ME: Acute myocardial infarction in hospitalized patients over age 70. *Am. Heart J.* 100: 311, 1982.
92. GERSH BJ, SCHIAFF HV, KRONMAL RA,: Five-year survival after coronary artery bypass surgery in 1096 elderly

- patients. *Circulation* 66 (Suppl. II): 220, 1982.
93. COVERTINO V, HUNG J, GOLDWATER D, DE BUSK RF: Cardiovascular responses to exercise in middle-aged men after 10 days of bed rest. *Circulation* 65:134, 1982.
94. WENGER NK: The physiological basis for early ambulation after myocardial infarction. In Wenger NK (ed.): exercise and the heart: Cardiovascular Clinic. Philadelphia, FA Davis Company, 1980.
95. FOX SM, NAUGHTON JP, HASKELL WL: Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.* 3:404, 1971.
96. NAUGHTON J, BALKE B, NAGLE F: Refinements in method of evaluation and physical conditioning before and after myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* 14:837, 1964.
97. FARDY PS, HELLERSTEIN HK: A comparison of continuous and intermittent progressive multistage exercise testing. *Med. Sci. Sports* 10:7, 1978.
98. BRUCE RA, HOMSTEIN TR: Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease. -

Progre. Cardiovasc. Dis. 11:371, 1963.

99. SHEFFIELD LT, HOLT JH, LESTER FM: On line analysis of exercise electrocardiogram. Circulation 40:935, 1969.
100. CHELINE RA, RAIZNER AE, ISHIMORI T: The clinical significance of exercise induced ST segment elevation. Circulation 54:209, 1976.
101. WATERS DD, CHARTMAN BR, BOURASSA MG, TUBAU JF: Clinical and angiographic correlates of exercise induced ST deviation: Increased detection with multiple ECG leads. Circulation 61:286, 1980.
102. BORG G: Physical Performance and perceived exertion. Lund. Sweden, Gleerup, 1: 1963.
103. MIYATAKE K, OKAMOTO J, KIMOSHITA N, OWA M, NAKASAME I, SOKAKIVERA H, NIMURA Y: Augmentation of trial contribution to left ventricular flow with aging or assessed by intracardial Doppler flowmetry. Am. J. Cardiol. 53:586, 1984.
104. AVOLIO AP, CHEN S, WANG R, ZHANG C, LIM, O'ROURKE MF: Effect of aging on changing arterial compliance and left ventricular load in a northerm chinese urban co-

munity. Circulation 68:50, 1983.

105. YOUNG JB, ROWE JW, PALOTTA JA, SPARROW D, LANDSBERG L:  
Enhanced plasma norepinephrine response to upright  
posture and glucose administration in elderly human  
subjects. Metabolism 29:532, 1980.
106. PALMER GJ, ZIEGLER MG, LAKE CR: Response of norepine-  
phrine and blood pressure to stress increases with  
age. J. Gerontol. 33:482, 1978.
107. WILLIAMS JL, ROELANDTH, DE GEEST H, KESTELOO TH, JOOSSE-  
MENS JV: The left ventricular ejection time in elderly  
subjects. Circulation 42:37, 1970.
108. FLEG JL: Alterations in cardiovascular structure and  
function with advancing age. Am. J. Cardiol. 57:33C,  
1986.
109. PORTS S, COBB FR, COLEMAN RE, JONES RH: Effect of age  
on the response of the left ventricular fraction to  
exercise. N. Eng. J. Med. 303:1133, 1980.
110. GERSTENBLITH G, FREDERICKSEN J, YIN FCP, FORTUIN NF.  
LAKATTA EG, WEISFELDT MD: Echocardiographic assesment  
of normal adult aging population. Circulation 56:273, 1977.

111. PAGE K, NIXON JV, RAVEN PB: Age related differences in left ventricular function and maximal aerobic capacity (VO<sub>2</sub> máx.). Med. Sci Sports (Abstr.) 13:75, 1981.
112. BADENHOP PA, CLEARY EL, FOX AND BARTELS RL: Physiological adjustments to exercise training at varying intensities in individuals over 60 years of age. Med. Sci. Sports (Abstr.) 13:103, 1981.
113. DAVIDSON DM, MURPHY CR: Cardiac rehabilitation in elderly patients. Abstr. III. Congreso Mundial de Rehabilitación, Caracas, Venezuela, 26:1985.
114. MURRAY DT, RICHARDSON JH, HARTUNG GH: Physiological - benefits in elderly cardiac patients following a three months exercise training program. Med. Sci. Sports. (Abstr) 13:134, 1981.
115. WILLIAMS MA, MARCESH CM, ESTERBROOKS DJ, HARBRECHT JJ, SKETCH MH: Early exercise training in patients older than age 65 years compared with that in younger patients after acute myocardial infarction or coronary artery bypass grafting. Am. J. Cardiol. 55:263, 1985.
116. NIINIMA V. SHEPARD RJ: Training and oxygen conductance

- in elderly II. The cardiovascular system. J. Gerontol, 33:362, 1978.
117. RODRIGUEZ-PLAZA L, CUIEL R, RONDON M, PEREZ GONZALEZ J, SAFAR J: Efectos del entrenamiento físico sobre el umbral de isquemia miocárdica; influencia del tratamiento con B-bloqueadores. Abstr. III. Congreso Mundial de Rehabilitación. Caracas, Venezuela. 3:1985.
118. LONE B, STAFF P. WESTHEIM A: Effect of early exercise training after myocardial infarction in patients with and without betablockade. Abstr. III. Congreso Mundial de Rehabilitación. Caracas, Venezuela. 3: 1985.
119. SIRE S: Effects of physical training in patients with coronary training in patients with coronary heart disease who are on betablocker. Abstr. III. Congreso Mundial de Rehabilitación. Caracas, Venezuela. 4: 1985.
120. SAVIN WM, HASKELL WL, HOUSTON-MILLER N, DE BUSK R: Improvement in aerobic capacity soon after myocardial infarction. J. Cardiac. Rehab. 1:337, 1981.
121. OLDRIDGE MB: Compliance and exercise in primary and secondary prevention of coronary heart disease. A review Prev. Med. 11:567, 1983.

122. ROBINSON G, FROELICHER VF, UTLEY JR: Rehabilitation of the coronary artery bypass graft surgery patients. J. Cardiovasc. Rehabil. 4:74, 1984.