

## El corazón de la persona mayor y la actividad física

Corbalán Alfocea, J. A.

Hospital Ruber Internacional. Madrid.

---

### RESUMEN

Se lleva a cabo una revisión acerca de las ventajas que la actividad física genera en la persona mayor, especialmente a nivel de su función cardíaca.

Se exponen algunas consideraciones sobre la forma y los tipos de ejercicios más adecuados, así como sus indicaciones en cuanto a intensidad y forma.

Se enfatizan los beneficios que tanto a nivel psicológico como físico conlleva esta actividad.

### Palabras clave

Actividad física. Ejercicio.

---

### The heart of the elderly person and physical activity

#### SUMMARY

A review has been done on the advantages generated by physical activity in the elderly person, especially regarding their heart function.

Some considerations on the most adequate form and types of exercise as well as their indications in regards to intensity and form are presented.

Both the psychological as well as physical benefits arising from this activity are emphasized.

### Key words

Physical activity. Exercise.

---

*«En las últimas décadas la evidencia científica ha demostrado que el deporte o, mejor dicho, la actividad física se comporta como un elemento terapéutico coadyuvante en la variada patología que acompaña a las personas de edad avanzada. Pero, si cabe, su utilidad es aún mayor en el área preventiva, evitando o retrasando la aparición de enfermedad (prevención primaria), como después de la*

*aparición y diagnóstico de un primer evento no deseado (prevención secundaria).»*

En la práctica diaria el médico de asistencia primaria o el especialista debe matizar y hacer un ejercicio de concreción para adecuar el ejercicio a cada paciente y a cada situación dentro de la evolución de la enfermedad. Todo ello repercute en la obtención de los resultados deseados y en el mantenimiento de la motivación para ello.

No creo que el hecho de decir «tiene usted que hacer ejercicio» sea suficiente. Debemos conocer al paciente, su enfermedad, su entorno social, su hábitat y su voluntad para decir qué actividad y cómo se debe hacer, sin descartar en ocasiones determinadas disciplinas competitivas, contra otros u uno mismo, que permitan una mejor objetivación de los resultados y una mejora en la percepción por parte del paciente.

Así competir, medir distancias, tiempos o cargas, pueden no ser elementos altamente cualitativos pero actúan siempre como elementos motivadores de primer orden. Sin el mantenimiento de esta motivación todos los programas de ejercicio físico están abocados al fracaso más fácilmente. El contacto directo con los pacientes nos objetiva esta observación a través de sus testimonios personales, siendo el aburrimiento, la falta de un grupo afín, la falta de percepción de mejora, la incomodidad para acceder y la subyacente tendencia depresiva, los factores que esgrimen los pacientes que abandonan los programas de rehabilitación en la prevención secundaria o en aquellos que siguen un programa de actividad física dentro de la búsqueda de unos hábitos saludables.

El paciente debe ser tratado con la filosofía que se persigue en el entrenamiento de los atletas, si bien sus metas serán distintas, no así sus métodos, que deben perseguir no sólo aconsejar la actividad física sino definir claramente la cantidad y calidad de la carga de trabajo (1), definidos los grupos de riesgo y distribuidos en función del mismo.

Otro detalle a tener en cuenta es que el entrenamiento en grupo es mucho más eficaz y disminuye el número de abandonos. Socializar la actividad física es fundamental.

---

Correspondencia: J. A. Corbalán Alfocea. Hospital Ruber Internacional. La Maso, 38. Mirasierra. 28034 Madrid.

Recibido el 26-12-01; aceptado el 28-12-01.

## LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Los animales superiores están diseñados para el movimiento, y la pérdida de esta capacidad es uno de los principales factores percibidos como pérdida de calidad de vida. Se traduce, en no pocos casos, en limitaciones funcionales importantes para la vida diaria y en una creciente dependencia de los familiares.

El enfoque adecuado debe contemplar la idea reflejada en el aforismo «llenar los años de vida y no llenar la vida de años». Algunos estudios apuntan que mantener la actividad física regular es uno de los medios más eficaces para combatir el deterioro fisiológico del paso de los años (2) o para recuperar mínimos psicomotrices compatibles con lo que se entiende como una vida de calidad. También se influye positivamente en el plano psicológico.

## LA ACTIVIDAD FÍSICA, LA EDAD Y EL VO<sub>2</sub>

El VO<sub>2</sub> depende de los valores contemplados en la ecuación de Fick:

$$VO_2 \text{ (max)} = FC \times VS \times O_2 \text{ (A-V)}$$

En la que FC x VS corresponde al gasto cardíaco y O<sub>2</sub> (A-V) es la diferencia de oxígeno entre al territorio arterial y el venoso.

En una persona normal puede existir un incremento de 10 veces entre el reposo y la actividad física máxima (3). En un deportista joven entrenado la variación puede ser de 15 a 20 veces (4, 5).

La FC aumenta linealmente con la intensidad del ejercicio, de manera que esta intensidad se puede cuantificar en porcentajes de la capacidad máxima correspondiente a la frecuencia cardíaca máxima teórica (FCMT) (6). El estímulo simpático aparece como la causa primordial de este incremento, algo que queda demostrado por la acción de los betabloqueantes (7). Existe una inhibición paralela del sistema parasimpático (8) que se hace más evidente en sujetos con un alto grado de tono vagal.

El aumento del VS se entiende al observar el aumento del gasto en corazones denervados en los que el aumento catecolamínico no implica aumento de la FC y se requiere por tanto un incremento del volumen sistólico previo aumento del volumen telediastólico (9) por un mayor retorno venoso, como demuestra el hecho de que con la actividad en supino se logran cambios mayores que en posición erecta. El mecanismo de Frank-Starling explica este fenómeno en mayor o menor medida (10-16).

El tercer factor, la diferencia arteriovenosa de O<sub>2</sub>, aumenta respecto al reposo (17, 18) en función de dos hechos fundamentales: la hemoconcentración y el estímulo simpático, que produce la movilización de los depósitos sanguíneos del territorio esplácnico).

Con la edad se produce una disminución del VO<sub>2</sub> max, que se traduce en un deterioro funcional progresivo del orden de 0,45 ml de O<sub>2</sub>/kg/m y año en el caso de los varones, sutil al inicio pero con evidentes peldaños en determinados momentos de la vida. Se sitúa entorno a los 50 y los 70 años los puntos en que esta pérdida funcional es más evidente (19, 20). De todos los factores antedichos solamente el mecanismo de Frank-Starling parece ocupar un papel reseñable en el mantenimiento del VO<sub>2</sub>. La FC y la respuesta cronotrópica se ve alterada también por algunos de los principios terapéuticos más usados. La disposición de O<sub>2</sub> por parte del músculo también puede alterarse de manera importante con el paso de los años por la degeneración fisiológica de las membranas que actúan en su intercambio y difusión en el pulmón (21) y en el músculo (22).

Pero a esta situación debemos añadir las diferentes patologías típicas del paciente de edad, limitantes en gran medida de su VO<sub>2</sub> max y, por tanto, de su capacidad para enfrentarse los esfuerzos.

En mayor o menor medida los enfermos vasculares, la HTA, el IAM, sus complicaciones y otras manifestaciones de la CI son elementos ciertamente limitadores y componen un panorama descorazonador ante la evolución del paciente mayor. Solamente el ejercicio físico bien usado, en cuanto a la prescripción de la cantidad y calidad adecuadas, los hábitos de vida saludables, la actividad y participación social y una alimentación adecuada pueden configurar un espacio que mitigue el proceso fisiológico del envejecimiento, en un magnífico ejemplo de complementariedad con los tratamientos médicos convencionales indicados. No tenemos nada más rentable en la relación coste beneficio y en la posibilidad de utilización.

No debemos olvidar, por otro lado, que casi toda la medicación cardiovascular de las principales patologías, son de alguna manera inhibitorias: de esta manera la limitación es la norma en el corazón del anciano con una tendencia a la insuficiencia cardíaca, sea sistólica o diastólica y una falta de estímulo motriz. Edad y sedentarismo «caminan» de la mano y crean un círculo vicioso de devastadores efectos y de afectación multiorgánica. La inactividad lleva a más inactividad.

En líneas generales y en la idea de enfatizar la correcta prescripción de ejercicio en el paciente mayor podremos resumir que ante las patologías que acompañan la edad de nuestros mayores se abre un espacio dominado por el miedo la sobreprotección y la falta de información, todo ello nos lleva a la inactividad de los pacientes, quizás por comodidad o por desinformación de los profesionales y, por consiguiente, a la pérdida progresiva de la capacidad funcional.

Ha sido demostrada con reiteración la necesidad del estímulo motriz para conseguir o mantener una estructura muscular eficaz, de ahí que ante la quietud el músculo, la estructura vascular y la actividad del SN autónomo producen una disfunción que se traduce una tendencia vaso-

TABLA 1. La utilidad de la actividad física

<ul style="list-style-type: none"> <li>• No sustituye a los tratamientos convencionales.</li> <li>• Es un complemento de todos ellos.</li> <li>• Busca un cambio en el estilo de vida (hábitos saludables).               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reducción de la PA.</li> <li>– Hábito tabáquico.</li> <li>– Niveles de colesterol.</li> <li>– Ingesta de grasa y control de peso.</li> <li>– Efecto entrenamiento.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Parámetros funcionales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del <math>\text{VO}_2</math> máx.</li> <li>• Menor trabajo cardíaco para una carga determinada.</li> </ul>

constrictora (23), mediada por la hipertensión simpática y un cierto grado de inhibición vagal.

Esta limitación de la función vascular tiene como consecuencias tres hechos fundamentales de repercusiones locales y generales sobre la estructura y la función de los elementos contráctiles de músculo esquelético y corazón, estos son: el aumento catabólico, la reducción del flujo periférico y la disminución del retorno venoso, que se traducen en una mayor afectación de la función muscular, esquelética y respiratoria, y en una peor función cardíaca (tabla 1).

El entrenamiento de estos pacientes es especialmente importante en la línea de adecuar nuestra oferta energética a las demandas de nuestras actividades, utilizando los procesos fisiológicos de adaptación centrales y periféricos.

## EL BUEN USO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Creo que no se trata de enfrentar la actividad física a los tratamientos convencionales, aunque éstos deberían ser revisados de manera más crítica. Un alto número de pacientes ancianos está sobremedicado.

Más al contrario, la actividad física se comporta como un excelente regulador y un magnífico complemento e incide de manera eficaz en el cambio de los estilos de vida, hacia perfiles más saludables, útiles tanto en la prevención primaria como en la secundaria (muchas de las ventajas demostradas por la actividad física en este sentido se muestran a continuación, en la tabla siguiente) y todas ellas favorecen dos hechos funcionales importantísimos: Se favorece el aumento del  $\text{VO}_2$  máx y se consigue un trabajo cardíaco menor para una misma carga de trabajo. No es más que los efectos del entrenamiento, que dependerán de las cargas del mismo y de la tolerancia del paciente, en lo que debe ser una correcta prescripción, adaptada a grupos de capacidad funcional homogénea inicialmente establecidos (tabla 2).

TABLA 2. Limitaciones funcionales de los pacientes cardíacos

<i>Limitación <math>\text{VO}_2</math> por síntomas</i>	
• Enfermos valvulares	60-70% del normal
• Angina o infarto reciente	40-50% del normal
• Infarto antiguo no compl.	70-75% del normal
Entrenamiento ➡ Acciones centrales y periféricas	
Demanda = oferta	

Conocedores de ese beneficio habrá que definir la dosis correcta para cada caso. De la misma manera que se utiliza un diurético y se establece una dosis que aporte el beneficio deseado y no produzca o minimice los efectos secundarios, el médico en contacto con el paciente mayor tendría que hablar de dosis de actividad física y hablar en términos concretos que favorecieran la motivación del paciente y permitieran el seguimiento de sus mejoras.

Perseguimos de esta manera modificar las condiciones de la inactividad, aumentar el gasto cardíaco del paciente, disminuir sus resistencias periféricas e introducir criterios de especificidad muscular, mediante un trabajo lo más variado posible, en la carga y en el tipo de carga (diversificación del estímulo motriz). Todo esto se consigue mediante adaptaciones centrales y periféricas (tabla 3) que dan una mejor función sistólica y diastólica, una mejor utilización del  $\text{O}_2$  a nivel periférico, cambios en la actividad enzimática ATPásica y de la LDH, etc., cambios histológicos con fibras de mayor capacidad mitocondrial y por cambios en definitiva característicos del músculo entrenado.

## PRESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Si como la evidencia científica ha demostrado, el ejercicio puede resultar beneficioso por múltiples motivos a las personas mayores, definir qué tipo de ejercicio aparece como la piedra angular.

TABLA 3. Adaptaciones centrales y periféricas a la actividad física

Centrales	Periféricas
<b>Mejor función a FC elevadas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del VS</li> <li>• Bradicardia basal               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Menor demanda</li> <li>– Mejor perfusión</li> </ul> </li> </ul>	<b>Utilización del <math>\text{O}_2</math></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor extracción del <math>\text{O}_2</math></li> <li>• Mayor reserva de glucógeno</li> <li>• Mayor utilización de ácidos grasos</li> <li>• Disminución de RR.PP</li> <li>• Redistribución sanguínea</li> </ul>
<b>En resumen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del gasto</li> <li>• Disminución de las RR.PP</li> <li>• Especificidad muscular</li> </ul>

Podemos decir que tres son los aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Mantener el máximo  $\text{VO}_2$  posible.
- Evitar efectos colaterales indeseables.
- Introducir ejercicios específicos.

Con estos tres parámetros podemos definir el tipo de actividad adecuada a cada paciente, teniendo en cuenta la aptitud física, la capacidad psicomotriz, la existencia o no de patología asociada, la actitud del paciente para afrontar un programa de este tipo y la facilidad para llevarlo a cabo.

La estrategia del médico debe estar basada siempre en una correcta evaluación clínica, mediante la historia clínica y exploración, ayudados por todos los medios diagnósticos complementarios, con mayor o menor amplitud en función de las patologías acompañantes. Definir la frecuencia cardíaca de seguridad mediante la prueba de esfuerzo y conocer el grado de funcionalidad de la estructura cardíaca mediante el ecocardiograma y la técnica de Doppler. Ambas exploraciones deberían ser practicadas de forma sistemática en todos los pacientes mayores sin detrimentos de otros estudios más basales o específicos que el médico prescriptor estimara oportuno.

### ¿Que actividad?

La base debe ser siempre aeróbica, haciendo hincapié en que lo importante en principio es el tiempo de carga más que la intensidad, de cara a obtener en la mayor medida posible los efectos del entrenamiento por las adaptaciones fisiológicas que produce.

Debemos tener en cuenta, asimismo, los beneficios en cuanto a movilidad articular lleva un programa correctamente elegido y ejecutado, la repercusión sobre otras patologías no cardiovasculares y, por supuesto, la influencia sobre los factores de riesgo cardiovascular.

En la edad adulta la actividad ideal es la marcha, seguida de la natación y la bicicleta, que en muchos casos deberá ser estática por obvios motivos de seguridad.

En todos los casos en que el paciente lo admitiera se debería introducir un programa de estímulo de la fuerza muscular mediante ejercicios específicos planificados en series de varias repeticiones, para brazos, tronco, y miembros inferiores. Asimismo ejercicios de movilidad básicos, como tumbarse y levantarse en prono y supino, coger cosas en alto dejarlas en el suelo, nadar en seco a braza, y otros muchos pueden ser un complemento ideal para un buen programa de actividad física.

Existen varias clasificaciones de deportes y actividad física que no viene al caso tener en cuenta de manera exhaustiva, pero que conviene conocer para una mejor elección de la actividad o por aficiones concretas que pudiera tener el paciente. La clasificación de Mitchell podría servir

de guía, aunque muchas de las actividades son poco conocidas en España.

### ¿Qué intensidad?

Este parámetro se definirá en función de la situación de cada paciente en cuestión pero debe existir un criterio conservador y exigente a la vez.

Conservador en el sentido de no poner en riesgo al paciente ni causar una fatiga que pueda tener efecto negativo. Para ello se consensuarán los objetivos a alcanzar en cuanto a tiempo, distancias, cargas, etc... y se irá educando al paciente para que pueda autoentrenarse. Exigente porque se ha de hablar de entrenamiento y como en un atleta habrá que modificar los parámetros según los planes establecidos y en la medida de la mejora física del paciente.

Asimismo al hablar de intensidad hay que hacer mención al tiempo, que debe aproximarse en un mínimo de 30 m, definiendo la carga adecuada para que esto sea posible. A partir de aquí, tiempo y carga se irán variando cada dos semanas, dando tiempo al organismo a habituarse a cada fase de requerimiento. Siempre se introducirá un calentamiento muscular y una fase de enfriamiento de 10 m, cada una con paseo y ejercicios de estiramientos, hasta un total de 50 m o 1 h. Naturalmente esto puede modificarse en cada caso teniendo en cuenta que lo más importante es que consigamos que el paciente se preste a realizar el programa.

La frecuencia buscará tres sesiones semanales, con un mínimo de dos y un máximo que estará en función de la disposición del paciente, siendo cuatro o cinco sesiones semanales lo ideal. Es conveniente dejar uno o dos días de descanso, o por lo menos de trabajo no programado, para evitar la rutina, que es el principal enemigo de un programa de prescripción de actividad física.

### ¿Cómo hacerlo?

Debemos conseguir del paciente que sienta el trabajo como un hábito, incidiendo en que su esfuerzo tiene una recompensa que se traduce en salud y calidad de vida. El paciente no es más que un atleta especial, con otros objetivos.

Su forma de trabajo ya ha sido comentada y trata de hacer entender el término entrenamiento. Se va a entrenar, no a caminar o a jugar a algo determinado. Este entrenamiento será rico y variado en los grupos musculares involucrados, con la marcha o bicicleta como base se incluirán ejercicios con peso (mancuernas), barras de tracción, para lo que vale una espaldadera, valla o cualquier estructura que soporte nuestro peso. Al menos dos sesiones deben incorporar ejercicios de fuerza utilizando poca carga y mucha repetición al inicio y buscando aumento de

TABLA 4. Síntomas más frecuentes relacionados con la temperatura

<i>Hipertermia</i>	<i>Hipotermia</i>
– Taquicardia	– Sensación de frío
– Hiperventilación	– Piel de gallina
– Vómitos y diarrea	– Tiriteo
– Contracturas musculares	– Disminución de interacción social

carga con menos repetición en los ejercicios de calidad con el paso del tiempo.

La indumentaria no es futil y debe conseguir que el paciente sienta que está entrenando con la ropa adecuada, es decir, prendas deportivas en las que se encuentren cómodos. Otro aspecto importantísimo, quizás el secreto de mantener el programa en el tiempo en la socialización. Crear grupos de trabajo que faciliten el mismo, sirvan de estímulo por la imitación y nos permitan crear grupos de trabajo de nivel distinto.

La práctica adecuada incluye estudiar el marco ambiental en el que se produce teniendo en cuenta que el paciente mayor, el cardiópata y los pacientes polimedicados son más sensibles a reacciones ambientales indeseables.

El médico prescriptor tendrá también en cuenta la altitud, sobre todo en los cambios estacionales de residencia.

Existen varias revisiones sobre los aspectos médicos limitantes que nos ayudan a la hora de confeccionar el programa de ejercicio adecuado (24, 25).

## LOS ASPECTOS PSICOLÓGICOS

La experiencia clínica diaria nos demuestra que el paciente limitado físicamente presenta, con mucha frecuencia, un cuadro depresivo asociado, siendo esta patología ya *per se* una de las más frecuentes en el paciente mayor.

La actividad física permite minimizar estos cuadros mediante la mejora de la propia imagen transmitiendo efectos benéficos que son evidentes en las personas más activas y menos dependientes. Algunos de ellos se relacionan en la tabla siguiente. Esta mejora del paciente mayor aumen-

TABLA 5. Ventajas de la actividad física

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la autoestima.</li> <li>• Mayor sociabilidad.</li> <li>• Facilita establecer objetivos.</li> <li>• Disminuye la sensación de marginalidad.</li> <li>• Permite adoptar posturas realistas.</li> </ul>
---

TABLA 6. Ventajas de la correcta prescripción

- Fomentar la actividad física.
- Explicar lo que queremos y podemos conseguir.
- Fijar objetivos a corto plazo.
- Adecuar éstos a cada paciente y momento.
- Exigir el cumplimiento de los objetivos.
- Favorecer una práctica segura.

»

## Prescripción

ta la calidad de vida tanto del paciente como de las personas más directamente relacionadas con él.

En este sentido, cobra especial interés la relación con el paciente por parte del médico y acabar con ese criterio extendido de que una persona mayor no pierde mucho por la inmovilidad y la dependencia de los demás. El médico debe fomentar la actividad física, debe explicar qué queremos obtener de ella, debe fijar que podemos conseguir, debe establecer objetivos consensuados con el paciente y adaptados a cada paciente y momento, debe ayudar en el cumplimiento de esos objetivos. Todo esto incluye una correcta prescripción de un programa seguro de actividad física.

## VENTAJAS

Muchas son las que podemos conseguir y varias de ellas ya han sido apuntadas esta revisión. Su resumen se apunta en la tabla 6.

Por encima de las cuantificaciones creo que se debe contemplar la percepción del paciente en cuanto a su calidad de vida. Éste es el principal reto de todo el personal sanitario que se enfrenta al paciente mayor, a su deterioro fisiológico y las múltiples patologías que en la actualidad rodean su mundo y que cada vez serán más frecuentes, por la mayor expectativa de vida y porque la sociedad, en un gran error, cada vez etiqueta más precozmente, desde el punto de vista profesional, la veteranía y la experiencia como sinónimo de inactividad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Velasco JA, Cosín J, Maroto JM, Muñiz J, Casasnovas JA, Plaza I, et al. Guías de Práctica Clínica de la SEC en prevención cardiovascular y rehabilitación cardíaca. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:1095-20.
2. Tesch PA. Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:S132-4.
3. Hossack Bruce RA. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age related changes. *J Appl Physiol* 1982;53:799-804.
4. Astrand P. Cardiac output during submaximal and maximal work. *J Appl Physiol* 1964;9:268-74.

5. Saltin B, Astrand P. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol* 1967;23:353-8.
6. Hellerstein H. Relationship between percent maximal oxygen uptake and percent maximal heart rate in normals and cardiacs. *Circulation* 1971; 43(sup II):76.
7. Epstein S, Robinson BF, Kahler RL, Braunwald E, et al. Effects of beta adrenergic blockade on cardiac response to maximal and submaximal exercise in man. *J Clin Invest* 1965;44:1745-53.
8. Braunwald E. Regulation of the circulation. I, *N Eng J. Med* 1974;290: 1124-9.
9. Bruce TA, Chapman CB, Baker O. The role of autonomic and myocardial factors in cardiac control. *J Clin Invest* 1963;42:721-6.
10. Crawford MH, Petru MA, Rabinowitz C. Effect of isotonic exercise training on left ventricular volume during upright exercise. *Circulation* 1985;72:1237-43.
11. Horwitz LD, Atkins JM, Leshin SJ. Role of Frank-Starling mechanism in exercise *Cir Res* 1972;31:868-75.
12. Poliner LR, Dehmer GJ, Lewis SE, ParKey RW, Blomquist CG, Willerson JT. Left ventricular performance in normal subjects: a comparison of the responses to exercise in the upright and supine positions. *Circulation* 1980;62:528-34.
13. Rodeheffer RJ, 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 compensate for a diminished heart rate. *Circulation* 1984;69:203-13.
14. Sonnenblick EH, Braunwald E, Williams JF, Glick G. Effects of exercise on unanesthetized man: relative roles of changes in heart rate, sympathetic activity and ventricular dimensions. *J Clin Invest* 1965;44: 2051-62.
15. Stratton JR, Halter JB, Hallstrom AP, Caldwell JH, Ritchie JL. Comparative plasma catecholamine and hemodynamic responses to handgrip, cold pressor and supine bicycle exercise testing in normal subjects. *J Am Coll Cardiol* 1983;2:93-104.
16. Vatner SF, Franklin D, Higgins CB, Patrick J, Braunwald E. Left ventricular response to severe exertion in untethered dogs. *J Clin Invest* 1972; 51:3052-60.
17. Reeves JT, Grover RF, Blount GS. Cardiac output response to standing and treadmill walking. *J Appl Physiol* 1961;16:283-8.
18. Reeves JT, Grover RF, Filley GF. Circulatory changes in man during mild supine exercise. *J Clin Invest* 1961;16:277-82.
19. Dillon N, Chung S, Kelly J, O'Malley K. Age and beta adrenoceptor-mediated function. *Clin Pharmacol Ther* 1980;27:769-2.
20. Gerstenblith G, Lakatta EG, Weisfeldt ML. Age changes in myocardial function and exercise response. *Prog Cardiovasc Dis* 1976;19:1-21.
21. Green HJ, Hughson RL, Org GW, Ranney DA. Anaerobic threshold, blood lactate, and muscle metabolites in progressive exercise. *J Appl Physiol* 1983;54:1032-8.
22. Clausen JP, Klausen K, Rasmussen B, Trap-Jensen J. Central and peripheral circulatory changes after training of the arm or legs. *Amer J Physiol* 1973;225:675-82.
23. Folkow B, Neil E. *Circulation*. New York: Oxford University Press; 1971.
24. Sydney KH, Shephard RJ. Maximum and submaximum exercise test in men and women in seventh, eighth, and ninth decades of life: *J Appl Physiol* 1977;43:280.
25. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N Engl J Med* 1984;311:874.