

Experimento de Laboratorio F-11

PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO (Prueba de Söstrand Modificada por la YMCA)

| Términos Claves | Objetivos |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Capacidad aeróbica• Consumo de oxígeno máximo• Ergómetro• Cicloergómetro• Pruebas ergométricas• Frecuencia cardíaca máxima.• Kilopondios.• Cadencia de trabajo.• Potencia ergométrica.• Capacidad para el trabajo físico.• Volumen de eyección sistólica.• Contraindicaciones• Tacómetro• Percepción del esfuerzo | <p>Al finalizar este capítulo, ustedes estarán capacitados para:</p> <ul style="list-style-type: none">• Definir capacidad aeróbica.• Describir el procesos para determinar la capacidad aeróbica mediante pruebas ergométricas submáximas.• Identificar los puntos para auscultar los latidos del corazón.• Mencionar los sitios más comunes de auscultación.• Enumerar los factores que puedan afectar el consumo de oxígeno máximo. |

Teoría del Laboratorio:

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Referencia: | Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). <i>Fisiología del Esfuerzo y del Deporte</i> (5ta. ed.). Barcelona, España: Editorial Paidotribo. 715 pp. |
| Capítulos: | |
| 1: | Introducción a la Fsiología del Esfuerzo y del Deporte pp.: 12-17 |
| 4: | Sistemas Energéticos Básicos pp.: 140-141 |
| 7: | Control Cardiovascular durante el Ejercicio pp.: 224-239 |
| 9: | Adaptaciones Cardiorrespiratorias al Entrenamiento pp.: 227-278, 284-289, 294-300 |
| 19: | Programación de Ejercicios para Salud y el Fitness pp.: 613-616 |

INTRODUCCIÓN

El término *aptitud física* implica la habilidad de hacer los ajustes fisiológicos apropiados a las tensiones impuestas por una tarea específica. Los investigadores han encontrado que una buena función cardiovascular es el factor fisiológico más importante para una excelente aptitud física.

Dentro de las pruebas empleadas para medir las respuestas cardiovasculares al ejercicio, se consideran idóneas aquellas que pueden determinar el *consumo de oxígeno máximo* (VO₂máx), es decir, *Prueba de Capacidad Aeróbica*. Ésta calcula la cantidad de oxígeno máximo que puede transportar la sangre hacia aquellos órganos activos durante

el ejercicio, principalmente los músculos esqueléticos y el miocardio. Mediante el uso de evaluaciones submáximas y la medición de la frecuencia cardíaca durante dichas pruebas, se puede estimar con un alto grado de validez el VO_2 máx. Las bases teóricas de estas pruebas submáximas se fundamentan en las relaciones que existen entre la frecuencia cardíaca, la carga/potencia ergométrica y el VO_2 máx.

PROPÓSITOS

El propósito de este laboratorio es realizar una prueba submáxima empleando un cicloergómetro. Además, se pretende determinar:

1. La predicción de las capacidades máximas para desempeñar trabajo.
2. Estimar indirectamente el consumo de oxígeno (VO_2 máx) o aptitud aeróbica.

EQUIPO Y MATERIALES REQUERIDOS

1. Cicloergómetro
2. Metrónomo
3. Esfigmomanómetro
4. Estetoscopio. En ausencia de un estetoscopio, se puede emplear cualquier transmisor de frecuencia cardíaca (Ej: Polar Heart Rate Monitor), "pulse meter" o sistema de EKG.
5. Cronómetro
6. Reloj con indicador de segundos
7. Lápices y sacapuntas
8. Hojas/formas para colección de los datos, tabloides para fijar las hojas, toallas, agua, entre otros

PROCEDIMIENTO

Medidas Preparatorias el Día antes de la Prueba

Se le debe explicar al sujeto el tipo de vestimenta que usar para la prueba, así como sugerencias en cuanto al consumo de alimentos y otras sustancias (véase Tabla **LF-11:1**).

.Tabla LF-11:1. Instrucciones para los Participantes previo a la Prueba

- Planifique presentarse en el laboratorio de ejercicio donde se realizará la prueba con un período de anterioridad de una hora u hora y media (1 a 1½).
- Absténgase de fumar o por lo menos, no lo haga dos horas y media (2½) antes de la prueba.
- No consuma grandes cantidades de comida ni ingiera café o bebidas que contengan caféina (ejemplo: coca cola) por lo menos 2½ horas antes de la prueba, y por lo menos, dentro de una hora después de ésta.
- No tome bebidas alcohólicas durante las 24 horas que preceden a la prueba.
- Absténgase de una actividad física vigorosa dos horas antes de la prueba.
- El día de la prueba, usted debe estar libre de cualquier enfermedad, síntoma peligroso y fiebre; por lo contrario, no debe realizar la prueba.
- Para las pruebas matutinas, deberá desayunar dos horas y media antes y comer liviano:
 - Tostada o galleta con jalea, jugo, cereal.
 - Evite el consumo de grasas (mantequilla, tocineta).
 - No tome leche ni otro producto lácteo (mantecado, crema, entre otras).
- Si la prueba es por la tarde, deberá ingerir un almuerzo liviano tres horas antes de la misma. Una comida liviana puede ser considerada, por ejemplo, sopa con galleta, pollo o pavo sin grasa y atún.
- Si usted es un paciente con alguna enfermedad cardiovascular bajo medicamentos, continúe tomándolos, según fue prescrito por su médico.
- Debe informar el uso de drogas: digitales (píldora del corazón), nitroglicerina, propranolol (Inderal) y diuréticos (píldoras de agua), ya que pueden interferir con la prueba. Favor de consultar a su médico.
- Use o lleve con usted una vestimenta apropiada y zapatos cómodos, se sugiere zapatillas especiales para caminar o correr (tenis). No se permite realizar la prueba con chancletas (sandalias), zapatos con tacos ni con pies descalzos:
 - **Mujeres:** deben usar brasier o sostén (bra) que ofrezca apoyo adecuado durante la prueba, blusas de encaje suelto con mangas cortas que abotonen por el frente y pantalones cortos (se aceptan pantalones de pijama). No debe usarse ropa interior de una sola pieza o pantimedias (pantyhose).
 - **Varones:** deben traer pantalones cortos deportivos, bermuda o un par de pantalones livianos de entalle suelto. Se debe utilizar una camisa que permita ventilación.

NOTA. Adaptado de: *Exercise Electrocardiography: Practical Approach*. (p. 112), por E. K. Chung, 1979, Baltimore: The Williams and Wilkins Company. Copyright 1979 por The Williams and Wilkins Company.

Organización y Deberes de los Evaluadores

- Los estudiantes se dividirán en los siguientes cuatro grupos (funciones):
 - ▶ Sujeto
 - ▶ Evaluador
 - ▶ Cronometrador
 - ▶ Anotador

PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA

- Antes de la prueba, es de vital importancia cotejar la calibración del cicloergómetro. De ser necesario, éste debe ser calibrado.
- Explique al sujeto, en términos generales, el concepto de la prueba.
- Lea la hoja de consentimiento al sujeto y recibe su firma (véase ejemplos en la páginas 144 y 145).
- Prepare la hoja para la colección de los datos.
- Registre la masa corporal (peso), talla (estatura) y la edad del sujeto.
- Permita que el sujeto repose durante 3 minutos, luego mida y registre la presión arterial y frecuencia cardiaca en reposo.
- Decida si el sujeto está listo para llevar a cabo la prueba (Véase Tabla **LF-11:2** y **LF-11:3**).

Tabla **LF-11:2** Contraindicaciones para las Pruebas de Aptitud Física: Énfasis en las Evaluaciones Cardiovasculares Máximas o Submáximas.

ABSOLUTAS

- Un cambio reciente significativo en el EKG de reposo, lo cual es indicativo de isquemia; un infarto al miocardio reciente (dentro de 2 días) u otros eventos cardiacos.
- Angina inestable
- Arritmias cardiacas descontroladas provocando síntomas o que comprometen la función hemodinámica.
- Estenosis aórtica, severa y sintomática
- Fallo cardiaco, descontrolado y sintomático
- Émbolo pulmonar agudo o infarto pulmonar
- Miocarditis o pericarditis aguda
- Infecciones agudas

RELATIVAS

- Estenosis de la arteria coronaria principal en la región izquierda
- Estenosis valvular moderada
- Anormalidades electrolíticas conocidas (hipokalemia, hipomagnesemia).
- Hipertensión arterial severa: presión sanguínea diastólica en reposo mayor de 120 mm Hg o presión sanguínea sistólica mayor de 200 mm Hg.
- Taquiarritmias o bradiarritmias
- Cardiomiopatía, incluyendo cardiomiopatía hipertrófica y otras formas de obstrucción en el flujo externo del conducto.
- Disturbios neuromusculares, musculoesqueletales, o reumatoides que son empeoradas con el ejercicio.
- Alto grado de bloqueo atrioventricular (Ej: Bloqueo A-V de tercer grado)
- Aneurisma ventricular
- Enfermedades metabólicas descontroladas, ejemplos: diabetes sacarina, tirotoxicosis y mixedema.
- Enfermedades infecto-contagiosas crónicas, ejemplos: mononucleosis, hepatitis y SIDA.

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 50), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

| Tabla LF-11:3 . Criterios de Rechazo para la Prueba Submáxima en el Cicloergómetro*. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Evidencia de una Infección Intercalada |
| Ejemplo: <ul style="list-style-type: none">• Infección en el tracto respiratorio |
| Respuestas Anormales al Finalizar un Período de Reposo de 5 Minutos en Posición Decúbito (Recostado "Boca-Arriba") |
| Ejemplos: <ul style="list-style-type: none">• Frecuencia cardíaca de 100 lat·min⁻¹ o mayor• Frecuencia respiratoria de 40/min o mayor• Presión arterial sistólica de 170 mm Hg o mayor• Presión arterial diastólica de 100 mm Hg o mayor• Electrocardiograma anormal• Temperatura oral de 98 °F o mayor de 99.5 °F |
| Respuestas Anormales de Pie, luego de un Período de Reposo en Decúbito |
| Ejemplos: <ul style="list-style-type: none">• Frecuencia cardíaca menor que la registrada en decúbito o un aumento de 20 latidos o más sobre la frecuencia cardíaca en decúbito.• Presión arterial diastólica menor que la registrada en decúbito o un aumento de 30 mm Hg o más sobre la presión diastólica en decúbito.• Cambios en el electrocardiograma• Tendencia hacia el desmayo o mareo |
| <p>* El sujeto no se encuentra preparado para la prueba de ejercicio si están presentes las condiciones arriba mencionadas, es decir, es contraindicada la misma.</p> <p>NOTA. De <i>Laboratory Manual for Physiology of Exercise</i>. (p. 8), por L. E. Morehouse, 1972, St. Louis: The C. V. Mosby Company, Copyright 1972 por The C. V. Mosby Company.</p> |

ADMINISTRACIÓN DE LA PRUEBA

Ajuste correctamente la altura del asiento en el cicloergómetro (véase Figura **LF-11:1** y **LF-11:2**) y anote el número en la hoja de coleccionar los datos:

- ▶ La rodilla debe colocarse en su extensión apropiada (cuando el pedal y pie se encuentre en su posición más baja):
 - Si el sujeto habrá de efectuar la prueba colocando la parte delantera o "bola" del pie sobre el pedal del cicloergómetro, la rodilla debe estar levemente flexionada (véase Figura **LF-11:1**).

- Si el sujeto realiza la prueba colocando la parte central del pie (los metatarsos) sobre el pedal, entonces las rodillas deberán estar completamente extendidas (véase Figura LF-11:2).

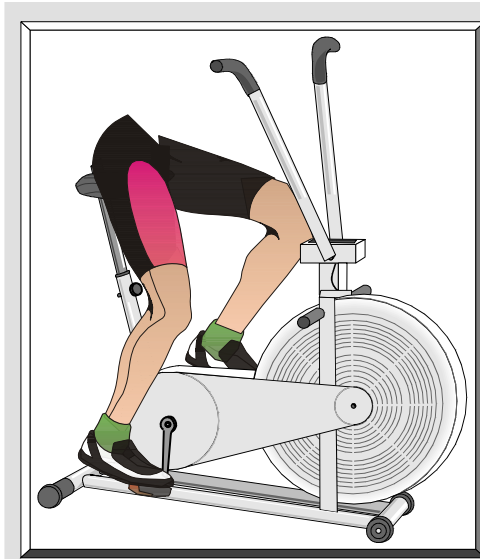


Figura LF-11:1: **Posición del Pie en el Pedal y la Rodilla.** Cuando la bola del pie descansa sobre el pedal, entonces la rodilla debe estar levemente doblada.



Figura LF-11:2: **Posición del Pie en el Pedal y la Rodilla.** Cuando los metatarsos del pie son los que descansan sobre el pedal, entonces la rodilla debe estar totalmente estirada, pero no rígida.

- Si el ergómetro no cuenta con un velocímetro (tacómetro) o dispositivo electrónico que permita al sujeto ver sus revoluciones por minuto (rpm), entonces coloca el metrónomo a $100 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1}$:
 - ▶ Esto equivale a 50 vueltas (revoluciones) completas del pedal por minuto. Durante cada latido del metrónomo, un pie debe estar abajo en la revolución del pedal.
 - ▶ Si el metrónomo es eléctrico, se debe activar la luz intermitente y el sonido, los cuales dictarán la cadencia de la prueba (50 rpm).
- Coteje que la resistencia del cicloergómetro esté en "0" kp.
- Instruya al sujeto a que pedalee sin resistencia hasta que alcance una cadencia de 50 revoluciones por minuto (50 rpm); esto servirá de calentamiento. El calentamiento debe poseer una duración de 2 a 3 minutos.
- Luego del calentamiento, prepare el reloj.
- Coloca la primera carga/potencia ergométrica: 0.5 kp ($150 \text{ kpm} \cdot \text{min}^{-1}$).
- El sujeto debe trabajar en el cicloergómetro durante 3 minutos.
- Tome la frecuencia cardíaca durante la última mitad del 2do y 3er minuto de cada etapa y la presión arterial durante los primeros 25 segundos del 2do minuto. La frecuencia cardíaca se puede tomar mediante palpación (carótida o radial) y la auscultación (véase Figura LF-11:3 y LF-11:4); empleando un **cardio-**

tacómetro, "*pulse-meter*", transmisor de señal EKG y lecturas directas vía trazados de electrocardiografía (EKG). De emplearse el método de palpación o *auscultación*, se recomienda que se cuente el número de latidos en treinta (30) segundos. Comience el cronómetro en el primer latido. La Tabla **LF-11:4** provee la conversión para latidos por minuto. Además, las Tablas **LF-11:5** y **LF-11:6**, proveen equivalencias cuando se registran las frecuencias cardíaca en **10** ó **15** (se multiplica por 4) segundos. En estos casos, se calcula la frecuencia cardíaca (en latidos·min⁻¹) multiplicando el número de latidos obtenidos por **6** o por **4**, respectivamente.

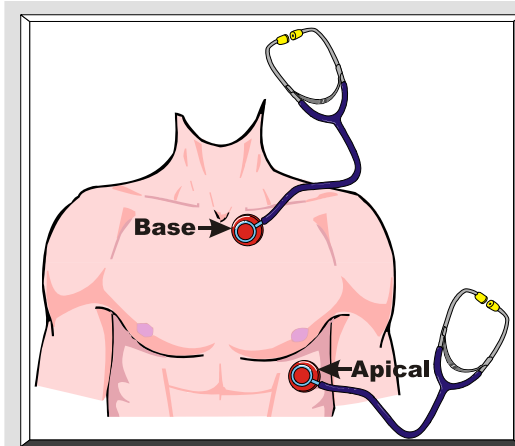


Figura **LF-11:3**: **Áreas para colocar el Estetoscopio en la Región Pectoral**. Se muestra la ubicación anatómica del estetoscopio (base y apical) para auscultar la frecuencia cardíaca (FC).

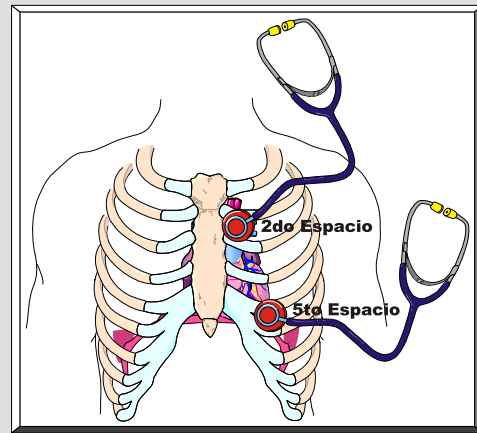


Figura **LF-11:4**: **Ubicación Anatómica del Estetoscopio**. La figura ilustra la colocación del estetoscopio en el 2^{do} y 5^{to} espacio intercostal para tomar la frecuencia cardíaca (FC).

- Se debe preguntar la percepción del esfuerzo (RPE) al final de los minutos 2do y 3ro (véase Tabla **LF-11:4**).
- Si las frecuencias cardíacas registradas durante el 2do y 3er minuto tienen una diferencia mayor de 5 latidos·min⁻¹, extienda esta etapa del ejercicio hacia un minuto más (tome de nuevo la frecuencia cardíaca) o hasta que se alcance un valor menor de 5 latidos·min⁻¹.
- Según sea el valor de la frecuencia cardíaca obtenida en el último minuto de la primera etapa, siga la dirección correspondiente que se ilustra en el diagrama para determinar la 2da carga/potencia ergométrica (véase Figura **LF-11:5**):
 - ▶ Si es menor que 80 latidos·min⁻¹, coloque la segunda carga ergométrica a 750 kpm·min⁻¹ (2.5 kp).
 - ▶ Si se encuentra de 80 a 89 latidos·min⁻¹, coloque la segunda potencia ergométrica a 600 kpm·min⁻¹ (2.0 kp).
 - ▶ Si la frecuencia cardíaca es de 90 a 100 latidos·min⁻¹, entonces aumente la carga ergométrica a 450 kpm·min⁻¹ (1.5 kp).

- ▶ Si la frecuencia cardiaca es menor que 100 latidos/min, coloque la potencia ergométrica a 300 kpm/min.
- **NOTA:** Si se produce una frecuencia cardiaca de 110 o mayor durante la primera carga/potencia ergométrica (primera etapa), dicho valor será utilizado en la gráfica (utilizada para calcular el $\text{VO}_2\text{máx}$), y solamente se necesitará UNA carga/potencia ergométrica adicional. Es importante que como mínimo la última etapa en que se ejercita el sujeto se alcance una frecuencia cardiaca de $150 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1}$. Esto nos asegura una relación lineal entre la frecuencia cardiaca y el VO_2 , de manera que la predicción del $\text{VO}_2\text{máx}$ sea más precisa (aumenta la validez de la prueba).
- De ser necesario, continúe la prueba hacia las etapas 3ra y 4ta. Sigue el flujo de estas próximas cargas ergométrica, según las columnas, debajo de la segunda carga (véase Figura **LF-11:5**).

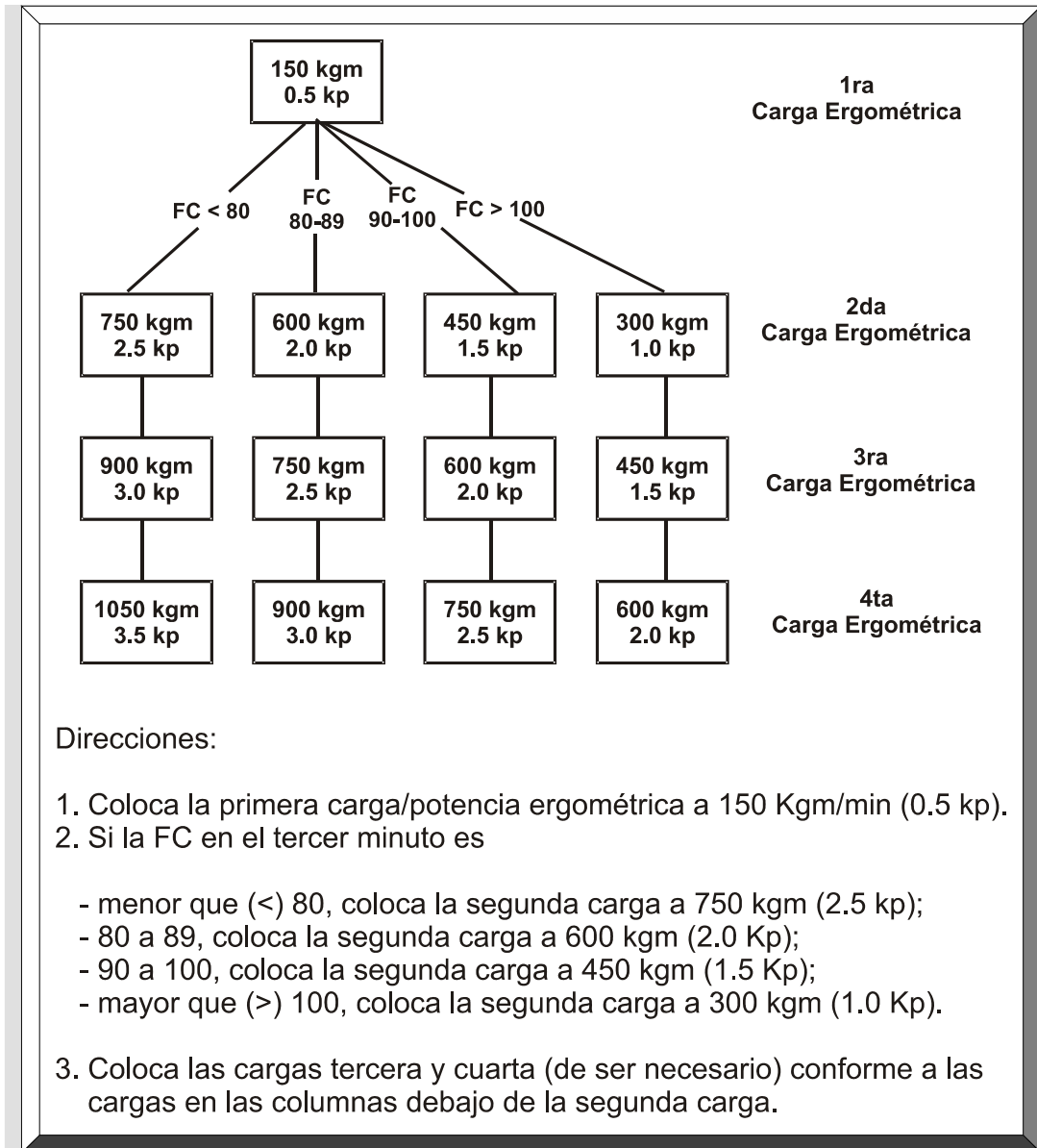


Figura LF-11:5: **Secuencia de la Potencia Ergométrica.** La figura ilustra las guías a seguir para la determinación de las cargas en el cicloergómetro.

Tabla LF-11:4. Tabla de Conversión de la Frecuencia Cardiaca (30 Latidos serán Convertidos en Latidos por Minuto).

| Seg | lat-min ⁻¹ | Seg | lat-min ⁻¹ | Seg | lat-min ⁻¹ |
|------|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|
| 22.0 | 82 | 17.3 | 104 | 12.6 | 143 |
| 21.9 | 82 | 17.2 | 105 | 12.5 | 144 |
| 21.8 | 83 | 17.1 | 105 | 12.4 | 145 |
| 21.7 | 83 | 17.0 | 106 | 12.3 | 146 |
| 21.6 | 83 | 16.9 | 107 | 12.2 | 148 |
| 21.5 | 84 | 16.8 | 107 | 12.1 | 149 |
| 21.4 | 84 | 16.7 | 108 | 12.0 | 150 |
| 21.3 | 84 | 16.6 | 108 | 11.9 | 151 |
| 21.2 | 85 | 16.5 | 109 | 11.8 | 153 |
| 21.1 | 85 | 16.4 | 110 | 11.7 | 154 |
| 21.0 | 86 | 16.3 | 110 | 11.6 | 155 |
| 20.9 | 86 | 16.2 | 111 | 11.5 | 157 |
| 20.8 | 87 | 16.1 | 112 | 11.4 | 158 |
| 20.7 | 87 | 16.0 | 113 | 11.3 | 159 |
| 20.6 | 87 | 15.9 | 113 | 11.2 | 161 |
| 20.5 | 88 | 15.8 | 114 | 11.1 | 162 |
| 20.4 | 88 | 15.7 | 115 | 11.0 | 164 |
| 20.3 | 89 | 15.6 | 115 | 10.9 | 165 |
| 20.2 | 89 | 15.5 | 116 | 10.8 | 167 |
| 20.1 | 90 | 15.4 | 117 | 10.7 | 168 |
| 20.0 | 90 | 15.3 | 118 | 10.6 | 170 |
| 19.9 | 90 | 15.2 | 118 | 10.5 | 171 |
| 19.8 | 91 | 15.1 | 119 | 10.4 | 173 |
| 19.7 | 91 | 15.0 | 120 | 10.3 | 175 |
| 19.6 | 92 | 14.9 | 121 | 10.2 | 176 |
| 19.5 | 92 | 14.8 | 122 | 10.1 | 178 |
| 19.4 | 93 | 14.7 | 122 | 10.0 | 180 |
| 19.3 | 93 | 14.6 | 123 | 9.9 | 182 |
| 19.2 | 94 | 14.5 | 124 | 9.8 | 184 |
| 19.1 | 94 | 14.4 | 125 | 9.7 | 186 |
| 19.0 | 95 | 14.3 | 126 | 9.6 | 188 |
| 18.9 | 95 | 14.2 | 127 | 9.5 | 189 |
| 18.8 | 96 | 14.1 | 128 | 9.4 | 191 |
| 18.7 | 96 | 14.0 | 129 | 9.3 | 194 |
| 18.6 | 97 | 13.9 | 129 | 9.2 | 196 |
| 18.5 | 97 | 13.8 | 130 | 9.1 | 198 |
| 18.4 | 98 | 13.7 | 131 | 9.0 | 200 |
| 18.3 | 98 | 13.6 | 132 | 8.9 | 202 |
| 18.2 | 99 | 13.5 | 133 | 8.8 | 205 |
| 18.1 | 99 | 13.4 | 134 | 8.7 | 207 |
| 18.0 | 100 | 13.3 | 135 | 8.6 | 209 |
| 17.9 | 101 | 13.2 | 136 | 8.5 | 212 |
| 17.8 | 101 | 13.1 | 137 | 8.4 | 214 |
| 17.7 | 102 | 13.0 | 138 | 8.3 | 217 |
| 17.6 | 102 | 12.9 | 140 | 8.2 | 220 |
| 17.5 | 103 | 12.8 | 141 | 8.1 | 222 |
| 17.4 | 103 | 12.7 | 142 | 8.0 | 225 |

NOTA. De: *Work Tests with the Bicycle Ergometer*. (p. 17), P.-O. Åstrand, Varberg, Sweden: Monark Exercise AB. Copyright por Monark Exercise AB.

| Tabla LF-11:5: Tabla de Conversión para la Frecuencia Cardiaca (10 Segundos para Calcular Latidos por Minuto) | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| Latidos en 10 Segundos | Frecuencia Cardiaca (latidos-min ⁻¹) | Latidos en 10 Segundos | Frecuencia Cardiaca (latidos-min ⁻¹) |
| 8 | 48 | 21 | 126 |
| 9 | 54 | 22 | 132 |
| 10 | 60 | 23 | 138 |
| 11 | 66 | 24 | 144 |
| 12 | 72 | 25 | 150 |
| 13 | 78 | 26 | 156 |
| 14 | 84 | 27 | 162 |
| 15 | 90 | 28 | 168 |
| 16 | 96 | 29 | 174 |
| 17 | 102 | 30 | 180 |
| 18 | 108 | 31 | 186 |
| 19 | 114 | 32 | 192 |
| 20 | 120 | 33 | 198 |

| Tabla LF-11:6: Tabla de Conversión para la Frecuencia Cardiaca (15 Segundos para Calcular Latidos por Minuto) | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| Latidos en 15 Segundos | Frecuencia Cardiaca (latidos-min ⁻¹) | Latidos en 15 Segundos | Frecuencia Cardiaca (latidos-min ⁻¹) |
| 15 | 60 | 32 | 128 |
| 16 | 64 | 33 | 132 |
| 17 | 68 | 34 | 136 |
| 18 | 72 | 35 | 140 |
| 19 | 76 | 36 | 144 |
| 20 | 80 | 37 | 148 |
| 21 | 84 | 38 | 152 |
| 22 | 88 | 39 | 156 |
| 23 | 92 | 40 | 160 |
| 24 | 96 | 41 | 164 |
| 25 | 100 | 42 | 168 |
| 26 | 104 | 43 | 172 |
| 27 | 108 | 44 | 176 |
| 28 | 112 | 45 | 180 |
| 29 | 116 | 46 | 184 |
| 30 | 120 | 47 | 188 |
| 31 | 124 | 48 | 192 |

| Tabla LF-11:7. Escala para la Percepción del Esfuerzo (RPE) o Escala de Borg para Adultos | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO | FRECUENCIA CARDIACA APROXIMADA (Latidos·Min ⁻¹) |
| 6 | 60 |
| 7 MUY, MUY LIVIANO | 70 |
| 8 | 80 |
| 9 MUY LIVIANO | 90 |
| 10 | 100 |
| 11 BASTANTE LIVIANO | 110 |
| 12 | 120 |
| 13 ALGO FUERTE | 130 |
| 14 | 140 |
| 15 FUERTE | 150 |
| 16 | 160 |
| 17 MUY FUERTE | 170 |
| 18 | 189 |
| 19 MUY, MUY FUERTE | 190 |
| 20 | 200 |

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (p. 77), por American College of Sports Medicine, 2006, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2006 por American College of Sports Medicine.

Tabla **LF-11:8**. Escala para la Percepción del Esfuerzo (RPE) para Niños

| PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO | |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | MUY, MUY FÁCIL |
| 2 | MUY FÁCIL |
| 3 | FÁCIL |
| 4 | SOLAMENTE SIENTO UNA MOLESTIA |
| 5 | COMENZANDO A SER FUERTE |
| 6 | PONIÉNDOSE BASTANTE FUERTE |
| 7 | FUERTE |
| 8 | MUY FUERTE |
| 9 | MUY, MUY FUERTE |
| 10 | TAN FUERTE QUE ME VOY A DETENER |

NOTA. De: "Effort Perception in Children", por K. L. Lamb, & R. G. Eston, 1997, *Sports Medicine*, 23(3), pp. 150-148.

- Termine la prueba cuando (véase Tablas **L2-14:9** y **L2,-14:10**):
 - ▶ Se alcance el 85 - 75% de la frecuencia cardiaca máxima (FC_{máx}).
 - ▶ Se presenten signos y síntomas de respuestas inadecuadas hacia el ejercicio.
 - ▶ Se lleguen a las etapas necesarias (dos o más), en las cuales se han registrado frecuencias cardiacas fluctuado entre 110 y 150 latidos·min⁻¹.
- Durante la recuperación (enfriamiento), reduzca la resistencia del cicloergómetro hasta "0" kp. El sujeto puede detenerse si la frecuencia cardiaca durante la recuperación es menor de 100 latidos·min⁻¹.

| Tabla LF-11:9. Indicaciones para Detener la Prueba de Ejercicio |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Se Logró El Objetivo de la Prueba</p> |
| <ul style="list-style-type: none">• Se alcanzó un límite prefijado de la frecuencia cardiaca máxima (ejemplo: 85% de la frecuencia cardiaca de reserva).• El sujeto alcanzó su frecuencia cardiaca máxima prevista (220 - edad).• Se llegó al consumo de oxígeno máximo. |
| <p style="text-align: center;">Síntomas y Signos de Intolerancia al Ejercicio</p> |
| <p>Síntomas (lo que el sujeto experimenta):</p> <ul style="list-style-type: none">• Dolor de angina (en el pecho)• Sensación de falta de aire (corto de respiración)• Mareos• Sensación de falta de peso en la cabeza• Confusión mental• Náusea• Debilidad o cansancio excesivo• Dolor en las piernas (claudicación) <p>Signos (lo que el observador puede ver y palpar):</p> <ul style="list-style-type: none">• Cianosis, manchas en la piel• Palidez general, reducción en el pulso, piel pegajosa o agotamiento.• Falta de un retorno rápido eritematoso (rojo) del color de la piel luego de una compresión firme sobre ésta.• Piloerección en le pecho (piel de gallina)• Ataxia (pérdida de coordinación al ejercitarse)• Ojos brillosos y fijos en un punto |
| <p style="text-align: center;">Cambios Electrocardiográficos (EKG)</p> |
| <ul style="list-style-type: none">• Desplazamiento (desnivel) del segmento S-T desde el punto J, sobre o debajo de la línea isoelectrica basal, con una amplitud de 0.2 mv y duración de 0.08 segundos. <p>Arritmias supraventriculares:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fibrilación auricular• Episodios recurrentes de una taquicardia paroxística auricular o nodal.• Aleteo auricular• La presencia de frecuentes extrasístoles auriculares pueden presagiar el inicio de fibrilación auricular, aleteo auricular o una arritmia ectópica auricular. |

-continuación -

Arritmias ventriculares:

- Extrasístoles ventriculares frecuentes unifocales o multifocales, es decir, mayores de 30% de los latidos totales por minuto.
- Bigeminismo o trigeminismo continuo de los extrasístoles ventriculares.
- Dificultades para diferenciar entre ritmos supraventriculares y ventriculares.
- Taquicardia ventricular (tres o más extrasístoles ventriculares corridos).

Alteraciones en la conducción atrio-ventricular o ventricular:

- Bloqueo AV de segundo grado, Mobitz I (fenómeno de Wenckebach).
- Bloqueo de rama de segundo grado, Mobitz II.
- Bloqueo AV de tercer grado (completo).

Respuestas Anormales en la Presión Arterial

- Falta de un aumento en la presión arterial sistólica con el aumento en la carga/potencia ergométrica.
- Una disminución en la presión arterial sistólica mayor de 250 mm Hg.
- Un aumento en la presión arterial sistólica mayor de 250 mm Hg.
- Un aumento en la presión arterial diastólica mayor de 20 mm Hg o un aumento en la presión arterial diastólica de 120 mm Hg.

Respuestas de la Frecuencia Cardiaca

- Frecuencia cardiaca que sobre pasa el 100% de la frecuencia cardiaca máxima ajustada a la edad (desviación estándar: ± 10 latidos/min).
- Pobre respuesta cronotrópica (puede indicar una cardiopatía isquémica si no hay presente cambios isquémicos en el electrocardiograma). Se deben también considerar los medicamentos.

Respuestas Respiratorias

- Disnea (respiración corta) severa, palidez o cianosis.
- Utilización de los músculos auxiliares del cuello y hombro para poder respirar.

NOTA. De *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; (pp. 78, 106), por American College of Sports Medicine, 1995, Baltimore: Williams & Wilkins. Copyright 1995 por American College of Sports Medicine. The Committee on Exercise. *Exercise Testing and Training of Individuals with Heart Disease or at High Risk for its Development: Handbook for Physician*. Por American Heart Association, 1975, Dallas, Texas: American Heart Association. Copyright 1975 por American Heart Association.

Tabla **LF-11:10**. Indicaciones para Detener la Prueba Ergométrica de Esfuerzo

- Angina progresiva (detener la prueba en el nivel 3+ o anterior en una escala del 1+ al 4+) (véase Tabla **L2-14:11**).
- Taquicardia ventricular
- Cualquier caída significativa (20 mm Hg) de la presión sanguínea o un fallo de la presión sanguínea sistólica en aumentar con los incrementos de la carga/potencia ergométrica.
- Sensación de la cabeza liviana o molestias en la cabeza, confusión ataxia, palidez, cianosis, náusea o signos de insuficiencia periférica severa.
- Depresión o elevación mayor de 4 mm del segmento ST en forma horizontal o inclinada en gradiente (en la ausencia de otras indicaciones de isquemia).
- Bloqueo A-V de segundo o tercer grado
- Aumento en la ectopicidad ventricular, de extrasístoles ventriculares multiforme, o extrasístoles ventriculares con R sobre T.
- Aumento excesivo en la presión sanguínea:
 - Presión sistólica mayor de 250 mm Hg
 - Presión diastólica mayor de 120 mm Hg
- Deficiencia cronotrópica
- Taquicardia supraventricular sostenida
- Bloqueo de la rama izquierda inducido por el ejercicio.
- El sujeto solicita detener la prueba.
- Fallo de los sistemas de monitoreo.

NOTA. Adaptado de: *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4ta ed.; (p. 72), por American College of Sports Medicine, 1991, Philadelphia: Lea & Febiger. Copyright 1991 por American College of Sports Medicine.

RESULTADOS

Anote los resultados de la prueba en las fichas correspondientes (individual y grupal) que se encuentran al final de este laboratorio.

INTERPRETACIÓN

Para determinar el consumo de oxígeno máximo (véase Figura **LF-11:6** [gráfica]):

- Marque en la gráfica la frecuencia cardiaca de las dos últimas cargas/potencia ergométricas versus la carga ergométrica realizada (kgm/min):
 - ▶ Se emplean las frecuencias cardíacas registradas durante el tercer minuto de las etapas correspondientes (comúnmente la segunda y tercera etapa).
 - ▶ Es muy importante que estas dos últimas frecuencias cardíacas seleccionadas se encuentren entre 110 y 150 latidos·min⁻¹. El valor de la frecuencia cardíaca obtenida en la primera etapa de la prueba no se utiliza en esta gráfica, a menos que haya excedido los 110 latidos·min⁻¹.
 - ▶ Se ha sugerido que se pueden emplear tres registros de frecuencia cardíaca. En estos casos, para estimar la capacidad aeróbica se traza una línea sobre estos tres puntos marcados en la gráfica. Sin embargo, la realidad es que la diferencia entre los usos de dos, tres o más puntos no es significativa (Lawrence, Myers, & Sinning, 1989, p. 92).
- Determine la frecuencia cardíaca máxima del sujeto, restando su edad de 220. Marque este punto en la gráfica mediante el trazo de una línea horizontal a través de la gráfica desde éste valor.
- Trace una línea que interseque los dos puntos previamente marcados y extiéndala hasta la línea de la frecuencia cardíaca máxima.
- Baje una línea desde este punto hasta la línea de base, y lea los valores máximos estimados, los cuales son: la carga/potencia ergométrica máxima y el consumo de oxígeno máximo.
- Calcule el consumo de oxígeno máximo por unidades de peso del cuerpo (VO₂máx, mL · kg⁻¹ · min⁻¹). Se puede emplear la siguiente fórmula o la Tabla **LF-11-7**.

$$\text{VO}_2\text{máx (mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = \frac{\text{VO}_2\text{max (L} \cdot \text{min}^{-1}) \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}}{\text{Masa Corporal del Sujeto (en kg)}}$$

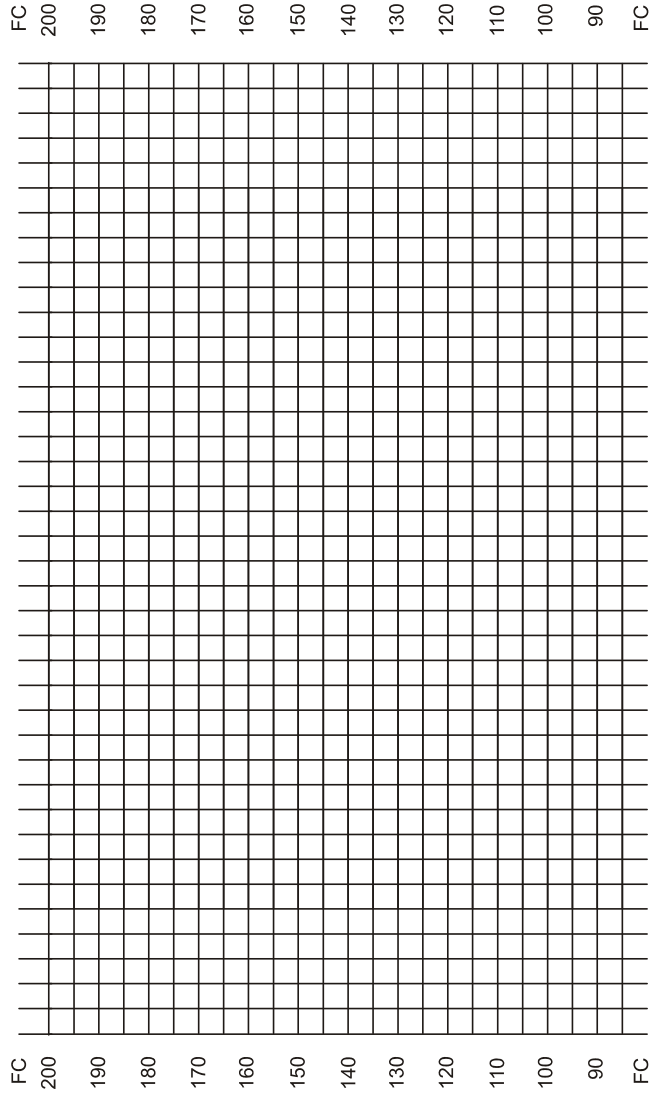
NOTA: Para convertir libras (lb) en kilogramos (kg) divide entre 2.2 (1 kg = 2.2 lb).

PREDICCIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

FECHA: ___/___/___
 Día Mes Año

NOMBRE _____ EDAD _____ PESO _____ lb _____ kg ALTURA DEL ASIENTO _____
 FC MAX ESTIMADA _____
 O₂ MAX (L/min) _____ O₂ MAX (ml/kg/min) _____

| | FECHA | 1ra CARGA FC | 2da CARGA FC | 3ra CARGA FC | CARGA MAX | O ₂ MAX (L/min) | O ₂ MAX (ml/kg/min) |
|----------|-------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------------------------|--------------------------------|
| PRUEBA 1 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| PRUEBA 2 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |
| PRUEBA 3 | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |



- DIRECCIONES**
1. Marca en la gráfica la FC de las 2 cargas versus la potencia (kgm/min).
 2. Determina la línea de la FC máx del sujeto restando su edad de 220 y marca una línea a través de la gráfica hasta este valor.
 3. Traza una línea a través de ambos puntos y extiendela hasta la línea de la FC máx ajustada a la edad.
 4. Baja una línea desde este punto hasta la línea de base y lee la carga ergométrica estimada y el consumo de O₂.

CARGA (kgm/min) _____
 CONSUMO MAX O₂ _____
 KCAL UTILIZADAS (kcal/min) _____
 NIVEL MET APROX (32 lbs) _____
 NIVEL MET APROX (176 lbs) _____

Figura LF-11:6: **Estimación del Consumo de Oxígeno Máximo.** Hoja de Trabajo Para la Extrapolación del Consumo de Oxígeno Máximo.

- Busque la clasificación de aptitud del sujeto (Véase Tablas **LF-11:11**, **LF-11:12**, **LF-11:13** y **LF-11:14**).

| Tabla LF-11:11 : Clasificación de la Aptitud Cardiorrespiratoria para Puertorriqueños Adultos por Género y Edad (VO_2 máx, mL • kg ⁻¹ • min ⁻¹). | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|----------|-------------------|------|
| EDAD | CLASIFICACIÓN | | | | |
| | Bajo | Debajo del Promedio | Promedio | Sobre el Promedio | Alto |
| Varones | | | | | |
| 20 - 29 | < 35 | 36-41 | 42-49 | 50-55 | 56+ |
| 30 - 39 | < 31 | 32-38 | 39-43 | 44-49 | 50+ |
| 40 - 49 | < 25 | 26-32 | 33-40 | 41-46 | 47+ |
| 50 - 65 | < 20 | 21-26 | 27-34 | 35-40 | 41+ |
| > 60 | < 17 | 18-24 | 25-31 | 32-38 | 39+ |
| Mujeres | | | | | |
| 20 - 29 | < 25 | 26-30 | 31-37 | 38-43 | 44+ |
| 30 - 39 | < 22 | 23-28 | 29-33 | 34-41 | 42+ |
| 40 - 49 | < 19 | 20-25 | 26-32 | 33-38 | 39+ |
| > 50 | < 16 | 17-21 | 22-29 | 30-36 | 37+ |
| NOTA. Adaptado de: "The maximal aerobic capacity of adult puerto ricans," por: M. A. Rivera, 1986, <i>Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico</i> , 78(10), p. 429. | | | | | |

| Tabla LF-11:12: Aptitud Aeróbica o Cardiorrespiratoria. Escala de Clasificación. Consumo de Oxígeno Máximo Estimado ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Clasificación | GRUPO DE EDADES (AÑOS) | | | | | |
| | 13 - 19 | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 | Sobre 60 |
| Varones | | | | | | |
| Muy Pobre | < 35.0 | < 33.0 | < 31.5 | < 30.2 | < 26.1 | < 20.5 |
| Pobre | 35.0-38.3 | 33.0-36.4 | 31.5-35.4 | 30.2-33.5 | 26.1-30.9 | 20.5-26.0 |
| Promedio | 38.4-45.1 | 36.5-42.2 | 35.5-40.9 | 33.6-38.9 | 31.0-35.7 | 26.1-32.2 |
| Bueno | 45.2-50.9 | 42.5-46.4 | 41.0-44.9 | 39.0-43.7 | 35.8-40.9 | 32.2-36.4 |
| Excelente | 51.0-55.9 | 46.5-52.4 | 45.0-49.4 | 43.8-48.0 | 41.0-45.3 | 36.5-44.2 |
| Superior | > 56.0 | > 52.5 | > 49.5 | > 48.1 | > 45.4 | > 44.3 |
| Mujeres | | | | | | |
| Muy Pobre | < 25.0 | < 23.6 | < 22.8 | < 21.0 | < 20.2 | < 17.5 |
| Pobre | 25.0-30.9 | 23.6-28.9 | 22.8-26.9 | 21.0-24.4 | 20.2-22.7 | 17.5-20.1 |
| Promedio | 31.0-34.9 | 29.0-32.9 | 27.0-31.4 | 24.5-28.9 | 22.8-26.9 | 20.2-24.4 |
| Bueno | 35.0-38.9 | 33.0-36.9 | 31.5-35.6 | 29.0-32.8 | 27.0-31.4 | 24.5-30.2 |
| Excelente | 39.0-41.9 | 37.0-40.9 | 35.7-40.1 | 32.9-36.9 | 31.5-35.7 | 30.3-31.4 |
| Superior | > 42.0 | > 41.0 | > 40.1 | > 37.0 | > 35.8 | > 31.5 |

NOTA. Adaptado de: *El Camino del Aeróbics*. (pp. 295-296), por K. H. Cooper, 1979, México: Editorial Diana, S.A. Copyright 1979 por K. H. Cooper.

| Tabla LF-11:13: Clasificación de la Aptitud Aeróbica por Sexo y Edad (Valores Superiores: litros/min, Valores Inferiores: mL • kg ⁻¹ • min ⁻¹). | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| EDAD | CLASIFICACIÓN | | | | |
| | Bajo | Algo Bajo | Promedio | Alto | Muy Alto |
| Mujeres | | | | | |
| 20 - 29 | ≤ 1.69 ≤ 28 | 1.70-1.99 29-34 | 2.00-2.49 35-43 | 2.50-2.79 44-48 | ≥ 2.80 ≥ 49 |
| 30 - 39 | ≤ 1.59 ≤ 27 | 1.60-1.89 28-33 | 1.90-2.39 34-41 | 2.40-2.69 42-47 | ≥ 2.70 ≥ 48 |
| 40 - 49 | ≤ 1.49 ≤ 25 | 1.50-1.79 26-31 | 1.80-2.29 32-40 | 2.30-2.59 41-45 | ≥ 2.60 ≥ 46 |
| 50 - 65 | ≤ 1.29 ≤ 21 | 1.30-1.59 22-28 | 1.60-2.09 29-36 | 2.10-2.39 37-41 | ≥ 2.40 ≥ 42 |
| Varones | | | | | |
| 20 - 29 | ≤ 2.79 ≤ 38 | 2.80-3.09 39-43 | 3.10-3.69 44-51 | 3.70-3.99 52-56 | ≥ 4.00 ≥ 57 |
| 30 - 39 | ≤ 2.49 ≤ 34 | 2.50-2.79 35-39 | 2.80-3.39 40-47 | 3.40-3.69 48-51 | ≥ 3.70 ≥ 52 |
| 40 - 49 | ≤ 2.19 ≤ 30 | 2.20-2.49 31-35 | 2.50-3.09 36-43 | 3.10-3.39 44-47 | ≥ 3.40 ≥ 48 |
| 50 - 65 | ≤ 1.89 ≤ 25 | 1.90-2.19 26-31 | 2.20-2.79 32-39 | 2.80-3.09 40-43 | ≥ 3.10 ≥ 44 |
| 60 - 69 | ≤ 1.59 ≤ 21 | 1.60-1.89 22-26 | 1.90-2.49 27-35 | 2.50-2.79 36-39 | ≥ 2.10 ≥ 40 |
| <p>NOTA. De: <i>Work Tests with the Bicycle Ergometer</i>. (p. 29), P.-O. Åstrand, Varberg, Sweden: Monark Exercise AB. Copyright por Monark Exercise AB: según es adaptado de. Åstrand, P.-O. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. <i>Acta Physiologica Scandinava</i>, 49 (suppl. 169), 83.</p> | | | | | |

| Tabla LF-11:14: Clasificación de la Aptitud Cardiorrespiratoria ($\text{VO}_2\text{máx}$, $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|-------|------|
| EDAD | CLASIFICACIÓN | | | | |
| | Bajo | Aceptable | Promedio | Bueno | Alto |
| Mujeres | | | | | |
| 20 - 29 | < 24 | 24-30 | 31-37 | 38-48 | 49+ |
| 30 - 39 | < 20 | 20-27 | 28-33 | 34-44 | 45+ |
| 40 - 49 | < 17 | 17-23 | 24-30 | 31-41 | 42+ |
| 50 - 65 | < 15 | 15-20 | 21-27 | 28-37 | 38+ |
| 60 - 69 | < 13 | 13-17 | 18-23 | 24-34 | 35+ |
| Varones | | | | | |
| 20 - 29 | < 25 | 25-33 | 34-42 | 43-52 | 53+ |
| 30 - 39 | < 23 | 23-30 | 31-38 | 39-48 | 49+ |
| 40 - 49 | < 20 | 20-26 | 27-35 | 36-44 | 45+ |
| 50 - 65 | < 18 | 18-24 | 25-33 | 34-42 | 43+ |
| 60 - 69 | <16 | 16-22 | 23-30 | 31-40 | 41+ |
| <p>NOTA. De: <i>Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians</i>. (p. 15), American Heart Association, 1972, Dallas: American Heart Association. Copyright 1972 por American Heart Association.</p> | | | | | |

REFERENCIAS

- Adams, G. M. (1998). *Exercise Physiology Laboratory Manual* (3ra. ed., pp. 139-153). Boston: WCB/McGraw-Hill Companies.
- American College of Sports Medicine. (2006). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7ma. ed., pp. 70-74, 78, 106). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- American Heart Association. The Committee on Exercise (1972). *Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individual: A Handbook for Physicians* (p. 15). Dallas, Texas: American Heart Association.
- American Heart Association. The Committee on Exercise. (1975). *Exercise Testing and Training of Individual with Heart Disease or at High Risk for its Development: A Handbook for Physicians* (p. 62). Dallas, Texas: American Heart Association.
- Åstrand, P.-O. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinava*, **49** (suppl. 169), 83.
- Åstrand, P.-O. *Work Tests with the Bicycle Ergometer* (pp. 17, 26-27), Varberg, Sweden: Monark Exercise AB.
- Baumgartner, T. A., & Jackson, A. S. (1982). *Measurement for Evaluation in Physical Education* (2da. ed., pp. 271-273). Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Christian, V., & Johnson, R. (1984). *Laboratory Experiments in Exercise Physiology: Measurement/Evaluation/Application* (pp. 51-55). Dubuque, IA: Eddie Bowers Publishing Company.
- Chung, E. K. (1979). *Exercise Electrocardiography: Practical Approach* (p. 112). Baltimore: The Williams and Wilkins Company.
- Cooper, K. H. (1979). *El Camino del Aeróbics* (pp. 295-296). México: Editorial Diana, S.A.
- Corbin, C. B., & Lindsey, R. (1997). *Concepts of Fitness and Wellness with Laboratories* (2da. ed., pp. 85-87). Madison, WI: Brown & Benchmark Publishers.
- Franks, B. D., & Edward T. Howley, E. T. (1989). *Fitness Leader's Handbook* (pp. 86-88). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- George, J. D., Fisher, A. G., & Vehrs, P. R. (1994). *Laboratory Experience in Exercise Science* (pp. 140-142, 156). Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- George, J. D., Fisher, A. G., & Vehrs, P. R. (1996). *Tests y Pruebas Físicas* (pp. 164-167). Barcelona: España: Editorial Paidotribo.
- Golding, L. A., Myers, C. R., & Sinning, W. E. (Eds.) (1989). *Y's Way to Physical Fitness: The Complete Guide to Fitness Testing and Instruction* (3ra. ed., pp. 89-106, 113-138). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Heyward, V. H. (1998). *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription* (3ra. ed., pp. 67-69). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Howley, E. T., & Franks, B. D. (1997). *Health/Fitness Instructor's Handbook* (3ra. ed., pp. 221-225). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Lamb, K. L., & Eston, R. G. (1997). Effort perception in children. *Sports Medicine*, **23**(3), 150-148.

- Litwin, J., & Fernández, G. (1977). *Medidas, Evaluación y Estadísticas a la educación física y el deporte* (pp. 134-136). Buenos Aires, Argentina: Editorial Stadium.
- McConnell, T. R. (1998). Cardiorespiratory assessment of apparently healthy populations. En: American College of Sports Medicine Staff. (Ed.). *ACSM's Resource Manual for Exercise Testing and Prescription* (3ra. ed., pp. 347-353). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Mellerowicz, H., & Smodlaka, V. N. (1981). *Ergometry: Basics of Medical Exercise Testing* (pp. 318-319, 396, 401-404). Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Morehouse, L. E. (1972). *Laboratory Manual for Physiology of Exercise* (pp. 8, 124-126, 164-165). Saint Louis: The C.V. Mosby Company.
- Morrow, J. R. Jr., Jackson, A. W., Disch, J. G., & Mood, D. P. (1995). *Measurement and Evaluation in Human Performance* (pp. 210-211). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Nieman, D. C. (1986). The Sports Medicine Fitness Course. (pp. 66-72), Palo Alto, CA: Bull Publishing Company.
- Rivera, M. A. (1986). The maximal aerobic capacity of adult puerto ricans. *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico*, 78(10), 427-430.
- Ward, A. Ebbeling, C. B., & Ahlquist, L. E. (1995). Indirect methods for estimation of aerobic power. En P. J. Maud & C. Foster (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness* (pp. 46-47). Champaign, IL: Human Kinetics Books.

**HOJA PARA LA COLECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS DATOS
PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO**

Evaluador(es):

Fecha: ____/____/____
 Día Mes Año

Hora: ____ (a.m.) (p.m.)

NOMBRE: _____ SS: _____ Edad ____ Sexo: (F) (M)

Medicamentos: _____ Peso: ____ kg ____ lb Talla: ____ cm ____ pulg

Frecuencia Cardíaca Reposo: De pie ____ lat·min⁻¹ Sentado ____ lat·min⁻¹ Presión Arterial: ____/____ mm Hg

Frecuencia Cardíaca Máxima (220-Edad): FCmáx ____ 85% ____ 75% ____ 65% ____

Altura del Asiento ____ Limitaciones al Ejercicio: _____

PROTOCOLO DE LA PRUEBA

| Etapa | RPM | Potencia Ergométrica (kgm · min ⁻¹) | Frecuencia Cardíaca (lat · min ⁻¹) | Duración (min) | Presión Arterial (mm Hg) | Percepción del Esfuerzo (Escala RPE) |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 50 | 150 kpm·min⁻¹ (0.5 kp) | <input type="text"/> | 2do. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 3er. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 4to. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| ----- | | | | | | |
| 2 | 50 | <input type="text"/> kpm·min ⁻¹ | <input type="text"/> | 2do. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 3er. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 4to. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| ----- | | | | | | |
| 3 | 50 | <input type="text"/> kpm·min ⁻¹ | <input type="text"/> | 2do. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 3er. min. | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 4to. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| ----- | | | | | | |
| 4 | 50 | <input type="text"/> kpm·min ⁻¹ | <input type="text"/> | 2do. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 3er. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | <input type="text"/> | 4to. min | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| ----- | | | | | | |
| Recuperación | | 2do. min | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | |
| | | 4to. min | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | |
| | | 6to. min | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | |
| | | 8vo. min | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | |

Comentarios: _____

HOJA PARA LA COLECCIÓN GRUPAL DE LOS DATOS PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO

Evaluador(es): _____

Fecha: ____/____/____
 Día Mes Año

Sección: _____

Horas de la Clase: _____

Días: _____

| Nombre (Iniciales o # ID) | Sexo | FCmáx (lat • min ⁻¹) | Potencia Ergom. Máxima (kgm • min ⁻¹) | VO ₂ máx (ml • kg ⁻¹ • min ⁻¹) | Clasificación (Tabla LF-11:13) |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 2. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 3. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 4. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 5. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 6. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 7. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 8. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 9. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 10. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 11. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 12. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 13. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 14. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 15. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 16. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 17. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 18. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 19. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 20. _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Promedio: | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

4. *¿Usted fuma?:* Sí No

Si contesta afirmativamente, favor de responder las siguientes preguntas:

¿Cuántos cigarrillos (o cigarros) por día?.....

¿Cuántas veces al día usted fuma pipa?.....

¿Qué edad usted tenía cuando empezó?.....

5. *¿Alguna vez ha dejado de fumar?:* Sí No

Si contesta afirmativamente, favor de responder las siguientes preguntas:

¿Cuándo dejó de fumar?

¿Por qué dejó de fumar?

6. *Favor de contestar las siguientes preguntas relacionadas con tus hábitos de alimentación:*

¿Dónde usted come?:

Hogar Amigo/Pariente Restaurante

Coteje entre los siguientes alimentos, los que usted no ingiere diariamente o frecuentemente:

| | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| Frutas Frescas <input type="checkbox"/> | Mantequilla <input type="checkbox"/> |
| Huevos <input type="checkbox"/> | Queso <input type="checkbox"/> |
| Carne <input type="checkbox"/> | Pan <input type="checkbox"/> |
| Vegetales Frescos <input type="checkbox"/> | Papas <input type="checkbox"/> |
| Vegetales Cocidos <input type="checkbox"/> | Leche <input type="checkbox"/> |

¿Sigue alguna dieta adelgazante?: Sí No

Si contesta afirmativamente, ¿por qué?:

FORMA DE CONSENTIMIENTO PARA LA PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO

Declaración para Participantes:

A fin de evaluar la capacidad cardiorrespiratoria y predecir la capacidad funcional máxima, acepto voluntariamente someterme a una prueba submáxima en el cicloergómetro.

El *procedimiento de la prueba* a la cual me someteré, será desempeñado en el cicloergómetro a una cadencia de 50 rev/min, con una carga ergométrica inicial de 300 kpm (varones) o 150 kpm (mujeres). Después, la carga se aumentará cada 3 minutos (o hasta que se alcance una frecuencia cardíaca constante); hasta que se completen 3 etapas. Entiendo que de tener síntomas, tales como: fatiga, sensación de falta de aire (respiración corta) o sensación rara en el pecho; debo informar al evaluador la decisión de detener la prueba. Mi pulso y presión arterial serán monitoreadas durante cada etapa del ejercicio.

Los *riesgos* de la prueba incluyen respuestas anormales en la presión arterial, cambios ocasionales en el ritmo cardíaco, muy rápido, muy lento o inefectivo, y como remota probabilidad un desmayo o ataque al corazón. La presencia de un médico no será necesaria durante la prueba. No obstante, habrá disponible una ambulancia y el contacto con un hospital.

Los *beneficios* de la prueba incluyen una evaluación cuantitativa de la máxima capacidad de trabajo, de la cual una prescripción diaria de entrenamiento será preparada.

El *derecho* de retirarse de la prueba en cualquier momento con impunidad y el derecho de no divulgar la información obtenida de la prueba sin previo consentimiento, será asegurado. Antes de firmar, puede hacer cualquier pregunta.

Consentimiento:

Certifico que he leído la declaración y he tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta, por tanto, doy mi consentimiento para proceder con la prueba submáxima en el cicloergómetro.

Fecha: _____

Hora: _____

a.m.
p.m.

Firma: _____

Participante

Testigo

Director del Programa

HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA LA PRUEBA DE EJERCICIO EN EL CICLOERGÓMETRO PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO

1. **Declaración para Participantes:**

A fin de evaluar los efectos del ejercicio rítmico sobre la frecuencia cardiaca, presión arterial, presión del pulso, la capacidad cardiorrespiratoria, y predecir la capacidad funcional máxima; acepto voluntariamente someterme a una prueba submáxima en el cicloergómetro.

2. **Explicación de los Procedimientos de la Prueba:**

Usted se someterá a una prueba en el cicloergómetro. La intensidad del ejercicio comenzará a un nivel que usted pueda desempeñar sin problemas y aumentará gradualmente. La prueba se detendrá cuando se alcance la frecuencia cardiaca predeterminada; si usted experimenta signos y síntomas de intolerancia al ejercicio o cuando usted así lo desee, debido a que experimente fatiga o molestia.

3. **Riesgos y Molestias:**

Existe la posibilidad de que durante la prueba y después de la misma ocurran cambios negativos, entre éstos: respuestas anormales en la presión arterial, mareos o desmayos, anormalidades en el ritmo del corazón (muy rápido o muy lento, irregular o inefectivo) y, en muy raras ocasiones, un ataque al corazón. La presencia de un médico no será necesaria durante la prueba. Sin embargo, el personal que administrará la prueba tomará todas las medidas preventivas a su alcance para reducir los riesgos de estas condiciones mediante la auto-administración al sujeto de un cuestionario de salud de su participación en la prueba y el análisis de estos datos (con el fin de determinar si existe alguna contraindicación para la prueba). Además, el personal que dirigirá y supervisará la prueba estará certificado por la "American Heart Association" en medidas básicas de resucitación cardiopulmonar (CPR) y están adiestrados en el reconocimiento de signos y síntomas de intolerancia al ejercicio.

4. **Beneficios Esperados de la Prueba:**

Los resultados obtenidos de la prueba nos ayudarán a evaluar científicamente su capacidad para el trabajo físico y servirán de ayuda a los estudiantes del curso, en cuanto a entender mejor los efectos de un ejercicio rítmico sobre variables cardiovasculares y la estimación del consumo de oxígeno máximo.

5. **Preguntas/Dudas del Participante:**

Deseamos aclararle cualquier duda sobre los procedimientos utilizados en la prueba de ejercicio y en cualquier duda que surja de la lectura de esta hoja de consentimiento. Por eso exhortamos a que nos presenten sus preguntas.

6. **Confidencialidad:**

La información obtenida de esta prueba será tratada en forma confidencial y no será revelada sin el consentimiento escrito del participante. No obstante, la información será revelada y analizada por los estudiantes del curso.

7. **Obligaciones del Sujeto:**

Su autorización (los padres, en caso de menores) para que se someta a la prueba de ejercicio es voluntaria y puede negarla en cualquier momento sin temer perjuicio o penalidad de ninguna índole contra su persona.

8. **Consentimiento/Relevo de Responsabilidad:**

Certifico que he leído y comprendido lo escrito en esta hoja de consentimiento, incluyendo los procedimientos de la prueba, o que ha sido leída para mí y que mis preguntas han sido contestadas en forma satisfactoria. Por lo tanto, acepto mi participación en la prueba (en caso de menores, acepto la participación de mi hijo(a) en la prueba), y relevo al maestro y a la institución de cualquier responsabilidad en caso de accidente, daños o pérdidas de propiedad.

| | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| _____ <i>Nombre del Sujeto</i> <i>(En letra de molde)</i> | _____ <i>Firma</i> | _____ <i>Fecha</i> |
| _____ <i>Nombre del Testigo</i> <i>(En letra de molde)</i> | _____ <i>Firma</i> | _____ <i>Fecha</i> |

**HOJA DE INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS PARTICIPANTES
ANTES DE SOMETERSE A LA
PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO**

Evaluador(es): _____ Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

NOMBRE: _____ SS: _____ Edad _____ Sexo: (F) (M)

EVALUACIÓN: Fecha: ____/____/____ Hora: ____:____ (a.m.) (p.m.)

1. Planifique presentarse en el laboratorio de ejercicio donde se realizará la prueba con un período de anterioridad de una hora u hora y media (1 a 1½).
2. Absténgase de fumar o por lo menos, no lo haga dos horas y media (2½) antes de la prueba.
3. No consuma grandes cantidades de comida ni ingiera café o bebidas que contengan cafeína (ejemplo: coca cola) por lo menos 2½ horas antes de la prueba, y por lo menos, dentro de una hora después de ésta.
4. No tome bebidas alcohólicas durante las 24 horas que preceden a la prueba.
5. Absténgase de una actividad física vigorosa dos horas antes de la prueba.
6. El día de la prueba, usted debe estar libre de cualquier enfermedad, síntoma peligroso y fiebre; por lo contrario, no debe realizar la prueba.
7. Para las pruebas matutinas, deberá desayunar dos horas y media antes de la prueba y comer liviano:
 - a. Tostada o galleta, con jalea, jugo, cereal.
 - b. Evite el consumo de grasas (mantequilla, tocineta,).
 - c. No tome leche ni otro producto lácteo (mantecado, crema, entre otras).
8. Si la prueba es por la tarde, deberá ingerir un almuerzo liviano tres horas antes de la misma. Una comida liviana puede ser considerada, por ejemplo, sopa con galleta, pollo o pavo sin grasa y atún.
9. Si usted es un paciente con alguna enfermedad cardiovascular bajo medicamentos, continúe tomándolos según fue prescrito por su médico.
10. Debe informar el uso de drogas: digitales (píldora del corazón), nitroglicerina, propranolol (Inderal) y diuréticos (píldoras de agua), ya que pueden interferir con la prueba. Favor de consultar a su médico.

11. Use o lleve con usted una vestimenta apropiada y zapatos cómodos. Se sugiere zapatillas especiales para caminar o correr (tenis). No se permite realizar la prueba con chancletas (sandalias), zapatos con tacos ni con pies descalzos:

a. Mujeres:

Deben traer o usar un brasier que ofrezca apoyo adecuado durante la prueba, blusas de encaje suelto con mangas cortas que abotonen por el frente y pantalones cortos (se aceptan pantalones de pijama). No debe de usarse ropa interior de una sola pieza o pantimedias (pantyhose).

b. Varones:

Deben traer pantalones cortos deportivos, bermuda o un par de pantalones livianos de entalle suelto. Se debe utilizar una camisa que permita ventilación.

NOTA. Adaptado de: *Exercise Electrocardiography: Practical Approach*. (p. 112), por E. K. Chung, 1979, Baltimore: The Williams and Wilkins Company. Copyright 1979 por The Williams and Wilkins Company.