



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**PROGRAMA DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN**  
**ASIGNATURA: FISILOGIA DEL ESFUERZO**

**FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO**  
**TALLER: PRUEBA DE ESFUERZO**

**Docentes: Carlos Eduardo Nieto G, José Carlos Giraldo T.**

La prueba de esfuerzo pretende reproducir una situación de sobrecarga que desestabilice el equilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno a nivel miocárdico, la cual puede estar compensada en reposo a pesar de existir una enfermedad coronaria.

Las pruebas de esfuerzo pueden ser medidas a través de Ergómetros, instrumentos que miden trabajo (W) pero que no son sinónimo de prueba de esfuerzo sobre condiciones controladas. Entre los diversos ergómetros se destacan:

- 1) **Banco:** es el más primitivo, posee una o dos gradas que miden de 30 – 50 cm. Es de bajo costo, no requiere fuente energética ni calibración y se puede usar en consultorios. En él, el sujeto constante sube y baja gracias a la acción; cuantifica el W acorde a la altura y al peso del individuo, pero no hay forma de calcular el W en descenso pese a que se establece como equivalente a 1/3 del gasto en el ascenso.
- 2) **Bicicleta:** permite la determinación del  $\dot{V}O_2$  mediante el pedaleo regular en la misma. Tiene la ventaja de la precisión en la medición del trabajo, la facilidad en la medición de variables como la T.A y la FC; algunos modelos no requieren de energía eléctrica y tienen escalas de medida que van de 0-500 Watts.
- 3) **Banda sin fin:** consiste en un tapiz en donde los sujetos caminan o pueden correr según los cambios dados en velocidad o inclinación de la misma. Puede representar dificultad para la toma de algunas variables, sin embargo semeja fisiológicamente la práctica de algunos deportes.

Los **objetivos** que se persiguen al indicar una prueba de esfuerzo son:

- a) La detección de insuficiencia coronaria en personas asintomáticas
- b) La confirmación de procesos isquémicos en aquellas personas con dolor atípico de angina a nivel precordial.
- c) Evaluación del comportamiento de arritmias en esfuerzo
- d) Evaluación de la HTA y su terapéutica
- e) Evaluación de resultados de programas de rehabilitación cardíaca
- f) Evaluación de pacientes post-infarto
- g) Evaluación de la tolerancia al esfuerzo (estado del sistema cardiovascular)

Los peligros que representan las pruebas de ejercicio cuando se supervisan de manera correcta son muy pequeños, aún en pacientes que se saben padecen cardiopatía isquemica. Con todo, las pruebas están **contraindicadas** en las siguientes situaciones:

- a) Patologías como la miocarditis, pericarditis, ICC, embolia pulmonar, crisis hipertensiva, arritmias severas, obstrucción coronaria grave, choque cardiogénico.
- b) Cuando no puede disponerse de un médico con experiencia en la realización e interpretación de la prueba, así como en el manejo de la RCP.
- c) En caso de IAM reciente.



- d) Si no se dispone de equipo de reanimación y desfibrilación.

Generalmente los **datos absolutos** que indican **suspensión** de la prueba de esfuerzo son:

- Depresión del segmento ST mayor de 5 mm
- Presencia de 6 o más extrasístoles unifocales ó 3 o más extrasístoles multifocales, por minuto
- Presencia de angina o dolor precordial tipo anginoso
- Caída de la presión arterial
- Frecuencia cardiaca y presión arterial que no aumentan al incrementar la carga
- Presión arterial sistólica igual o mayor a 220mmHg
- Presión arterial diastólica superior a 130mmHg
- Ensanchamiento del QRS
- Arritmias auriculares o ventriculares

Las **indicaciones relativas para la suspensión** de la prueba son:

- Disnea de esfuerzo
- Palidez, mareo, desorientación
- Claudicación en extremidades inferiores
- Agotamiento general

Los diversos parámetros a medir durante una prueba de esfuerzo son:

- Consumo máximo de oxígeno ( $V_{O_2}$  max) en banda Rodante  
**(Hombres)  $V_{O_2}mx = 60 - 0.55$  (edad)**  
**(Mujeres)  $V_{O_2}mx = 48 - 0.37$  (edad)**
- Consumo máximo de oxígeno en Cicloergómetro Calculo indirecto:  
 **$V_{O_2}mx = 200 + (12 \times W) / Kg.$  (Balke)**
- Frecuencia cardiaca. Formulas para estimar el calculo teórico de la frecuencia cardiaca máxima para la edad:  
 **$FC \text{ Máx.} = \underline{220 - edad}$  (Astrand) ó  $\underline{208 - 0.7 \times edad}$**
- Presión arterial: a partir de ésta se puede calcular la respuesta presórica teniendo en cuenta que:  
 **$RP = PA \text{ Sist. Máx.} - PA \text{ Sist. Reposo} / \# \text{ Mets} - 2$**   
Se considera como valor normal 5-10 mmHg por cada Met
- Volumen de  $CO_2$  producido ( $VC_{O_2}$ )
- Ventilación pulmonar
- Actividad eléctrica cardiaca (EKG)



- h) Doble producto: es un predictor indirecto del  $\dot{V}O_2$  miocárdico, ya que posee una correlación de 0.88 con el consumo mencionado.  
$$DP = FC_{max} * PAS_{max} / 100$$
- i) Sensación subjetiva de cansancio (Escala Borg)
- j) Gasto cardíaco, lactato en sangre, saturación arterial de oxígeno, concentraciones hormonales.

**Realización de la Prueba:** Se deberá elaborar una historia clínica cuidadosa y un examen físico completo a fin de determinar posibles contraindicaciones para la realización de la misma. Se procede entonces a colocar los electrodos y a la toma de la P A y el EKG en reposo. Siempre se debe explicar al paciente el procedimiento de la prueba a fin de evitar el posible estrés surgido del desconocimiento de la misma, indicándole que cualquier manifestación que sienta, deberá comunicarla al evaluador. Se recomienda la presencia de dos evaluadores, lo que permitirá que mientras uno de ellos vigila los monitores, el otro vigila las condiciones del evaluado. El protocolo más utilizado es el de Bruce, el cual consiste en el aumento gradual de la velocidad de la banda y la elevación también gradual de la pendiente de la misma conforme avanza la prueba; hasta que el sujeto sea incapaz de continuar o se niegue a ello. Cada una de las siete fases dura 3 min; los niveles de ejercicio comienzan con  $10^\circ$  de inclinación y 1.7 mph, para terminar con  $22^\circ$  y una velocidad de 6.5 mph.

### **Recolección de datos**

Se procederá entonces a obtener en reposo y luego cada 3 minutos durante la prueba, así como en la recuperación al primer, tercer y quinto minutos, los datos correspondientes a la:

- a) Frecuencia cardiaca
- b) Presión arterial

Durante el desarrollo de la prueba, se recogerá la información correspondiente a:

- c)  $\dot{V}O_2$
- d) METS
- e) Calorías minuto consumidas
- f) Calorías totales consumidas

Con base en esta información, construya gráficas para cada variable mostrando la relación de estas en función del tiempo o la carga de trabajo, y resuelva las siguientes preguntas:

- 1) ¿Que comentarios tiene usted con respecto a lo observado? ¿Están los cambios (si los hubo) acordes con lo reportado en la literatura? ¿Que comportamiento tuvo la FC, la TA, el  $\dot{V}O_2$ , los Mets, y las calorías? Analice esta información y sustente su observación.
- 2) Elabore una gráfica mostrando la relación entre FC vs  $\dot{V}O_2$ . Tuvo alguna relación el comportamiento de las dos variables durante la prueba? Justifique.



- 3) ¿La respuesta presórica obtenida fue normal? ¿Por qué?
- 4) ¿Qué porcentaje de la FC máx. alcanzó la persona evaluada? ¿Dichos valores permiten considerar la validez de la prueba? Justifique.
- 5) ¿Qué distancia recorrió el evaluado?
- 6) ¿En qué clase funcional se encuentra el evaluado?
- 7) Elabore una gráfica representando el resultado del evaluado con relación a la escala de percepción de esfuerzo de BORG y realice la respectiva interpretación. Compare y relacione el resultado de la misma con los valores correspondientes a FC y VO<sub>2</sub>.

**COSTO DE OXIGENO - ESTADO CLINICO**

CLASE FUNCIONAL	ESTADO CLÍNICO	COSTO DE O <sub>2</sub> ML/KG/MIN	METS	
I	SALUDABLE DEPENDIENDO DE LA EDAD Y ACTIVIDAD			
			56,0	16
			52,5	15
			49,0	14
			45,5	13
			42,0	12
			38,5	11
			35,0	10
			31,5	9
			28,0	8
II	SALUDABLE SEDENTARIO			
			24,5	7
			21,0	6
III	LIMITADO			
			17,5	5
			14,0	4
IV	SINTOMATICO			
			10,5	3
		7,0	2	
		3,5	1	

Tomado de las libro guías ACSM 7Ed.

**NOTA:** Los estudiantes deben previamente revisar el capítulo 26 PRUEBAS FUNCIONALES DE VALORACIÓN AERÓBICA, Fisiología del Ejercicio, J López Chicharro.