



GUIA PARA ACTIVIDAD CICLOERGOMETRÍA

OBJETIVO

Comprender y analizar los mecanismos fisiológicos compensatorios que se ponen en marcha durante el ejercicio.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identifica los cambios cardiovasculares que se ponen en marcha durante la actividad física.
- Identifica los cambios respiratorios y metabólicos compensatorios y reguladores de la homeostasis corporal incluyendo la regulación del equilibrio ácido- base.
- Correlaciona los cambios cardiovasculares con las alteraciones electrocardiograficas que suceden durante la actividad física.
- Identifica los cambios clínicos (Signos vitales) que suceden durante el ejercicio y los correlaciona con el incremento del metabolismo corporal.

Resultados de aprendizaje

El alumno comprende las adaptaciones metabólicas y cardiorrespiratorias que tienen lugar como respuesta a la realización de actividad física.

El alumno conoce algunas aplicaciones clínicas y contraindicaciones de una prueba de esfuerzo.

El alumno relaciona los cambios electrocardiográficos con el ciclo cardiaco y es capaz de dar una explicación a los cambios que se presentan en respuesta a la realización del esfuerzo físico.

Diagnóstico previo

¿Qué es un MET?

Describe el mecanismo de bomba de los músculos esqueléticos.

Describe la diferencia entre ejercicio isotónico e isométrico.

Define gasto cardíaco y mencione sus determinantes.

INTRODUCCION

La aptitud física hace referencia a todos los ajustes fisiológicos que se ponen en marcha para poder sobreponerse a un esfuerzo físico y el componente cardiovascular es uno de los sistemas fisiológicos más involucrados.

Para medir la respuesta cardiovascular al ejercicio se debe determinar a través del consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx) o prueba de capacidad aeróbica. Esta prueba determina la cantidad máxima de oxígeno que puede transportar la sangre hacia aquellos órganos activos durante el ejercicio. Esto se puede determinar a través del uso de pruebas



submáximas y medición de la frecuencia cardiaca durante dichas pruebas para determinar el VO_2 máx. Para ello se emplea el cicloergómetro.

Una ergometría no solo nos permite valorar la respuesta cardiovascular al esfuerzo, también evidenciar con fines diagnósticos, terapéuticos o pronósticos las manifestaciones que no se evidencian en reposo.

El tipo de ejercicio que se utiliza en la Ergometría es el dinámico (Isotónico) el cual determina una sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo y es más fisiológico que el ejercicio isométrico.

Durante el ejercicio incrementa la demanda de oxígeno de los músculos cardiaco y esquelético por lo que se ponen en marcha mecanismos fisiológicos para incrementar la oferta de oxígeno para proporcionar un aporte energético adecuado.

Los factores que contribuyen al consumo de oxígeno vienen dados por la fórmula de Fick:

$$VO_2 = Fc \times VS \times DavO_2$$

Donde:

VO_2 = consumo de oxígeno

Fc = Frecuencia cardiaca

VS = Volumen sistólico

$DavO_2$ = Diferencia arteriovenosa de Oxígeno.

RESPUESTA FISIOLÓGICA AL EJERCICIO

Como respuesta al ejercicio el sistema cardiovascular se adapta fundamentalmente con incrementos de la frecuencia cardiaca, de la PA, del volumen minuto y del VO_2 .

Frecuencia Cardiaca la cual se eleva inicialmente por disminución del tono parasimpático para incrementar aún más al aparecer el efecto del sistema simpático. Se eleva más con la cinta rodante que con la bicicleta ergométrica.

Presión arterial: La PA sistólica (PAS) se eleva inicialmente con el esfuerzo como resultado del incremento del gasto cardíaco paralelo al incremento de la carga. Con el esfuerzo exhaustivo puede producirse un descenso ligero de la PAS que es secundario a la vasodilatación cutánea regulada por el centro regulador para pérdida de calor.

El **GASTO CARDIACO** se incrementa secundario a la elevación de la frecuencia cardíaca y del volumen de expulsión.

CONSUMO DE OXÍGENO: En el momento en que se realiza un ejercicio dinámico, el consumo de oxígeno por los pulmones aumenta rápidamente. Conforme se incrementa la intensidad del ejercicio, incrementa de forma proporcional el consumo de oxígeno (VO_2) hasta que llega un punto en el cual aunque se incremente el esfuerzo, ya no se incrementa el consumo: Máximo consumo de oxígeno (VO_2 max) que se define como una meseta en el VO_2 . Este parámetro expresa la capacidad funcional de un individuo. El consumo de oxígeno de una persona en reposo, sentada y sana es de 3.5 ml/kg/min el cual es conocido como MET.



El **VO₂máx** varía con la edad, el sexo, hábitos de ejercicio, la herencia.

EDAD: Los valores más altos se obtienen entre los 15- 30 años. A los 60 años existirá 2/3 partes de lo que se tenía a la edad de 20 años. Con el sedentarismo hay una reducción del 9% por cada década de la vida y de 5% en personas activas.

SEXO: Hasta los 12- 16 años no hay diferencia pero a partir de esa edad, se reduce en mujeres secundario a menor masa muscular, hemoglobina, volumen sanguíneo y volumen sistólico comparado con los varones.

HABITOS DE EJERCICIO: Tiene una notable influencia ya que tras el reposo en cama por 3 semanas, se reduce en un 25% el VO₂ máx.

El **VO₂max promedio** en hombres jóvenes moderadamente activos es de 12 METS y en corredores de larga distancia puede alcanzar hasta 18- 24 METS.

FISIOPATOLOGIA DE LA ISQUEMIA MIOCARDICA

El aumento de la demanda de oxígeno en el miocardio por encima de lo que puede aportar la circulación coronaria, puede desencadenar isquemia que es la manifestación del desequilibrio entre la oferta y la demanda.

La **OFERTA** viene determinada por el flujo coronario el cual es determinado por la resistencia arterial de las coronarias y la presión diastólica o de perfusión coronaria.

La **DEMANDA** viene determinada por la frecuencia cardíaca, la capacidad contráctil del ventrículo izquierdo y la presión de la pared de dicha cavidad.

Un incremento de la demanda o disminución de la oferta, dará lugar a que se ponga en marcha la glucólisis anaerobia, produciendo acumulación de ácido láctico y disminución del pH, que producirá a su vez una acidosis metabólica que producirá una alteración en el transporte de calcio lo que se traduce inicialmente en una disminución de la relajación ventricular (disfunción diastólica) y posteriormente una disminución de la contractilidad ventricular (disfunción sistólica) y todos estos cambios la mayor parte de las veces tienen lugar en ausencia de sintomatología.

Las pruebas de esfuerzo fueron introducidas en la práctica clínica como un método de valoración, de la función cardíaca. Fue iniciada como una prueba simple de “los dos escalones” pero actualmente ya no es ocupada y sólo la bicicleta ergométrica o cicloergómetro o la cinta sin fin o tapiz rodante se emplean para realizar las pruebas de esfuerzo.

En la prueba de esfuerzo a través de cicloergómetro, el paciente pedalea contra una resistencia a un ritmo que se incrementa progresivamente hasta que se alcanzan los objetivos de la prueba (agotamiento físico, aparición de los síntomas, etc). El mayor inconveniente de esta prueba es que se precisa cierto grado de entrenamiento ya que frecuentemente se produce fatiga muscular precoz del cuádriceps por lo que el individuo



deja de pedalear antes de que se puedan obtener conclusiones. La ventaja de esta prueba es que son menos costosos, ocupa menor espacio y además son más silenciosos que los equipos de cinta rodante.

Ya se menciono anteriormente que la frecuencia cardíaca está en relación con el consumo de oxígeno (VO₂) y que ante lesiones obstructivas coronarias puede no satisfacerse la demanda de oxígeno cardíaco. Para poder obtener conclusiones a través de esta prueba, se necesita alcanzar una frecuencia cardiaca máxima y que arbitrariamente se calcula restando 220 menos la edad del paciente en años. El 85% de esta frecuencia cardíaca se llama frecuencia cardiaca sub- máxima y es el mínimo que se necesita para considerar que una prueba de esfuerzo es concluyente.

La prueba se realiza a través de protocolos que se componen de varias fases o estadios que generalmente duran de 2-3 minutos con progresivo incremento de la carga lo cual requiere un esfuerzo físico creciente y es el grado de esfuerzo más alto alcanzado el que se corresponde con la capacidad funcional del paciente como sucede en el protocolo de Bruce.

INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ESFUERZO

En esta se abarcan varios aspectos

- 1.- Diagnóstico de la existencia de isquemia miocárdica, bien por alteraciones electrocardiográficas o por la aparición de síntomas.
- 2.- Valoración de la capacidad funcional
- 3.- Estratificación pronóstica.

En la práctica clínica, uno de los protocolos mas usados para la determinación de la capacidad funcional es el protocolo de BRUCE.

Protocolo de BRUCE				
FASE	DURACIÓN (minutos)	VELOCIDAD (Km/h)	Pendiente %	METS
1	3	2.7	10	4.6
2	3	4	12	7
3	3	5.5	14	10.3
4	3	6.8	16	13.6
5	3	8.1	18	15
6	3	8.8	20	17
7	3	9.7	22	19.5



METS	ACTIVIDADES
1	Comer, vestirse, trabajar en un despacho
2	Ducharse, bajar 8 escalones
3	Pasear lentamente un par de calles sobre suelo plano o algunas actividades en casa como usar aspiradora, barrer el suelo, traer las compras.
4	Hacer trabajo de jardinería como rastrillar las hojas, usar una cortadora eléctrica, pintar o hacer trabajos ligeros de carpintería.
5	Caminar con rapidez (6-7 km/h), bailar o lavar el coche.
6	Jugar 9 hoyos de golf y llevar los palo, hacer trabajos intensos de jardinería, cortar el césped.
7	Realizar trabajo pesado de jardinería como cavar, mover tierra con una pala, mover 25- 30 kg.
8	Mover muebles pesados, correr, subir escaleras con rapidez, subir escaleras con 9- 10 kg.
9	Montar en bicicleta a ritmo moderado, tragar en una cuerda (despacio)
10	Nadar con energía, subir colina (cuesta) en bicicleta, caminar cuesta arriba energicamente y correr a 9-10 km/h.
11	Esquiar, jugar baloncesto.
12	Correr energética y antenidamente por terreno llano (12 km/h)
13	Hacer cualquier actividad competitiva, incluyendo las que requieren aceleraciones y desaceleraciones intermitentes, correr competitivamente, remar, excursiones.

DURANTE LA PRÁCTICA LOS OBJETIVOS SON:

- 1.- Predecir las capacidades máximas para desempeñar trabajo
- 2.- Estimar indirectamente el consumo de oxígeno (VO₂máx)

Equipo requerido:

- Cicloergometro
- Esfingomanometro digital
- Cronómetro
- Formatos de recolección de datos

METODOLOGIA

1.- Una clase antes de la prueba se le debe explicar al alumno el tipo de vestimenta que debe usar para la prueba, así como sugerencias en cuanto al consumo de alimentos y otras sustancias.

2.- Previo a la prueba el profesor debe delegar la función de cronometrista y anotador a los alumnos.



3.- El día de la prueba y antes de iniciar es importante que el profesor:

- Explique al alumno en que consiste la prueba.
- Lea la hoja de consentimiento informado al alumno y que esta sea firmada adecuadamente.
- Se debe registrar la edad del alumno, el peso y la talla
- Mantener en reposo al alumno por lo menos 3 minutos y posteriormente hacer una medición control de Tensión arterial y frecuencia cardiaca en reposo.

4.- PROCEDIMIENTO

- El sujeto debe colocarse cómodamente en el cicloergometro
- Colocaremos el cicloergometro con una resistencia de cero
- Se instruye al sujeto para pedalear sin resistencia por 3 minutos como calentamiento antes de la prueba.
- Se inicia la primera fase a una carga ergométrica de 0.5 kp (150 kpm/min) y se medirá la frecuencia cardíaca entre el minuto 2 y 3 de cada fase y la tensión arterial en los primeros 25 segundos del inicio del segundo minuto de cada fase. Se registrara la frecuencia cardiaca de forma continua a través del EKG.

5.- Se debe preguntar la percepción del esfuerzo al final de entre el minuto 2 y 3.

- Si las frecuencias cardiacas registradas durante el minuto 2 y 3 tienen una diferecia mayor de 5 latidos/min, se extendera la etapa un minuto más (y se toma de nuevo la frecuencia cardiaca) o hasta que se alcance un valor diferencial menor de 5 latidos por minuto.

Si se produce una frecuencia cardiaca de 110 o mayor durante la primera etapa, se utilizara dicho valor en la gráfica de VO_2 máx y sólo se necesitara de una etapa adicional más.

Según sea el valor de la frecuencia cardiaca obtenida en el último minuto de la primera etapa, sigue la dirección correspondiente que se ilustra en el diagrama para determinar la 2da carga/potencia ergométrica (véase DIAGRAMA METODOLÓGICO):

- Si es menor que 80 latidos/min., coloca la segunda carga ergométrica a 750 kpm/min (2.5 kp).
- Si se encuentra de 80 a 89 latidos/min., coloca la segunda potencia ergométrica a 600 kpm /min (2.0 kp).
- Si la frecuencia cardíaca es de 90 a 100, entonces aumenta la carga ergométrica a 450 kpm/min (1.5 kp).
- Si la frecuencia cardíaca es menor que 100 latidos/min., coloca la potencia ergométrica a 300 kpm/min



Es importante que se alcance como mínimo en la última etapa que realice el sujeto una frecuencia cardiaca de 150 lpm (esto asegura que la relación que obtengamos del valor de frecuencia cardiaca y VO_{2max} sea más precisa al llevar una relación lineal y mas estable)

De ser necesario se continuará la prueba a la etapa 3 y 4.

Es importante terminar la prueba cuando:

- Se alcance el 75- 85% de la frecuencia cardiaca máxima
- Se presenten signos y sintomas de respuesta inadecuada al ejercicio
- Se llegue a las etapas necesarias, 2 o más en donde se han alcanzado frecuencias que fluctúan entre 110- 150 lpm.

Durante el enfriamiento se baja a resistencia del cicloergometro a cero y el sujeto se puede detener si la frecuencia cardiaca es menor a 100 lpm.

INTERPRETACIÓN DE LA PRUEBA

Para determinar el consumo de oxígeno máximo (véase gráfica de PREDICCIÓN DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO):

- Marcar en la gráfica, la frecuencia cardíaca 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 (comunmente la segunda y tercera etapa).
 - Es muy importante que estas dos últimas frecuencias cardíacas seleccionadas se encuentren entre 110 y 150 latidos por minuto. El valor de la frecuencia cardiaca obtenida en la primera etapa de la prueba no se utiliza en esta gráfica, a menos que haya excedido los 110 latidos/min.
 - Se ha sugerido que se pueden emplear tres registros de frecuencia cardiaca. En estos casos, para estimar la capacidad aeróbica se traza una línea que mejor se acomode entre estos tres puntos marcados en la gráfica. No obstante, la realidad es que la diferencia entre el uso de dos, tres o más puntos no es significativa.
- Determina la frecuencia cardíaca máxima del sujeto, restando su edad de 220. Marca éste punto en la gráfica mediante el trazo de una línea horizontal a través de la gráfica desde éste valor.
- Traza una línea que intersecte los dos puntos previamente marcados y extiéndela hasta la línea de la frecuencia cardíaca máxima.
- Del punto donde se intersectan ambas líneas, baja una línea desde éste punto hasta la línea de base, y lee los valores máximos estimados, los cuales son: la carga/potencia ergométrica máxima y el consumo de oxígeno máximo.
- Calcula el consumo de oxígeno máximo por unidades de peso del cuerpo (VO_{2max} , ml/kg/min) a través de la siguiente fórmula:



$$VO_2\text{máx} \left(\frac{\text{ml}}{\text{kg} \cdot \text{min}} \right) = \frac{VO_2 \text{ máx} \left(\frac{\text{litros}}{\text{min}} \right) \times 1,000 \text{ ml/litros}}{\text{peso del sujeto}}$$

Ya con el resultado de la VO₂máx por peso, se estadificara al paciente de acuerdo a la Clasificación de la aptitud cardiorespiratoria de la AHA. (American Heart Association)

CLASIFICACION DE LA APTITUD CARDIORESPIRATORIA DE ACUERDO A LA AHA (VO ₂ máx - ml/Kg/min)					
Edad	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
HOMBRES					
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><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>					



**Departamento de Fisiología
Facultad de Medicina**



PREDICCIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

FECHA: ___/___/___
Día Mes Año

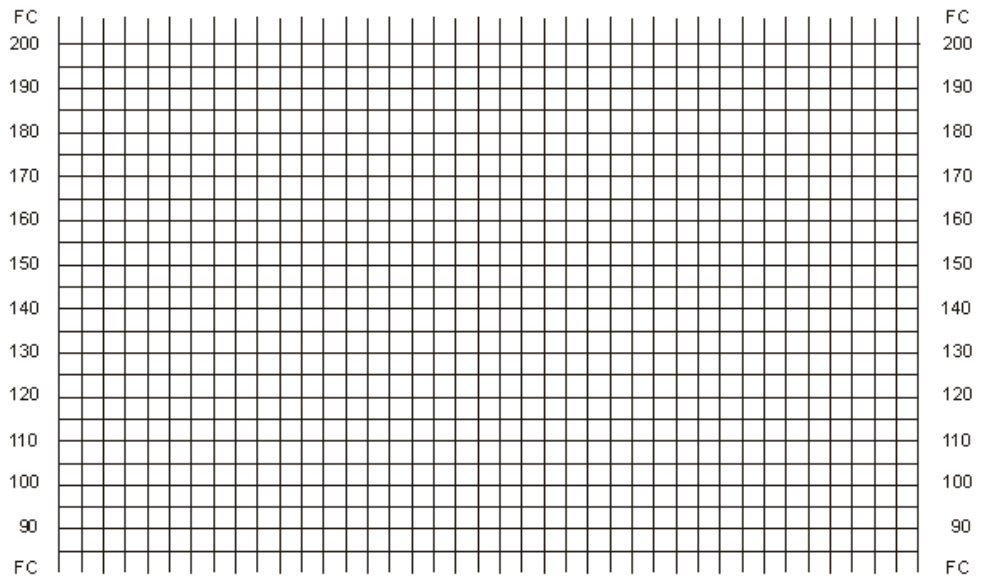
NOMBRE _____ EDAD _____ PESO _____ lb _____ kg ALTURA DEL ASIENTO _____

FC MAX ESTIMADA _____

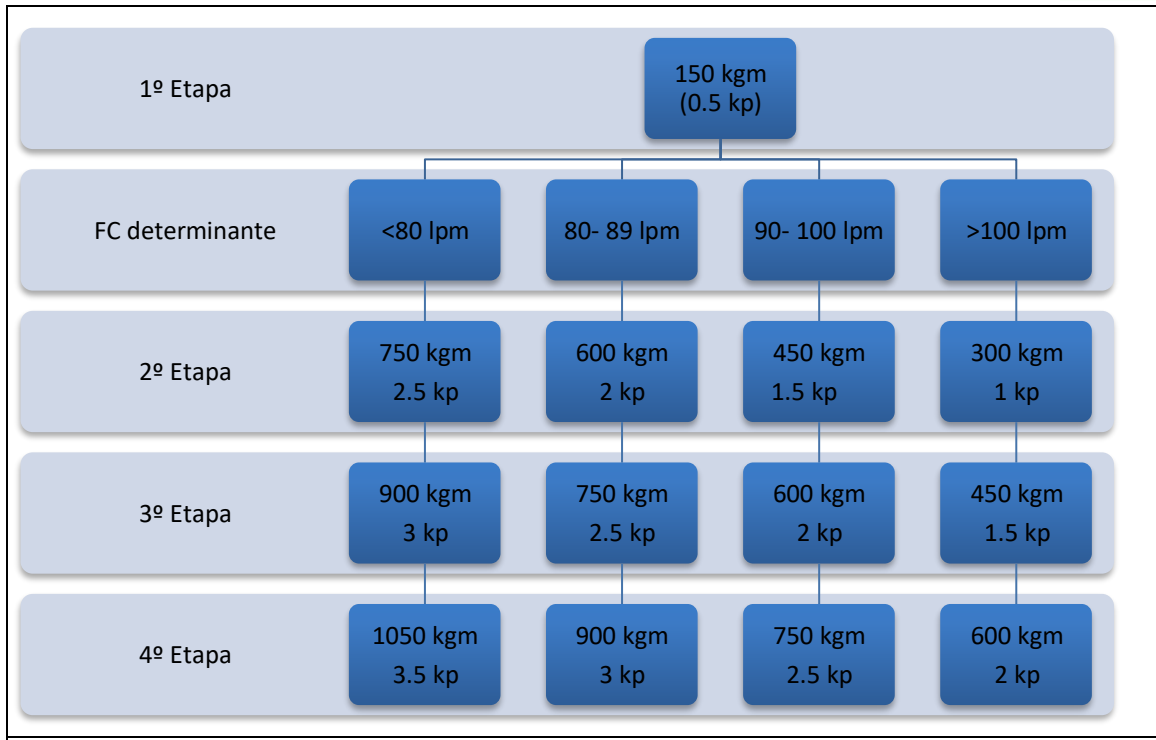
	FECHA	1ra CARGA FC	2da CARGA FC	3ra CARGA FC	CARGA MAX	O ₂ MAX (L/min)	O ₂ MAX (ml/kg/min)
PRUEBA 1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
PRUEBA 2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
PRUEBA 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

- 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 extiéndela 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)	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100
CONSUMO MAX O ₂	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.5	3.8	4.2	4.6	5.0
KCAL UTILIZADAS (kcal/min)	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	14.0	16.0	17.5	19.0	21.0	23.0	25.0
NIVEL MET APROX (32 lbs)	3.3	4.7	6.0	7.3	8.7	10.0	11.3	12.7	14.0	15.3	16.7	18.3	19.3	20.7
NIVEL MET APROX (176 lbs)	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0



- **NOTA:** Según sea el valor de la frecuencia cardíaca obtenida en el último minuto de la primera etapa, sigue la dirección correspondiente que se ilustra en el diagrama para determinar la 2da carga/potencia ergométrica:
 - Si es menor que 80 latidos/min., coloca la segunda carga ergométrica a 750 kpm/min (2.5 kp).
 - Si se encuentra de 80 a 89 latidos/min., coloca la segunda potencia ergométrica a 600 kpm/min (2.0 kp).
 - Si la frecuencia cardíaca es de 90 a 100, entonces aumenta la carga ergométrica a 450 kpm/min (1.5 kp).
 - Si la frecuencia cardíaca es menor que 100 latidos/min., coloca la potencia ergométrica a 300 kpm/min



HOJA DE REGISTRO DE LA PRACTICA

NOMBRE DEL ALUMNO: _____

EDAD: _____ años SEXO: _____ FECHA: ___/___/___ Hora: _____

PESO: _____ Kg TALLA: _____ cm

Frecuencia Crdica en reposo PIE: _____ lpm SENTADO: _____ lpm

TAS: _____ mmHg TAD: _____ mmHg

Frecuencia Cardiaca Máxima (220- edad): _____ 85%: _____ 75%: _____ 60%: _____

Etapa	Potencia Ergometrica (kpm/min)	Duración	Frecuencia Crdica (lpm)	Presión Arterial (mmHg)	Escala percepción del esfuerzo
1	150 kpm/min (0.5 kp)	2º min			
		3º min			
		4º min			
2	Kpm/min	2º min			
		3º min			
		4º min			
3	Kpm/min	2º min			
		3º min			
		4º min			
4	Kpm/min	2º min			
		3º min			
		4º min			
RECUPERACIÓN		2º min			
		4º min			
		6º min			
		8º min			



**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL
CICLOERGOMETRO**

Declaración para participantes:

A fin de evaluar la capacidad cardiorespiratoria y precedir mi capacidad funcional máxima, acepto voluntariamente a una prueba submáxima en el cicloergometro.

El procedimiento de la prueba a la cual me someteré será desempeñada en el cicloergometro a una carga ergometrica inicial de 150 kpm, después la carga será incrementada cada 3 minutos (o hasta que se alcance una frecuencia cardiaca constante) hasta que se completen 3 etapas o aparezcan síntomas o signos tales como fatiga, sensación de falta de aire o sensación rara en el pecho; esto indicara que me deo detener. Mi pulso y mi tensión 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 incluye 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. Antes de firmar puedes hacer cualquier pregunta.

Consentimiento:

Habiendo leído la declaración y haber tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta, doy mi consentimiento de proceder con la prueba submáxima en el cicloergómetro.

Fecha: ___/___/___ Hora: _____

Nombre y forma del Participante: _____

Nombre y firma del testigo: _____



INDICACIONES PARA DETERMINAR UNA PRUEBA

1.- SE LOGRO EL OBJETIVO DE LA PRUEBA

- Se alcanzó un límite prefijado de la frecuencia cardíaca máxima (ejemplo: 85% de la frecuencia cardíaca de reserva).
- El sujeto alcanzó su frecuencia cardíaca máxima prevista (220 - edad).
- Se llegó al consumo de oxígeno máximo.

2.- SIGNOS Y SINTOMAS DE INTOLERANCIA AL EJERCICIO

- Síntomas (lo que el sujeto experimenta):
 - Dolor anginal (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).
- Signos (lo que el observador puede ver y/o palpar):
 - 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 el pecho (piel de gallina).
 - Ataxia (pérdida de coordinación al ejercitarse).
 - Ojos brillantes y fijos en un punto.

3.- CAMBIOS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

- 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.
- Arritmias supraventriculares:
 - 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.
- Arritmias ventriculares:
 - Extrasístoles ventriculares frecuentes unifocales o multifocales, i.e., mayores de 30% de los latidos totales por minuto.
 - Bigeminismo o trigeminismo continuo de los extrasístoles ventriculares.
 - Dificultades en 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).

4.- 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.

5.- RESPUESTAS DE LA FRECUENCIA CARDIACA

- Frecuencia cardíaca que sobre pasa el 100% de la frecuencia cardíaca 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.

6.- RESPUESTAS RESPIRATORIAS

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

CONTRAINDICACIONES PARA REALIZAR UNA PRUEBA DE ESFUERZO

1.- 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 cardíacos agudos
- Angina inestable
- Arritmias cardíacas descontroladas provocando síntomas o que comprometen la función hemodinámica
- Estenosis aórtica severa sintomática
- Fallo cardíaco descontrolado sintomático
- Embolo pulmonar agudo o infarto pulmonar
- Miocarditis o pericarditis aguda
- Infecciones agudas

2.- RELATIVAS

- Estenosis de la arteria coronaria principal izquierda.
- Estenosis valvular moderada.
- Anormalidades electrolíticas conocidas (hipokalemia, hipomagnesemia).
- Hipertensión arterial severa (i.e, 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, musculo-esqueléticos, o reumatoides que son empeoradas con el ejercicio.
- Alto grado de bloqueo atrioventricular (e.g., Bloqueo A-V de tercer grado)
- Aneurisma ventricular.
- Enfermedades metabólicas descontroladas (ejemplos: diabetes sacarina, tirotoxicosis, o mixedema).
- Enfermedades infecto-contagiosas crónicas (ejemplos: mononucleosis, hepatitis, SIDA).



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

- 1.- Estar en un reposo absoluto al menos 30 minutos antes de la prueba
- 2.- Abstenerse de no fumar al menos 2 horas y media antes de la prueba
- 3.- No consumir grandes cantidades de comida, no ingerir café o bebidas que contenga cafeína por lo menos 2 hora y media antes de la prueba y por lo menos una hora después de esta.
- 4.- No tome bebidas alcohólicas durante 24 horas previas a la prueba
- 5.- No realizar actividad física vigorosa dos horas antes de la prueba
- 6.- El día de la prueba debe estar libre de enfermedad, sintoma agudo o peligroso o fiebre, de lo contrario no se debe realizar la prueba
- 7.- Si la prueba es por la mañana, se debe comer dos horas y media antes de la prueba y que la comida sea ligera y se debe evitar el consumo de grasas y lácteos o sus derivados.
- 8.- Si la prueba es por la tarde se debe comer 3 horas y media antes de la prueba y que sea un alimento ligero.
- 9.- Usar ropa deportiva para realizar la prueba

Resultados

Se deberá entregar un reporte de práctica donde se discutan los mecanismos fisiológicos que se ponen en marcha durante la actividad física y como repercuten clinicamente manifestado en los cambios en las constantes vitales (frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial, temperatura)

Referencias:

1. Guyton, A. C. y Hall, J. E. Tratado de Fisiología Médica. 13a Ed. Barcelona, España. Editorial Elsevier Saunders, 2016.
2. Ganong WF. Fisiología Médica. Mc Graw Hill - Lange, 25ª Edición 2016.
3. Boron W. y Boulpaep, E. Medical Physiology, 3a Ed., Philadelphia, Editorial Elsevier-Saunders, 2017
4. Katch McArdle Katch, Fisiología del Ejercicio: Fundamentos, 4a edición, Editorial Médica Panamericana, 2015
5. Ross, y Cols. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association". Circulation. 2016