



## USO, OPERACION Y CALIBRACION DEL CICLOERGOMETRO MECANICO MONARK: "MONARK ERGOMETER MODEL 818E"

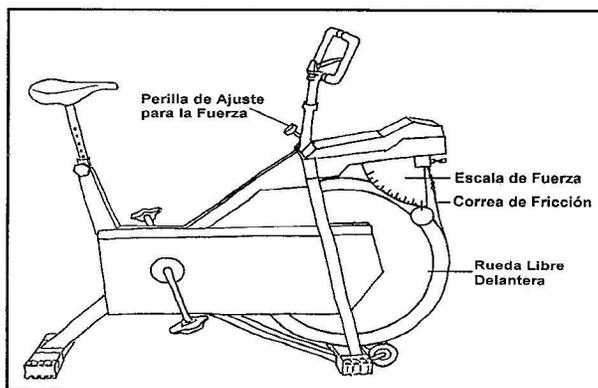


Prof. Edgar Lopategui Corsino  
M.A., Fisiología del Ejercicio

### INTRODUCCION

La *ergometría* mide el trabajo y potencia generada por un individuo durante una prueba de esfuerzo físico efectuada con un *ergómetro*. Literalmente, la ergometría mide trabajo ("ergo" = trabajo, "metría"= medida) y potencia (trabajo en función del tiempo transcurrido). En adición a la medida de trabajo y potencia, se evalúan otras variables de naturaleza cardiorespiratorias (e.g., frecuencia cardíaca, presión arterial, ventilación pulmonar, entre otras), hematológicas/sanguíneas (e.g., lactato) y metabólicas (e.g., consumo de oxígeno) con el fin de evaluar la capacidad de un individuo para llevar a cabo trabajo físico. Durante estas pruebas ergométricas se pueden utilizar diversos tipos de *ergómetros*, a saber: la banda sinfín, el *cicloergómetro* (o veloergómetro) (véase *Figura 1*), el escalón, remoergómetro, entre otros.

El cicloergómetro *Monark, Modelo 818E*, es una bicicleta mecánica estacionaria especial empleada particularmente para evaluar las capacidades funcionales de un individuo, con fines diagnósticos o investigativos. Este sistema se compone de un mecanismo de freno, el cual le provee la resistencia al aparato. La resistencia generada se puede expresar en dos unidades de medida principales, a saber: *Newton* (N) o *Kilopondio* (Kp). La potencia de la resistencia que produce el mecanismo de freno se puede determinar mediante *vatios* ("watts") o kilopondiosmetro por minuto ( $\text{kpm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) a dos cadencias diferentes de pedaleo, 50 y 60 revoluciones por minuto, respectivamente.



**Figura 1.** Cicloergómetro Mecánico

Como resultado de estas medidas de potencia ergométrica, se puede estimar el costo energético empleado por el sujeto durante un tiempo dado. Las unidades de medida comunes utilizadas para expresar el costo energético son el *kilo-julio* (kJ) o *kilocalorías* (kcal).

Este modelo (818E) se encuentra también equipado con un dispositivo electrónico digital que exhibe la velocidad del pedaleo en la bicicleta, expresado en kilómetros por hora (km/hr), la distancia total cubierta en km, y las revoluciones por minuto del pedaleo (rpm) y la duración/tiempo.

Durante la prueba ergométrica, el sujeto le aplica a la rueda delantera del cicloergómetro cierta cantidad de *energía cinética*. Esta energía se distribuye a través de una correa de freno (el mecanismo de resistencia) aplicada en el perímetro del aro de esta rueda. La potencia generada con esta resistencia de freno se pueda cambiar al emplear otra velocidad de pedaleo o al aumentar o disminuir la tensión de la correa de freno que se aplica contra el aro de la rueda mediante una perilla o rueda manual de ajuste.

El cicloergómetro Monark permite el ajuste de la altura del asiente. Esto es importante, puesto que puede afectar la validez de la prueba. Durante la evaluación del sujeto en este aparato, se debe ajustar la altura del asiente a una posición cómoda, en la cual el pie del sujeto se encuentre exactamente sobre el eje del pedal y con el pedal, al éste encontrarse en su posición máa baja. Además, las rodillas solo deben estar ligeramente flexionadas.

El manubrio de este aparato puede ser ajustado para la comodidad de cada sujeto

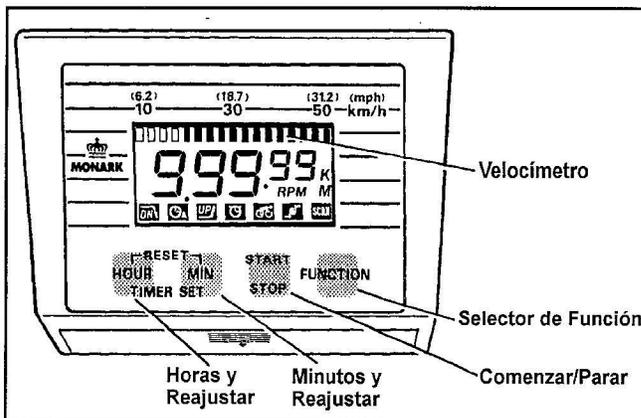


Figura 2. Dispositivo Electrónico-Digital

## OPERACION

### ESPECIFICACIONES DE LA PANTALLA ELECTRONICA DIGITAL (Véase Figura 2)

La pantalla electrónica posee las siguientes especificaciones:

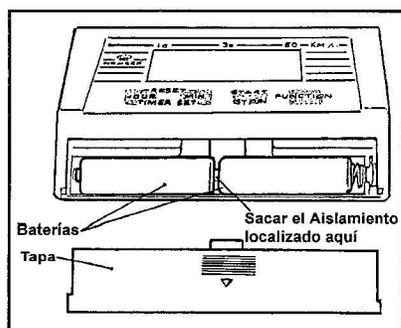
Revoluciones del pedaleo	: 0.5-200 revoluciones/minutos
Velocidad	: 10-50 km/hora ó 6.2-31.2 mph alternativamente
Viaje	: 0.00-1999.99 km o millas alternadamente
Tiempo "conteo ascendente"	: 0.00.00-11.59.59
Tiempo "conteo regresivo"	: 11.59.00-0.00.00
Zumbador	: Provee entre otras cosas señales repetidas durante 20 segundos después de finalizar el tiempo programado.

Es importante que el usuario evite exponer el dispositivo digital ante luz solar directa o a temperaturas extremadamente altas. Para limpiar la pantalla electrónica, simplemente utilice un trapo seco. Nunca emplee disolventes.

Desde la fábrica, las baterías de este dispositivo electrónico se hallan aisladas. Para que se activen, hay que remover el aislador localizados entre las baterías. Si se han almacenado por mucho tiempo las baterías, éstas no podrá generar suficiente energía requerida para el funcionamiento efectivo de la pantalla electrónica digital.

### REMOCION DEL MATERIAL AISLANTE Y REEMPLAZO DE LAS BATERIAS (Véase Figuras 3, 4, y 5)

Remueva la tapa deslizante del dispositivo electrónico según se ilustra en la **Figura 3** y saque el material aislante o reemplace las baterías, 2 ea 1.5 V,  $\varnothing$ 14.5 x 50mm (LR6), nuestro artículo No 2141.



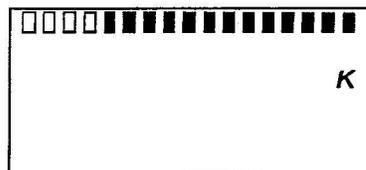
**Figura 3.** Remoción de las Baterías.

Inmediatamente, luego de haber montado las baterías o eliminado el aislante, el panel digital exhibirá números del 0 al 9 y simultáneamente se habrán de iluminar todos los lotes digitales comenzando desde la parte izquierda. Se escuchará un zumbido que se mantendrá hasta que se cambie la registración (lectura en el panel digital), según se ilustra en la **Figura 4**



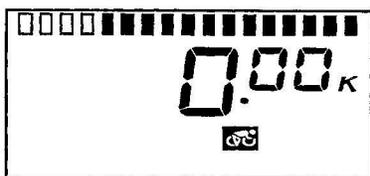
**Figura 4.** Registración Inicial luego de Reemplazar las Baterías o Remover su Material Aislante

Para seleccionar una distancia en kilómetros (K) o millas (M), primero presione el botón de "Función" y luego escoja "K" ó "M" al presionar el botón de "Start/Stop". La **Figura 5** ilustra la lectura en "K".



**Figura 5.** Ajuste inicial de la Distancia en Kilómetros (K)

Luego de haber presionado el botón de “**Función**”, el dispositivo electrónico estará listo para utilizarse. Comience presionando el botón de “**Función**”. Presione este botón tantas veces como sea necesario hasta que se obtenga una registración en el panel digital según se ilustra en la **Figura 6**.

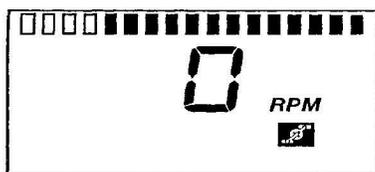


**Figura 6.** Registración (Lectura) obtenida luego de presionar varias veces el botón de “Función”

De ser necesario reajustar la lectura digital a cero, presione simultáneamente ambos botones bajo el rótulo de “**Reset**” (véase **Figura 2**)

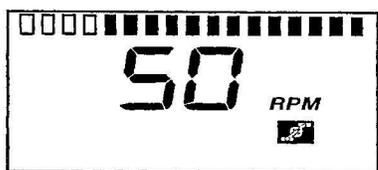
En el panel digital, la distancia puede ser calculada en kilómetros, “**K**” (véase **Figura 6**) o en millas, “**M**”. La selección de distancia en kilómetros o millas puede llevarse a cabo únicamente cuando el circuito de baterías se desconecte, por ejemplo, cuando se reemplacen las baterías. Note! La acumulación de distancia se habrá de reajustar a cero al mismo tiempo.

Presione el botón de “**Función**” tantas veces como sea necesario para obtener la registración de “**RPM**” (revoluciones por minuto), según se ilustra en la **Figura 7**.



**Figura 7.** Función para Registrar las “RPM”

Si usted planifica ejercitarse a una potencia ergométrica de 50 vatios y a una velocidad de pedaleo de 50 revoluciones/minuto, entonces deberá comenzar asegurándose de que alcance la velocidad de pedaleo correcta, i.e., 50 RPM. Véase **Figura 8**.



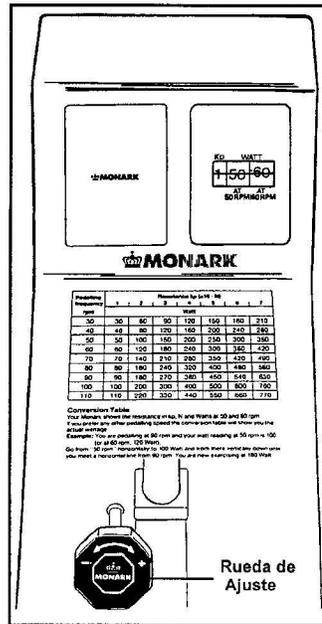
**Figura 8.** Registración de 50 RPM

Gire la perilla de ajuste para la carga (o potencia ergométrica) hasta que se obtenga una lectura de 50 vatios en la escala de 50 RPM. Véase **Figura 9**

Presione el botón de “**Función**” tantas veces como sea necesario para obtener la registración de la **Figura 10**.



**Figura 10.** Función para Registrar el Tiempo para el Conteo Regresivo del Ejercicio.



**Figura 9.** Ajuste de la Potencia Ergométrica o Carga a 50 RPM, empleando la Perilla (o Rueda) de Ajuste

**CONTEO REGRESIVO PARA LA DURACION (TIEMPO) DEL EJERCICIO (Véase Figuras 11, 12, y 13)**

Para preajustar el tiempo del ejercicio (véase **Figura 11**), presione los botones de horas y minutos (un botón a la vez).



**Figura 11.** Preajuste en Conteo Regresivo para Tiempo del Ejercicio

Al presionar el botón de “Start/Stop” se inicia el conteo regresivo con 1 segundo a la vez, a la misma vez que el símbolo del reloj comienza a iluminarse intermitentemente (véase **Figura 12**)



**Figura 12.** Comienzo del Coteo Regresivo para el Ejercicio luego de Presionar el Botón de “Start/Stop”

Luego de haber terminado el tiempo del ejercicio se observará la lectura de “UP” en el panel digital según se ilustra en la **Figura 13**, y el zumbador emitirá señales durante 20 segundos.



**Figura 13.** Lectura observada luego de haber Terminado el Tiempo del Ejercicio

Para reajustar la lectura del panel digital según se ilustra en la Figura 10, presione simultáneamente ambos botones de “Reset” (véase *Figura 2*).

#### CONTEO ASCENDENTE PARA LA DURACION (TIEMPO) DEL EJERCICIO (Véase Figuras 14, 15, y 16)

Presione el botón de “Función” para obtener la registración según se observa en la *Figura 14*.



**Figura 14.** Función para Registrar el Tiempo para el Conteo Ascendente del Ejercicio.

Para reajustar la lectura digital a cero, presione simultáneamente ambos botones bajo el rótulo “Reset” (véase *Figura 2*).

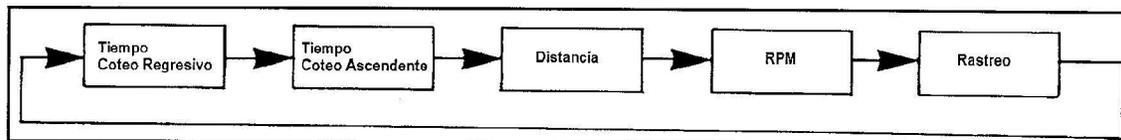
Al presionar el botón de “Start/Stop” se inicia el conteo ascendente con 1 segundo a la vez, a la misma vez que el símbolo del reloj comienza a iluminarse intermitentemente (véase *Figura 15*).



**Figura 15.** Comienzo del Coteo Ascendente para el Ejercicio luego de Presionar el Botón de “Start/Stop”

Presione el botón de “Start/Stop” después de haber terminado el tiempo del ejercicio. Para reajustar la lectura del panel digital según se ilustra en la Figura 14, presione simultáneamente ambos botones de “Reset” (véase *Figura 2*).

Presione el botón de “Función” tantas veces como sea necesario para obtener la registración digital de “Scan” ubicada en el extremo derecho del panel electrónico (véase *Figura 4*). En estos momentos habrá un cambio automático entre las funciones según el orden que se ilustra en la *Figura 16*.



**Figura 16.** Orden a Seguir en el Cambio Automático de Funciones durante la Registración de “Scan”.

Por medio de la **Tabla 1** (que se ilustra abajo), usted podrá estimar su gasto energético en kilocalorías (kcal). Si la potencia ergométrica fue ajustada a 50 vatios y el ejercicio ha tenido una duración de una hora con quince minutos (75 minutos), usted podrá leer su gasto energético según se observa en las flechas de la Tabla 1. En este caso, su consumo fue de 375 kcal.

**Tabla 1**

Estimación del Costo Energético (kcal) de la Prueba  
a Base de la Duración del Ejercicio y su Potencia Ergométrica

GASTO CALÓRICO							
TIEMPO MIN	VATIOS						
	50	100	150	200	250	300	350
5	25	40	55	70	85	100	115
10	50	80	110	140	170	200	230
15	75	120	165	210	255	300	345
20	100	160	220	280	340	400	460
25	125	200	275	350	425	500	575
30	150	240	330	420	510	600	690
35	175	280	385	490	595	700	805
40	200	320	440	560	680	800	920
45	225	360	495	630	765	900	1035
50	250	400	550	700	850	1000	1150
55	275	440	605	770	935	1100	1265
60	300	480	660	840	1020	1200	1380
65	325	520	715	910	1105	1300	1495
70	350	560	770	980	1190	1400	1610
75	375	600	825	1050	1275	1500	1725
80	400	640	880	1120	1360	1600	1840
85	425	680	935	1190	1445	1700	1955
90	450	720	990	1260	1530	1800	2070

Para determinar la potencia ergométrica de las pruebas, favor de leer las instrucciones a continuación.

La tabla de conversión, la cual se encuentra en el panel delantero del cicloergómetro (véase **Figura 9**) muestran la conversión en vatios que no sean las velocidades de 50 y 60 rpm, respectivamente. El proceso de conversión se lleva a cabo según el siguiente ejemplo:

Seleccione su potencia ergométrica entre 50 y 350 vatios en la escala de 50 rpm, a la misma vez que usted pedalee con este número de revoluciones.

Supongamos que usted ha seleccionado 150 vatios como su potencia ergométrica. Si usted ahora aumenta la velocidad de pedaleo a 100 rpm, la tabla deberá leerse como sigue:

Comience desde la línea (fila) de 50 rpm y continúe hasta los 150 vatios y luego a la línea (fila) de 100 rpm. Usted puede observar que la potencia ergométrica resultante (para 100 rpm) es de 300 vatios. Observe las flechas en la **Tabla 2**.

Table 2

Tabla de Conversión para Determinar la Potencia Ergométrica (en Vatios )  
a la Velocidad de Pedaleo (RPM) Deseada

rpm	Kp						
	1	2	3	4	5	6	7
	Vatios						
30	30	60	90	120	150	180	210
40	40	80	120	160	200	240	280
50	50	100	150	200	250	300	350
60	60	120	180	240	300	360	420
70	70	140	210	280	350	420	490
80	80	160	240	320	400	480	560
90	90	180	270	360	450	540	630
100	100	200	300	400	500	600	700
110	110	220	330	440	550	660	770

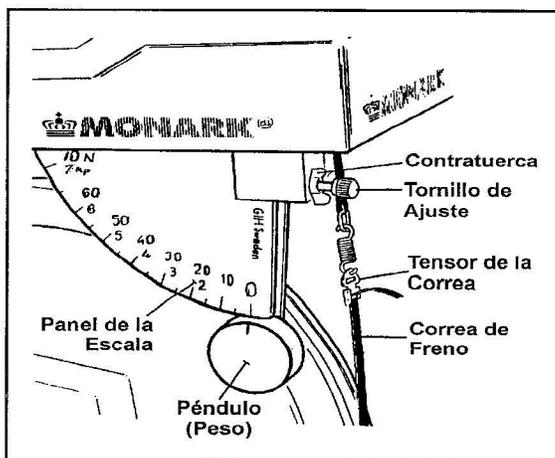
Selección del vatio en la escala correspondiente a 50 rpm

Selección del número de revoluciones

## CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

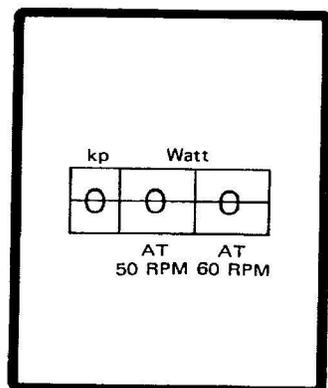
### AJUSTE A CERO DEL PANEL O ESCALA DE FUERZA (Véase Figuras 17, 18, y 19)

Remueva el cordón de transporte ubicado en el péndulo y coteje que éste cuelgue verticalmente. Si se requieren ajustes, primero afloje la *contratuercas* y luego cambie la posición del *tornillo de ajuste*, de manera que el *panel/escala de fuerza* se encuentre alineado en "0" con la línea roja vertical localizada en la *pesa del péndulo*. Apriete la *contratuercas* luego de este ajuste. Véase *Figura 17*.



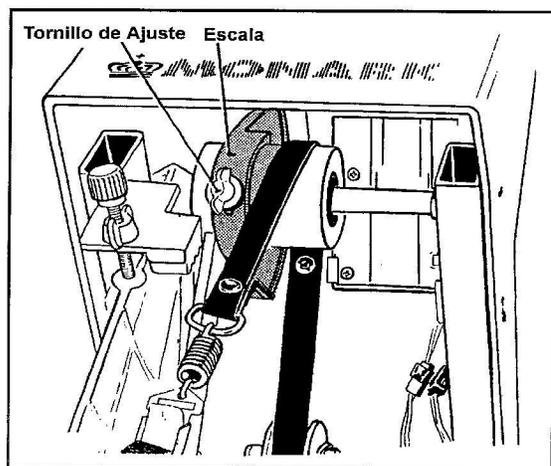
**Figura 17.** Calibración en Cero de la Escala de Fuerza con la Pesa del Péndulo.

Coteje al mismo tiempo que la escala para los vatios y kilopondios se encuentren alineados en "0" con el índice que se muestra en la *escala de exhibición* (ubicada en el panel frontal del cicloergómetro). Véase *Figura 18*



**Figura 18.** Alineamiento en Cero ("0") de los Kilopondios y Vatios en la Escala de Exhibición.

De ser necesario, la posición de la *escala de fuerza* puede ser ajustada después que se halla aflojado el tornillo de ajuste. Véase *Figura 19*. Apriete el tornillo firmemente después del ajuste.

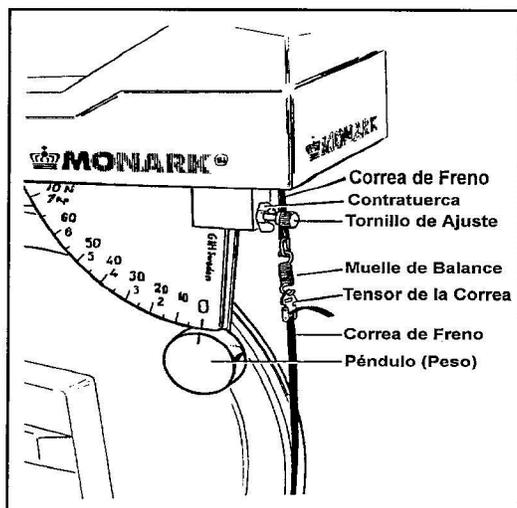


**Figura 19.** Ajuste de la Escala de Fuerza a Cero ("0") mediante el Tornillo de Ajuste.

### CALIBRACION DE LA PESA DEL PENDULO (Véase Figuras 20, 21, y 22)

La calibración se debe llevar a cabo cuando por primera vez se receiba la máquina y luego cada una o dos veces al año. Comunmente se calibra el cicloergómetro antes de llevar a cabo una prueba ergométrica. Para poder calibrar la pesa del péndulo del cicloergómetro Monark, siga los siguientes pasos:

1. Afloje el *muelle de balance* de la *correa de freno*. Véase *Figura 20*

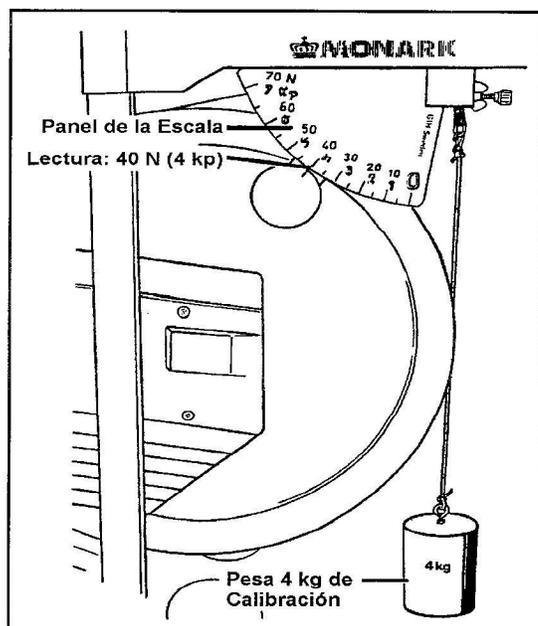


**Figura 20.** Componentes principales del Cicloergómetro Monark 818E Necesarios para calibrar el peso del Péndulo.

2. Coteje que se encuentre alineado en cero ("0") el *panel de fuerza* con la línea roja ubicada en la *pesa del péndulo* y con la escala de exhibición, respectivamente.

3. Realice los ajustes necesarios en caso de estar descalibrado. Véase las *Figuras 17, 18 y 19*.

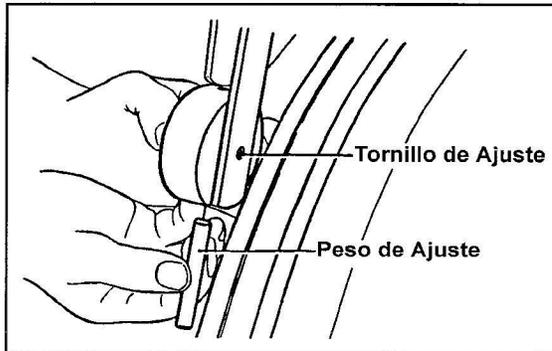
4. Amarre un peso conocido, e.g., 4 kg (nuestra referencia No. 9000-211) donde se coloca el muelle de balance. Véase *Figura 21*. Nota: El peso no debe ser menor de 3 kilogramos (kg), debido a la posibilidad de una precisión inferior.



**Figura 21.** Calibración del Peso del Péndulo Empleando un Peso Conocido de 4 kg Adherido a la Correa de Freno.

5. Cuando se coloque correctamente, se debe leer este peso (4 kg) del lugar correspondiente en la escala de fuerza (4 kp). Véase **Figura 21**.

6. De haber una desviación, será necesario ajustar el péndulo con el peso correcto en la escala mediante el ajuste de su peso. Para poder cambiar la posición del **peso de ajuste**, afloja el tornillo del peso. Véase **Figura 22**.

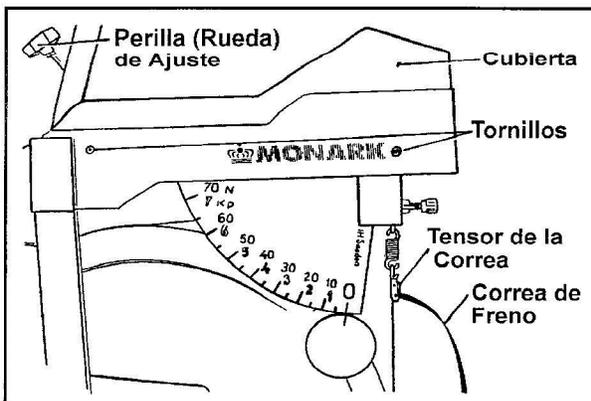


**Figura 22.** Ajuste del Peso del Péndulo para su Calibración con la Escala de Fuerza del Cicloergómetro

7. De estar el índice del **peso del péndulo** muy abajo, mueva el **peso de ajuste** hacia arriba (dentro del peso). De estar el índice del **peso del péndulo** muy arriba, mueva el **peso de ajuste** hacia abajo (fuera del peso). Este procedimiento se repite hasta que se alcance la lectura correcta. Una vez coincida el índice de la **escala de fuerza** con el **peso del péndulo**, apriete su tornillo de ajuste.

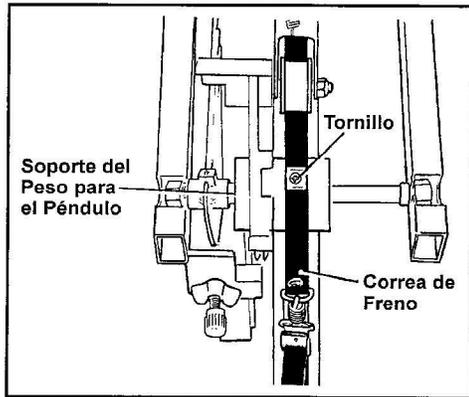
### REEPLAZO DE LA CORREA DE FRENO (Véase Figuras 23, y 24)

Afloje la **correa de freno**, sacándola del **tensor de la correa**. Véase **Figura 23**. Remueva la **perilla de ajuste** al destornillarla en contra de las manecillas del reloj. Véase **Figura 23**. Afloje los cuatro (4) de la curbierta. Véase **Figura 23**.



**Figura 23.** Componentes del Cicloergómetro Involucrados en el Proceso de Reemplazar la Correa de Freno.

Remueva la cubierta, de manera que se puedan aflojar los tornillos que fijan la banda de freno. Véase **Figura 24**. Reemplace la correa y ensamble de nuevo las otras partes en orden inverso según las instrucciones arriba descritas.



**Figura 24.** Ubicación de los Tornillos que fijan la Correa al Soporte del Péndulo

## REFERENCIAS

Astrand, P.-O. Work tests with the Bicycle Ergometer. Varberg, Sweden: Monark Exercise AB. 35 pp.

Golding, L. A., Myers, C. R., & Sinning, W. E. (Eds.). (1989). Y's Ways to Physical Fitness: The Complete Guide to Fitness testing and Instruction. (pp. 97-95) (3<sup>rd</sup>. Ed.) Champaign, IL: YMCA of the USA..

Peters, J. S. (1985). The Indoor Bicycling Fitness Program: A Complete Guide to Equipment and Exercise. (pp. 41-99). New York: McGraw-Hill Book Company.

Instruction Manual: Monark Ergometer Model 818E. (2<sup>nd</sup> ed.). Varberg, Sweden: Monark Exercise AB. 26 pp.

Sining, W. E. (1975). Experiments and Demonstrations in Exercise Physiology. Philadelphia: W. B. Saunders.