



Fisiología de la Actividad Física
Facultad de Medicina
Universidad de Granada

PRÁCTICA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

*Grupo EFFECTS-262**

Evaluación Funcional y Fisiología del Ejercicio.

Ciencia y Tecnología para la Salud 262

*Miembros del grupo EFFECTS-262 que han participado en la redacción de este libro de prácticas:

ÁNGEL GUTIÉRREZ SÁINZ, MANUEL J CASTILLO GARZÓN, MAGDALENA
CUENCA GARCIA, ALBERTO SORIANO MALDONADO, LIDIA ROMERO
GALLARDO



ÍNDICE

I. PRÁCTICA Nº 1:

- Test de la escalera
- Test de Bosco
- Test de tiempo reacción
- Propiocepción

II. PRÁCTICA Nº2

- Test de Bruce
- Test de Sjöstrand o capacidad de trabajo físico a 170 ppm (del inglés, Physical Work Capacity a 170 ppm (PWC₁₇₀))
- Test del doble producto o Index Systolic Tension time (ISTT)
- ¿Cómo descargar los datos del pulsómetro al ordenador?
- Utilización de la plataforma vibratoria: indicaciones y contra indicaciones.



I. PRÁCTICA N° 1:

- Test de la escalera
- Test de Bosco
- Test de tiempo reacción
- Propiocepción

**TEST DE LA ESCALERA (COORDINACIÓN ÓCULO-PÉDICA)**

Propósito	Evaluar la coordinación óculo pédica.
Relación con salud	La coordinación es una cualidad física muy relacionada con la salud, dado que capacita para realizar cualquier tipo de actividad física de una forma rítmica y fluida preservando la integridad física. Una persona con problemas de coordinación puede tener trastornos neurológicos de diversa índole, y esta cualidad es fácilmente evaluable mediante un sencillo test.
Material	Escalera (ladder) de 20 bandas y 9 metros de largo, con una separación entre bandas de 40 cm. Cronómetro.
Descripción de test	El sujeto se coloca justo detrás de la 1ª banda sin tocarla, y a la señal sale a máxima velocidad hacia el extremo opuesto. Deberá realizar un apoyo en cada espacio de separación entre bandas sin tocar dichas bandas. El cronómetro se detiene al pasar la última banda.
Resultados	Registrar el tiempo empleado en finalizar el test en segundos. Los resultados se comparan con los valores de referencia, que aparecen en la siguiente imagen, para determinar si la coordinación óculo-pédica es adecuada.
Valores de referencia	

4

	HOMBRES	MUJERES
ALTO	<3''	<4''
NORMAL	3'' a 4''	4'' a 5''
BAJO	>4''	>5''

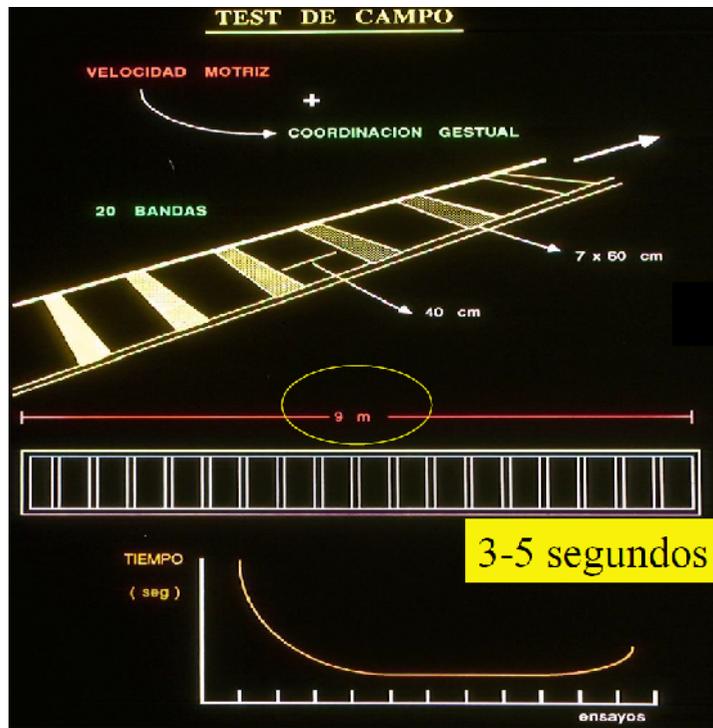
Hoja de registro

					HOMBRES	MUJERES
				ALTO	<3''	<4''
INTENTO	1	2	3	NORMAL	3 a 4''	4'' a 5''
Segundos				BAJO	>4''	>5''

Nota: Elegir el mejor de los 4 intentos.



Representación gráfica:





TEST DE BOSCO

Propósito	Evaluación de la fuerza explosiva de los músculos extensores de las piernas, la energía elástica, la coordinación y el porcentaje de participación de las fibras lentas o rápidas
Relación con salud	La fuerza, se presenta como un predictor de salud e índice definitorio de la condición física. Si ésta no se mantiene a través de entrenamiento se produce un deterioro funcional a medida que aumenta la edad. Además un buen tono muscular en el tren inferior está directamente relacionado con una reducción en el número de caídas y de fracturas óseas, al igual que la otra cualidad que podemos evaluar con este test, la coordinación; pues mantener un buen nivel de ésta nos ayudará a regular el estímulo e inhibición de los grupos musculares de forma armónica, logrando así un movimiento fluido y natural.
Material:	Bosco Ergojump System. El instrumento de medida consiste en un temporizador digital conectado por un cable a dos barras de infrarrojos. El temporizador se activa por los pies del sujeto en el momento de la liberación de la plataforma y se detiene en el momento del contacto.
Descripción de test	<p>Realizar tres intentos para cada modalidad de salto, eligiendo el mejor de cada uno de ellos. Las modalidades son:</p> <ul style="list-style-type: none">- SQUAT JUMP (SJ) O SALTO A 90°: Salto vertical sin contramovimiento, partiendo de una posición de inmovilidad con rodillas flexionadas a 90°, tronco erguido y manos en las caderas. Evitar cualquier contramovimiento en flexión de la rodilla. El tiempo de vuelo y la altura del salto sirven para evaluar la fuerza explosiva de los músculos extensores de la rodilla. La altura alcanzada en el salto indica el porcentaje de participación de las fibras lentas o rápidas.- COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ) O SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO: Partiendo de una posición inicial erguida y con las manos en las caderas, realizar una flexión de rodillas hasta un ángulo de 90°, seguida de su extensión rápida. Para una alta aportación de fuerza elástica, el tiempo transcurrido entre la contracción excéntrica y la concéntrica debe ser corto.- ABLAKOV JUMP (ABA) O SALTO CON AYUDA DE BRAZOS: La ejecución es análoga a la del CMJ, aunque se permite al sujeto emplear los brazos, dejando así el tronco libre para permitir una mejor coordinación.

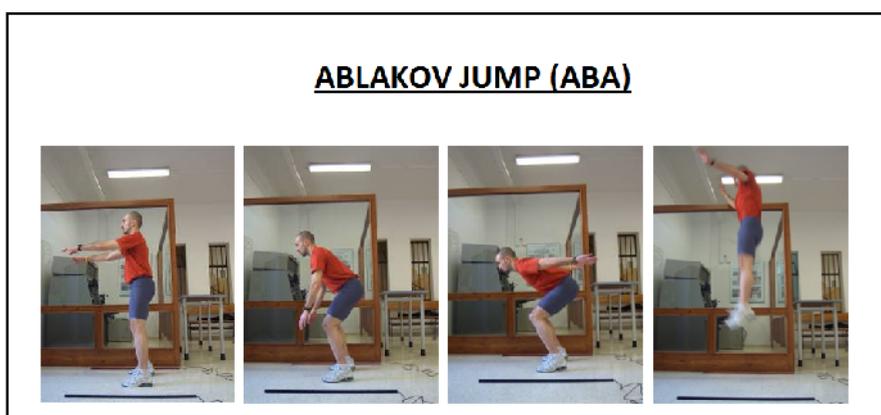
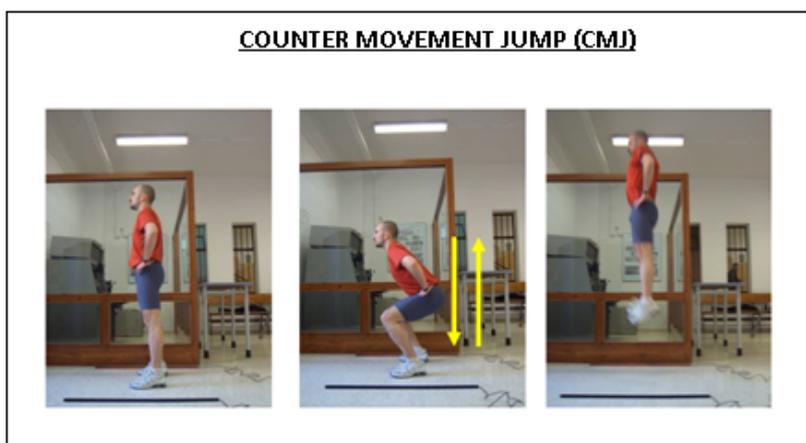
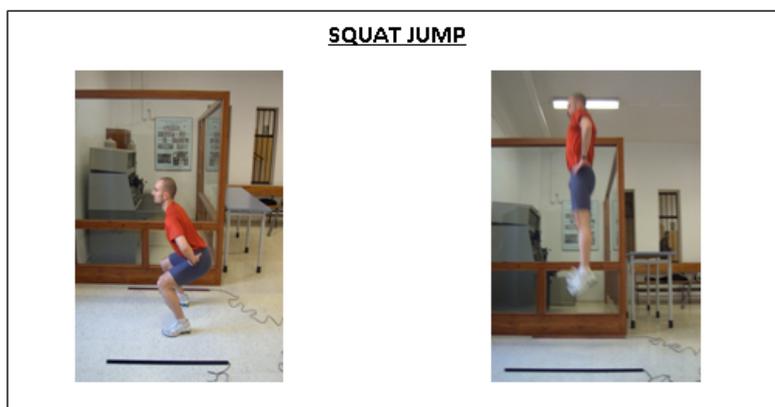
Resultados

El resultado de la altura que se ha alcanzado en el salto, expresada en centímetros. Elegimos el mejor intento para cada uno de los saltos realizados (SJ, CMJ y ABK) y aplicamos las siguientes fórmulas:

1. **Energía elástica:** CMJ – SJ
2. **Coordinación:** ABK – CMJ
3. **Fuerza explosiva:** SJ

7

Representación gráfica





Hoja de registro:

PRÁCTICA FISIOLÓGIA DEL EJERCICIO

<i>Nombre:</i>		Edad
----------------	--	------

FUERZA EXPLOSIVA de EEII: TEST DE BOSCO

Tres intentos, nos quedamos con el mejor.

TEST DE BOSCO

	1 ^{er} Intento	2 ^o Intento	3 ^{er} Intento
SQUAT JUMP: SJ			
CONTRAMOV J: CMJ			
ABALAKOV			

Tomamos el mejor intento y calculamos		cm	x peso en kg	Kgm
FUERZA MUSCULAR	SJ			
COMPONENTE ELÁSTICO	CMJ - SJ			
COOMPONENTE COORDINATIVO	ABALAKOV - CMJ			

% DE FIBRAS FT (II)	
----------------------------	--



TEST DE TIEMPO DE REACCIÓN

El primer estudio realizado sobre tiempo de reacción fue desarrollado por Donders en 1868. A partir de estos estudios, Donders estableció los estadios de procesamiento cerebral, que son los siguientes:

- Tiempo de reacción simple (TRs), consistente en un solo estímulo con una respuesta asignada a dicho estímulo.
- Tiempo de reacción discriminativo (TRd), que se basa en varios estímulos con una respuesta asignada a sólo uno de ellos.
- Tiempo de reacción de elección (TRe), que consiste en varios estímulos con respuestas asignadas a cada uno de ellos.

Esto implica que cuanto mayor complejidad de procesamiento, más aumenta el tiempo de reacción, es decir, cuanto más compleja sea una tarea discriminativa, más tiempo se necesita para emitir una respuesta.

Propósito Evaluar tiempo de reacción simple (TRs) y tiempo de reacción discriminativo (TRd).

Relación con salud El tiempo de reacción es de vital importancia en acciones de la vida cotidiana, como por ejemplo, la conducción (Orellana, 2009).

Material Sistema de Registro Whole Body Reaction Time II.

Descripción de test Evaluación del TRs:

- El evaluador se coloca frente al panel de control dispuesto a aplicar los estímulos visuales o auditivos al sujeto a evaluar, de acuerdo con unos parámetros temporales pre-establecidos (ver tabla 1 : Parámetros temporales para los protocolos de TRs y TRd)
- El sujeto se sienta frente al panel de mandos, preparado para el estímulo que se va a producir (12 estímulos en total).
- En el momento en que se produce la señal luminosa o sonora el sujeto debe pulsar el botón lo antes posible para detener el cronómetro. Un 2º evaluador tomará el tiempo que el sujeto ha empleado en esta acción.
- Al final de las 12 repeticiones, se realiza la media aritmética, despreciando el valor más alto y el más bajo para dicha operación.

Evaluación del TRd:

- El evaluador se coloca frente al panel de control dispuesto a aplicar los estímulos visuales al sujeto a evaluar, de acuerdo con unos parámetros pre-establecidos (ver tabla 1). Dichos



estímulos son una señal luminosa de diferentes colores (roja, amarilla o azul).

- El sujeto se sienta frente al panel de mandos, preparado para el estímulo visual que se va a producir (12 estímulos en total).
- En el momento en que aparece la señal luminosa, el sujeto debe pulsar el botón correspondiente a dicha señal lo antes posible para detener el cronómetro. Un 2º evaluador tomará el tiempo que el sujeto ha empleado en esta acción.
- Al final de las 12 repeticiones, se realiza la media aritmética, despreciando el valor más alto y el más bajo para dicha operación.

10

Resultados

Realizar los 12 intentos establecidos en cada protocolo, finalmente se eliminará el mejor y peor intento y se calculará la media aritmética, expresada en milisegundos (mseg).

Hoja de registro

TRs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X

TRd	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X

TRs: tiempo de reacción simple TRd: tiempo de reacción discriminativo

OBSEVACIONES:

Tabla 1: Parámetros temporales para los protocolos de TRs y TRd

	TRs			TRd	
1	B	2		R	4''
2	B	4		Y	3
3	B	4		B	4
4	B	2		R	2
5	B	4		R	3
6	B	3		B	4
7	B	2		Y	4
8	B	4		B	2
9	B	3		R	3
10	B	2		Y	2
11	B	3		B	3
12	B	2		Y	4



PROPIOCEPCIÓN

La propiocepción es un aspecto relacionado con la Actividad Física, Fisioterapia, Rehabilitación, y con el Entrenamiento deportivo, ya que engloba la coordinación intra e inter-muscular, los reflejos posturales, el equilibrio, etc.

11

Todas las personas tenemos unos mecanorreceptores especializados en las articulaciones, músculos y tendones, denominados propioceptores. Dichos son sensibles a variaciones de presión y tensión, generadas por cambios posturales o de posición espacial de los segmentos (Harris, R. T. & Dudley, G. (2007)). Al detectar esta información propioceptiva, los receptores comunican a estructuras progresivamente superiores del SN, a fin de que la persona sea capaz de emitir una respuesta que preserve la integridad de las estructuras implicadas.

Existen una serie de elementos para el entrenamiento de estos receptores propioceptivos, con el fin de mejorar el equilibrio, la coordinación intra e inter-muscular, la respuesta ante variaciones de la posición espacial, etc. La función de estos elementos ya mencionados, es producir desequilibrios en el sistema músculo-esquelético, de forma que los propioceptores trabajen para ajustar la postura y mantener el equilibrio en situaciones de inestabilidad. De esta forma se desarrollan una serie de mecanismos anticipatorios o respuestas pre-programadas, que son modificadas con la experiencia y mejoradas con la práctica.

Este tipo de trabajo se realiza mucho en lesiones articulares, tanto del cartílago como de la cápsula (Vega, J. A. (1999)), así como medio de prevención para numerosas lesiones del aparato locomotor.

A continuación se muestran algunos de los medios de entrenamiento más utilizados actualmente en los ámbitos anteriormente mencionados.



B.O.S.U. balance trainer



Mueble para bosu



Reebok core board



Trim disc



Balance disc



Discos



Balance pad



Powerball



Materiales de foam



Fitball roller





II. PRÁCTICA N°2

- Test de Bruce
- Test de Sjöstrand o Capacidad de trabajo físico a 170 ppm (del inglés, Physical Work Capacity a 170 ppm (PWC₁₇₀))
- Test del doble producto o Index Systolic Tension time (ISTT)
- ¿Cómo descargar los datos del pulsómetro al ordenador?
- Utilización de la plataforma vibratoria: indicaciones y contra indicaciones.



TEST DE BRUCE

Propósito	Estimar la respuesta cardiovascular al esfuerzo físico mediante una prueba progresiva y submáxima.
Relación con salud	El consumo de máximo de oxígeno (VO_{2max}) es el predictor más potente de riesgo de muerte por todas las causas y especialmente por enfermedad cardiovascular, tanto en personas con historial cardiopatológico como en personas sanas, y ello tanto en hombres como en mujeres de diferentes edades. Niveles altos de capacidad aeróbica están asociados con una salud cardiovascular.
Material	Tapiz rodante para desarrollar el protocolo de Bruce, máscara facial para analizar gases, electrodos torácicos para monitorización del electrocardiograma (ECG) y manguito braquial para control de la presión arterial (PA).
Descripción de test	Es una prueba submáxima realizada en tapiz rodante, que consiste en ir aumentando la velocidad y la pendiente por escalones (ej.: cada 3', ver siguiente tabla), prevaleciendo el factor pendiente sobre velocidad.

Etapa	Duración (Minutos)	Tiempo total (Minutos)	Velocidad (mph - km/hr)	Inclinación (%)
1	3	3	1,7 - 2,7	10
2	3	6	2,5 - 4,0	12
3	3	9	3,4 - 5,4	14
4	3	12	4,2 - 6,7	16
5	3	15	5,0 - 8,0	18

Instrucciones: Se prepara el paciente colocándole la máscara facial, los electrodos torácicos y un manguito braquial. Observaciones más importantes durante la prueba:

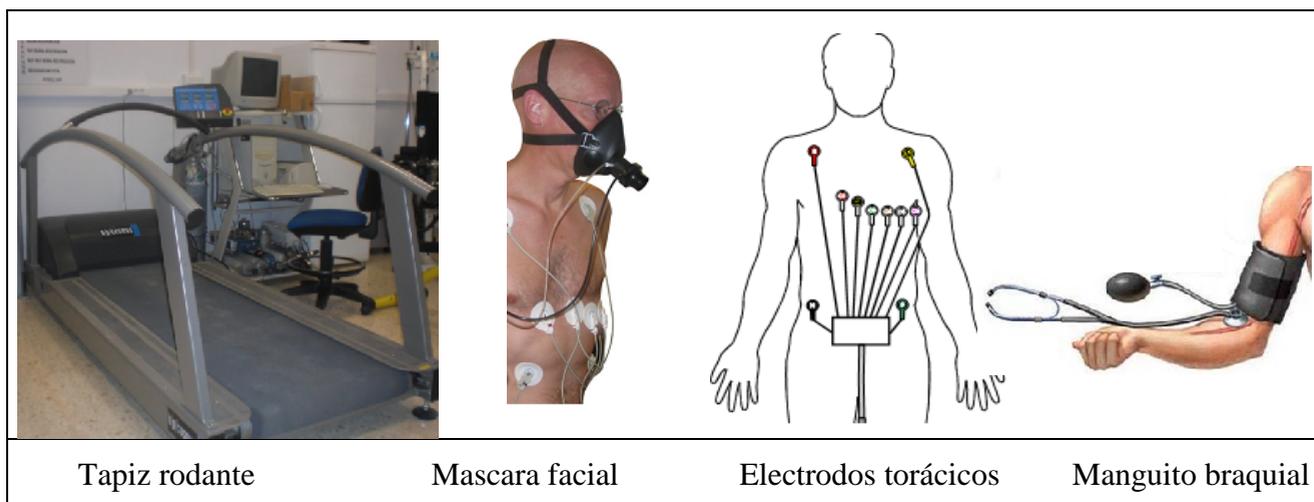
- Adaptación constante al esfuerzo en cada etapa: parámetros respiratorios, metabólicos y ventilatorios ($V'O_2$, $V'CO_2$, cociente respiratorio (RER: $V'O_2/V'CO_2$) y ventilación minuto ($V'E$)).
- ECG: aparición de alteraciones isquémicas, arritmias y bloqueos.
- Progresión de la frecuencia cardíaca y PA.
- Síntomas asociados al esfuerzo: fatiga, dolor, disnea, etc.

Resultados

La estimación de la capacidad aeróbica (VO_{2max}) se basa en el sexo, edad, la frecuencia cardiaca y la intensidad de esfuerzo realizado durante la prueba. La comparación con los valores de referencia nos informará de la capacidad aeróbica del paciente.

Representación gráfica

15



Tapiz rodante

Mascara facial

Electrodo torácicos

Manguito braquial

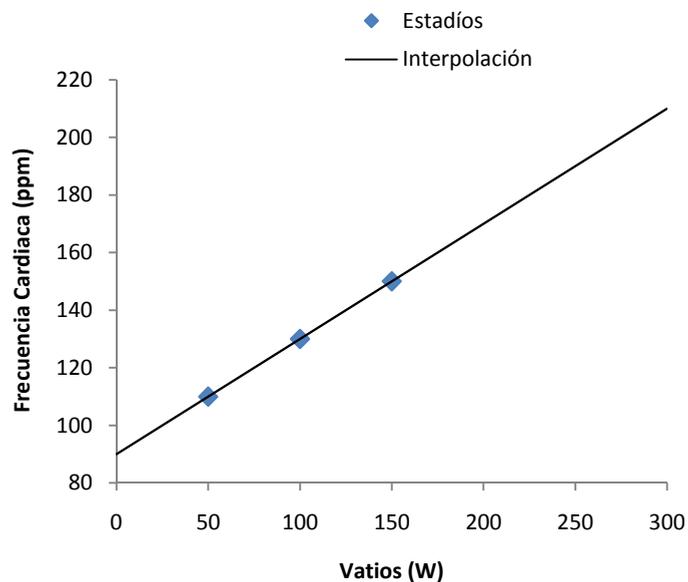
Valores de referencia

CAPACIDAD AERÓBICA: VO_{2max} (ml/kg/min)									
HOMBRES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio		Alto		Muy alto
18	24	< 35	36	39	40	49	50	60	> 61
25	34	< 30	31	34	35	44	45	55	> 56
35	44	< 25	26	29	30	39	40	50	> 51
45	54	< 20	21	24	25	34	35	45	> 46
55	64	< 15	16	19	20	29	30	40	> 41
65	100	< 10	11	14	15	24	25	35	> 35
MUJERES (años)		Muy bajo	Bajo		Medio		Alto		Muy alto
18	24	< 25	26	29	30	39	40	45	> 46
25	34	< 25	26	29	30	34	35	45	> 46
35	44	< 25	26	29	30	34	35	40	> 41
45	54	< 20	21	24	25	29	30	35	> 36
55	64	< 10	14	14	15	19	20	25	> 26
65	100	< 7	8	11	12	16	17	21	> 22



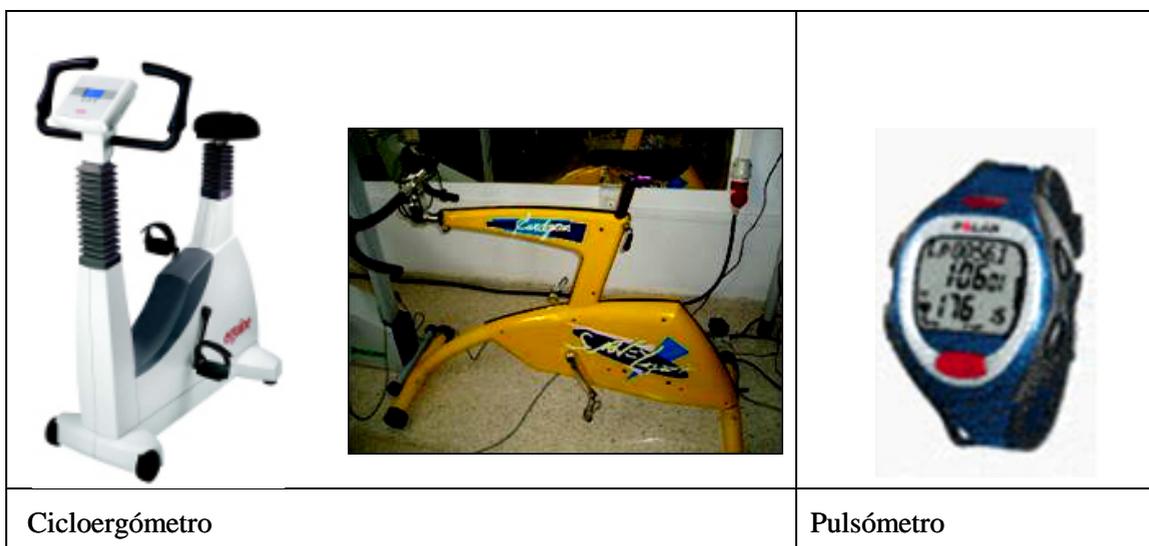
TEST DE SJÖSTRAND O CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO A 170 PPM (DEL INGLÉS, PHYSICAL WORK CAPACITY A 170 PPM (PWC₁₇₀)).

Propósito	Estimar la capacidad física de trabajo a una frecuencia cardiaca de 170 ppm mediante una prueba progresiva y submáxima basada en la relación lineal entre la frecuencia cardiaca y la potencia o carga de trabajo.
Relación con salud	Niveles altos de capacidad aeróbica están asociados con una salud cardiovascular. La práctica sistemática de ejercicio y a intensidad adecuada producirá mejoras en el estado de forma física. Conocer la capacidad de trabajo (potencia medida en vatios) a diferentes frecuencias cardiacas ayuda a programar un eficiente entrenamiento.
Material	Cicloergómetro, cronómetro y pulsómetro.
Descripción de test	<p>Es una prueba progresiva, escalonada, continua, submáxima, con cargas de 2-5 min de duración, de forma que se alcance una frecuencia cardiaca estable en cada estadio.</p> <p>Instrucciones: La carga inicial de trabajo debe ajustarse a las características del paciente: edad, sexo, peso y nivel de entrenamiento. La prueba debe constar como mínimo de tres estadios. La carga inicial deberá comprender entre 0.5-1 w/kg y, los incrementos en cicloergómetro oscilar entre 25 y 50 w.</p>
Resultados	En cada estadio tendremos una frecuencia cardiaca estable característica, con esos tres puntos se obtiene gráficamente la relación entre potencia y frecuencia cardiaca (ver gráfica 1). Permitiendo la interpolación de potencias a niveles de frecuencia cardiaca determinados (110, 130 y 150 ppm). Esto permite conocer la capacidad de rendimiento a esas determinadas frecuencia cardiaca (PWC 110, PWC 130 y PWC 150, así como a PWC 170 u otras mediante la interpolación). Además, a partir de esa potencia máxima (al conocer la FC máxima: $208 - (0.7 \times \text{edad})$) podremos estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$ conociendo que 12 ml de O_2 se consumen por cada vatio de carga: 12 ml O_2/w.



Gráfica 1: Ilustra el resultado del test PWC_{170} en tres cargas de trabajo diferentes (50, 100 y 150 W) y frecuencia cardíaca en cada carga, así como la interpolación a mayores cargas de trabajo.

Representación gráfica (material a emplear en la práctica)



TEST DEL DOBLE PRODUCTO O INDEX SISTOLIC TENSION TIME (ISTT)

- Propósito** Determinar el consumo miocárdico de oxígeno producto tras un esfuerzo.
- Relación con salud** Un parámetro a valorar durante el ejercicio es el doble producto que nos expresa el consumo miocárdico de oxígeno, es decir el gasto energético que le supone al corazón un ejercicio físico a una determinada intensidad. Normalmente, a mayor doble producto máximo alcanzado en sujeto, mayor capacidad de rendimiento cardíaco al ejercicio.
- Material** Un cajón de altura estándar (medida: 45x30x22cm), un tensiómetro, un pulsómetro y un metrónomo.
- Descripción de test** El paciente debe subir y bajar el cajón durante 3 minutos a un ritmo impuesto de 24 subidas y bajadas por minuto. Al finalizar se toma la frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial sistólica (TAS).
- Resultados** Los resultados obtenidos serán consecuencia de multiplicar la FC por la TAS obtenidas justo al terminar la prueba, obteniendo como resultado el doble producto o ISTT, que tendremos que comparar con los valores de referencia mostrados a continuación.

Valores de referencia

VALORES NORMATIVOS	
EXCELENTE	< 14.000
NORMAL	14.000 - 19.000
REGULAR	19.0 - 22.000
INAPTO	>22.000

Representación gráfica





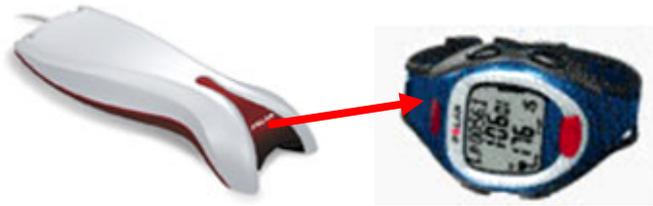
Hoja de registro

ISTT= FC x TAS	
ISTT: _____ x _____ = _____ ; FC Recuperación 1': _____	

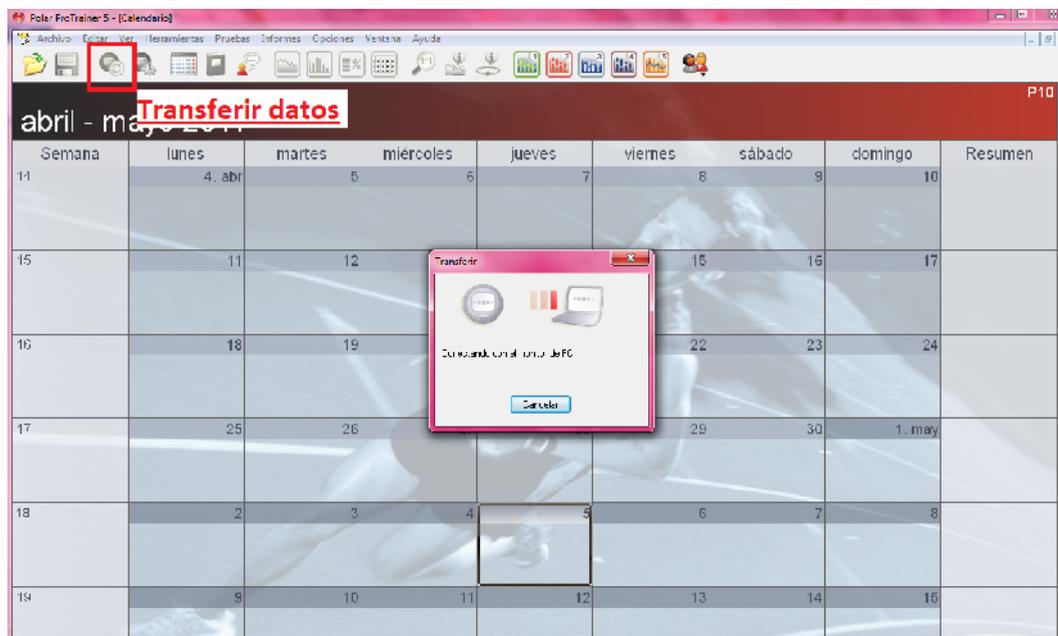
¿CÓMO DESCARGAR LOS DATOS DEL PULSÓMETRO AL ORDENADOR?

1. Iniciar el Software Polar.
2. Conectar el interfaz o USB de infrarrojos al puerto USB del ordenador.
3. Pulsar el botón inferior izquierdo en el pulsómetro (reloj) hasta encontrar la opción **CONNECT**.
4. Enfrentar la ventana de infrarrojos del pulsómetro con el interfaz o USB de infrarrojos a una distancia aproximada de 10-15 centímetros.

20



5. Con el software abierto, pulsar el icono **transferir datos**. A continuación aparecerá la siguiente pantalla:



6. El receptor cargará la información de forma automática.
7. Descargados los datos, aparecerán almacenados en el calendario de Software Polar, coincidiendo con el día de registro. Para analizar los datos, hacer doble clic sobre el día de registro seleccionado. A continuación aparecerá la siguiente ventana. Hacer doble clic sobre la gráfica o en abrir documento.



Agenda de entrenamiento domingo, 05 de diciembre de 2010

Información del día Ejercicio 1

General

Nombre: BasicUse

Deporte: Carreras

Recuperación: Normal

Hora de inicio: 11:10:31

Distancia: 0,0 km

Energía: 340 kcal

FC medio: 142 bpm

Ranking: ☆☆☆☆☆

Nota del ejercicio:

Copiar esta nota en los comentarios del e

No mostrar este ejercicio en los informes

No incluir en el recuento de sesiones

Tiempo del ejercicio en zonas de FC

Zona	Porcentaje	Tiempo
5	12 %	0:05:45
4	46 %	0:21:25
3	19 %	0:08:45
2	17 %	0:07:59
1	6 %	0:02:35
0	0 %	0:00:10

Total: 0:46:39

Información adjunta de la FC

Vel. grab.: 5 s

Aceptar Cancelar Ayuda

8. Una vez abierto el registro de datos, el Software Polar ofrece multitud de opciones para analizar y estudiar el registro de la frecuencia cardiaca durante la sesión de entrenamiento.





REFERENCIAS

- Bertau, P (1982): *Medecine du sport: Electrocardiographie du sportif*. Editorial Masson: París
- Bosco C. P Luhtanen, Komi PV (1983): Un método simple de medición de la potencia mecánica en el salto. *Revista Europea de Fisiología Aplicada* num 50, pp. 273-282
- Donders, F. C. (1868) On the speed of mental processes. Traducido por W. C. Koster, 1969. *Acta Psychologica*, 30, 412-431.
- Harris, R. T. & Dudley, G. (2007) Anatomía Neuromuscular y adaptaciones al entrenamiento. En: Baechle, T. R. & Earle R. (Eds) W. *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico* (pp. 15-24). Editorial Médica Panamericana: Madrid.
- López, J. y Fernández, A (2006): *Fisiología del Ejercicio*. Editorial: Panamericana.
- Mirella, R. (2002). Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- Orellana, A. (2009) Valoración del tiempo de reacción simple y discriminativo como determinante de la respuesta neuromotriz. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Terreros, J.L., Navas, F.J., Gómez-Carramiñana, M.A. y Argonés, M.T. (2003): *Valoración Funcional: Aplicaciones al entrenamiento Deportivo*. Editorial Gymnos: Madrid
- Vega, J. A. (1999) Propioceptores articulares y musculares. *Biomecánica*, VII, 13 (79-93).