

Artículo original

## **VALORACIÓN DE LA POTENCIA MUSCULAR EN MARATONISTAS MEDIANTE UNA PRUEBA DE ERGOSALTO Y SALTO VERTICAL**

## **EVALUATION OF MUSCULAR POTENCY IN MARATHONISTS ERGOJUMP'S TEST AND VERTICAL JUMP.**

**Adalberto Corrales Gil <sup>1</sup>, Rolando Borges Mojaiber <sup>2</sup>, Irdenia Reyes Janeiro <sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> Especialista Primer Grado en Medicina Deportiva. Profesor Asistente

<sup>2</sup> MCs Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Especialista Primer Grado en Medicina Deportiva. [rdborges@infomed.sld.cu](mailto:rdborges@infomed.sld.cu)

<sup>3</sup> Licenciada en Enfermería.

### **RESUMEN**

Se realizó un estudio prospectivo experimental de corte transversal, a siete corredores de maratón del equipo nacional de Cuba, del sexo masculino, durante el inicio del mesociclo de Preparación Física Especial del año 2001, para determinar si se realizó una buena preparación de la fuerza y resistencia a la fuerza durante la Preparación Física General y que aportara como se encontraba el desarrollo neuromuscular con relación a esta capacidad física. Para lo cual se realizó una prueba de Ergosalto de 60 segundos y de salto vertical con y sin ayuda de los brazos en el departamento de Cineantropometría del Instituto Nacional de Medicina del deporte de Cuba, encontrándose cuatro corredores con problemas en la potencia anaerobia aláctica y láctica, así como en la fuerza explosiva y elástica, lo que representa más del 50% de la muestra en estudio. También se determinó deficiencias en la coordinación entre los miembros superiores e inferiores en tres atletas, todo lo cual traduce una insuficiente preparación de la fuerza durante el mesociclo de preparación física general y por consiguiente una mala dosificación de las cargas de entrenamiento.

**Palabras Claves:** Maratonistas, potencias, test neuromuscular.

## **ABSTRACT**

A prospective and experimental study of traverse court to seven corridors of marathon of the national team of Cuba was developed in Athlete of the masculine sex, during the mesociclo of Special Physical Preparation to 2001, to determine if one carries out a good preparation of the force and resistance to the force during the General Physical Preparation and that it contributed like he met the development neurologist muscular with relationship to this physical capacity. For that which was carried out a test of Ergojump of 60 seconds and of vertical jump with and without help of the arms in the department of Cineantropometry of the National Institute of Medicine of the sport of Cuba, meeting four corridors with problems in the power anaerobic alactic and lactic, as well as in the explosive and elastic force, what represents but of 50% of the sample in study. You also to determine deficiencies in the coordination among the member superior and inferior in three athletes, all that which translates an insufficient preparation of the force during the mesociclo of General Physical Preparation and consequently a bad dosage of the loads of training.

**Key words:** Marathon, powers, test neuromuscular.

## **INTRODUCCIÓN**

La evolución del hombre y la necesidad de trasladarse obligó a realizar la carrera como medio de transporte que posteriormente recibiría la connotación de prueba insigne para la realización de los Juegos Olímpicos modernos pues generalmente estos terminan o inician con la prueba de maratón, la que requiere de una gran exigencias físicas, que todo el mundo espera ver y disfrutar, ya que cada día este evento es mas exigente y de mayor calidad en cuanto a los tiempos realizados y a la calidad de los atletas que se presentan en los mismos.

Es un deporte que metodológicamente se clasifica dentro de los deportes de resistencia por el gran volumen de trabajo a desarrollar, mientras que por la ejecución de sus movimientos que se repiten en casi toda su actividad se incluye dentro de los deportes cíclicos. Sus cualidades motoras más importantes a desarrollar son la resistencia (aeróbica y anaeróbica), la fuerza (máxima y resistencia a la fuerza) y la velocidad que ha tomado una gran importancia en estos últimos años.

Es ampliamente conocida la importancia de las investigaciones medicas en el deporte con miras a realizar un adecuado control medico del entrenamiento que permita valorar los cambios estructurales y que asegure un alto poder adaptativo que admiten optimizar las capacidades antes mencionadas sin ocasionar daños orgánicos en el atleta. La valoración de estas capacidades nombradas en el apartado anterior se puede llevar a cabo mediante la realización de test de laboratorios fiables y reales, dentro de los cuales se utilizan pruebas del Sistema Neuromuscular como el Ergosalto y los test de

Saltabilidad, de forma que se conozca el funcionamiento de las vías metabólicas del maratonista y el desarrollo de la capacidad de potencia o fuerza lo más cercano a la realidad de la actividad que practica habitualmente.

Estos test nos brindan la posibilidad de obtener de forma rápida y precisa la evaluación de la adaptación neuromuscular al entrenamiento deportivo que tienen las características fuerza-Velocidad, Resistencia a la Fuerza, Componente Viscoelástico y Coordinación Intermuscular e intramuscular, lo cual posibilita evaluar el desarrollo de la potencia muscular anaerobia láctica y aláctica. Por tal motivo este estudio tuvo como objetivo principal determinar el estado de la capacidad de fuerza en corredores de maratón cubanos durante el mesociclo de preparación física especial a través de una prueba de Ergosalto y de salto vertical con y sin ayuda de los brazos durante el inicio del mesociclo de preparación especial.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizó un estudio descriptivo experimental de corte transversal, a siete corredores de maratón del sexo masculino, Cubanos, con un promedio de edad cronológica de 28,2 años y 13,4 años de edad deportiva, de la selección nacional, al inicio del mesociclo de preparación física especial de un macrociclo de entrenamiento en el año 2001. A todos los atletas, así como a sus entrenadores se les explicó las características del estudio y los beneficios inmediatos y mediatos que de esta prueba se derivaría para obtener su consentimiento informado.

### **Prueba del Ergosalto**

El método utilizado para la realización de esta prueba fue básicamente el propuesto por su autor Carmelo Bosco en 1983. (La prueba tiene una confiabilidad de 0.95 %).

Consiste en la ejecución de saltos máximos consecutivos, durante un período de tiempo (T) no mayor de 60 s. Durante la ejecución de los saltos, el sujeto debe alcanzar en la fase de flexión de las piernas, un ángulo de aproximadamente 90° y evitar los desplazamientos antero-posteriores y laterales. Debe mantener además las manos en la cintura y no salirse de la plataforma sobre la que salta. Durante la prueba se mide el tiempo de vuelo (Tv) en cada salto, el cual va siendo acumulado para el período de tiempo en que se analice. También se cuenta el número total (NS) de saltos efectuados durante ese T. Debe realizar un salto por segundo, no puede bajar de 90° porque pierde tiempo y energía elástica de estiramiento. Si se queda por encima de altura deseada no aprovecha la energía elástica.

A partir de esos datos se calcula la potencia máxima de los sistemas del fosfágeno, aláctico (PALA) y láctico (PANA).

Con estas variables medidas, se calcula la Potencia Mecánica promedio erogada durante el T de trabajo que se valora, mediante la siguiente ecuación:

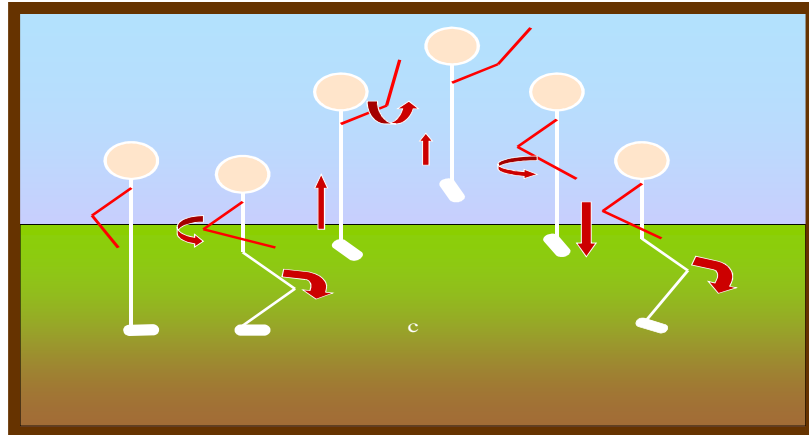
Donde : NS- Numero de saltos. TV- tiempo de vuelo acumulado en T. P = Potencia Mecánica promedio. g = Aceleración de la gravedad. TV = Tiempo de vuelo acumulado en T.

$$P \text{ (W/Kg.)} = \frac{g^2 \times TV \times T}{4 \times NS \times (T - Tv)} \quad (2)$$

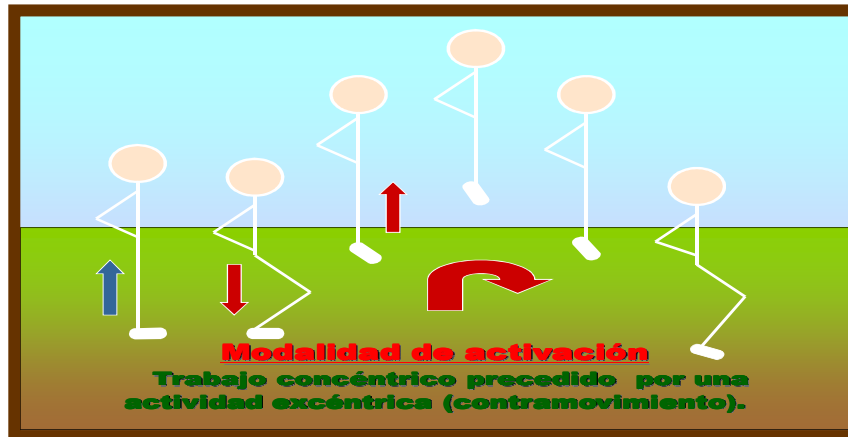
### Prueba de Saltabilidad

Las mediciones de salto se realizaron, en dependencia de la modalidad seleccionada para la prueba.

- Saltabilidad con ayuda de los brazos (SCAB): el sujeto se sitúa encima de la plataforma, realiza un salto vertical máximo con movimiento de flexión de las piernas y ayuda de los brazos y aterriza encima de la plataforma, este mide la coordinación entre miembros superiores, tronco y extremidades inferiores así como la fuerza explosiva de miembros inferiores.



- Saltabilidad sin ayuda de los brazos y con movimiento contrario (SSAB).de igual forma que el anterior, pero el sujeto pone fijamente sus manos en la cintura durante todo el salto, para eliminar la contribución de los brazos y mide el componente elástico o la fuerza elástica de miembros inferiores.



A partir de ellos se calcularon los siguientes indicadores:

- Contribución Elástica (CELAS) = SSAB – SDPC
- Potencia mecánica erogada en Kgm/s:  $P = 2.214 \times PC \times \sqrt{S} \text{ (m)}$
- Velocidad Vertical (Vv) de despegue en m/s:  $Vv = \sqrt{2gS} \text{ (m)}$

Para evaluar cualquiera de las modalidades se realizaron 3 saltos máximos, escogiéndose el de mayor valor.

### **Análisis estadístico y procesamiento de datos**

El procesamiento estadístico de los resultados se realizó mediante un paquete de programas estadísticos computacional SPSS en un ordenador Pentium 4 versión 15.0.

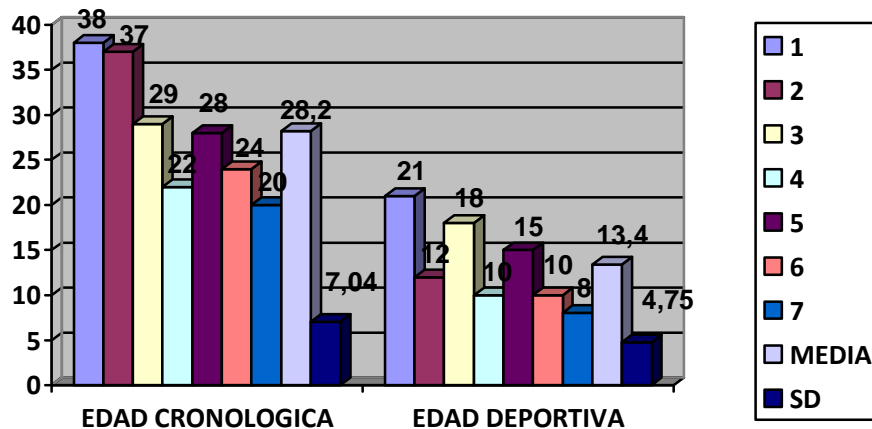
Para el análisis e interpretación de los resultados se determinaron estadísticas descriptivas media, desviación estándar y porcentos de las variables estudiadas y cálculos estadísticos mediante formulas y ecuaciones para determinar las potencia máxima, potencia mecánica erogada, componente viscoelastico, velocidades y tiempo de vuelo lo cual fue procesado a través de un programa de software para la determinación de los resultados en cada prueba realizada.

### **ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En la grafica 1 se muestran las característica de las edades de los atletas observándose que los mismos presentaron un promedio de edad cronológica de 28,2 7,04 años y de 13,4 4,75 años de edad deportiva, factor este importante ya que en esta modalidad se requiere de largos años de preparación para lograr obtener un resultado deportivo y presentar una adecuada adaptación a las cargas del entrenamiento deportivo que se le

introducen durante todos esos largos años y entre ellas están las cualidades motrices ( fuerza, resistencia, velocidad y coordinación muscular). Cualidades importantes para el desarrollo de los corredores de maratón, pues cada año las exigencias competitivas son mayores y la calidad que vienen presentando los atletas que se dedican a esta especialidad a alcanzado un gran desarrollo.

**Gráfica 1.** Características etarias de la muestra, Equipo Nacional Maratón. Cuba.2001



**Fuente:** Base de datos de las Historias Clínicas. Departamento Cineantropometría. IMD.

En la tabla 1 se observó que durante la prueba de Ergosalto durante 60 segundos, cuatro de los atletas en estudio presentaron deficiencias en la potencia anaerobia láctica y láctica lo que representa el 47,85% de la muestra, lo cual determino que los mismos presentaron problemas en la potencia muscular. La potencia muscular es un factor importante para la obtención de un buen resultado o rendimiento deportivo, esta es primordial en el mantenimiento del ritmo de carrera, facilitando que se alcancen mejores tiempos deportivos.

**Tabla 1.** Prueba de Ergosalto en maratonistas cubanos. IMD. La habana. 2001.

<b>ATLETAS</b>	<b>PESO</b>	<b>PALA</b>	<b>PANA</b>	<b>ZPANA</b>	<b>ZPALA</b>
<b>1</b>	63,30	23,40	20,10	1,351	1,535
<b>2</b>	55,00	19,10	16,92	-0,767	-0,159
<b>3</b>	61,40	23,18	20,09	1,351	1,538
<b>4</b>	66,00	23,52	20,13	1,356	1,542
<b>5</b>	69,00	21,70	17,32	-0,668	-0,052
<b>6</b>	65,70	20,13	16,92	-0,218	-0,159
<b>7</b>	63,00	18,59	14,82	-1,039	-0,265
<b>MEDIA</b>	63,21	21,35	18,04	0,1951	1,109
<b>SD</b>	4,48	1,87	1,68	0,5686	0,909

**Fuente:** Base de datos de las Historias Clínicas. Departamento Cineantropometría. IMD.

En la concepción del deporte contemporáneo muchos autores de gran prestigio señalan a la fuerza como un complemento fundamental de la resistencia, por lo que su deficiencia afecta negativamente los resultados de los eventos de largo aliento ya que impiden poder mantener un ritmo de llevar victorioso. La potencia muscular es un término utilizado para expresar el trabajo mecánico que es capaz de realizar un músculo o grupo de músculos en la unidad de tiempo, o lo que es lo mismo, la fuerza que puede generar y la velocidad con que es capaz de hacerla. En los últimos años este término ha ido sustituyendo lo que se conoce por fuerza rápida en el medio deportivo. Desde el punto de vista físico, significa que el desarrollo de la fuerza es muy dependiente de la velocidad con la cual es generada ésta. La potencia como cualidad física es el producto de la fuerza por la velocidad, o lo que es lo mismo, el trabajo realizado en la unidad de tiempo, y se representa de la forma siguiente:  $Potencia (P) = fuerza (F) \cdot V (velocidad)$ , o  $Potencia (P) = trabajo (T) / tiempo (t)$ ,

En la tabla 3 observamos que en la prueba de salto vertical con ayuda de los brazos (SCAB), tres atletas que representan un 42,85 % de la muestra presentan dificultad, lo cual determina que estos no presentan buena coordinación muscular entre los miembros superiores y los inferiores, elemento este importante para el desempeño deportivo. Se puede señalar que la falta de coordinación de los movimientos entre los miembros inferiores y superiores propicia la aparición precoz de la fatiga muscular, lo cual provoca un empeoramiento en la adaptación del organismo al proceso de entrenamiento y a la aceptación de las cargas de intensidad y de volumen.

**Tabla 2.** Prueba de salto vertical con ayuda de los brazos en maratonistas. IMD. La habana. 2001

<b>ATLETAS</b>	<b>SCAB</b>	<b>ZSCAB</b>	<b>VSCAB</b>	<b>PSCAB</b>	<b>ZPSCAB</b>
<b>1</b>	56,35	1,530	3,34	85,26	1,635
<b>2</b>	41,69	-0,502	2,86	60,92	-0,509
<b>3</b>	55,59	1,531	3,35	85,24	1,632
<b>4</b>	56,93	1,531	3,33	85,23	1,639
<b>5</b>	41,98	-0,463	2,87	64,22	-0,218
<b>6</b>	38,06	-1,000	2,73	55,36	-1,000
<b>7</b>	48,53	-0,424	3,08	67,08	-0,088
<b>MEDIA</b>	48,47	0,314	3,08	71,98	0,441
<b>SD</b>	7,98	1,153	0,26	12,97	1,153

**Fuente:** Base de datos de las Historias Clínicas. Departamento Cineantropometría. IMD.

En la tabla 3 se determinó que durante la prueba de salto vertical sin ayuda de los brazos también los atletas presentaron deficiencias en la fuerza explosiva y elástica, lo cual es muy importante para obtener un resultado deportivo, ya que la fuerza explosiva es vital en el incremento de la velocidad en los minutos finales de la competencia donde se depende en gran medida de esta para aumentar el ritmo de carrera y tener un final que posibilite superar a los contrarios.

**Tabla 4.** Prueba de salto vertical sin ayuda de los brazos en maratonistas cubanos. IMD. La habana. 2001.

<b>ATLETAS</b>	<b>SSAB</b>	<b>ZSSAB</b>	<b>VSSAB</b>	<b>PSSAB</b>	<b>ZPSSAB</b>
<b>1</b>	40,54	0,867	2,84	61,23	1,220
<b>2</b>	31,55	-0,996	2,48	46,10	-1,131
<b>3</b>	40,61	0,863	2,87	61,20	1,221
<b>4</b>	40,56	0,869	2,82	61,75	1,229
<b>5</b>	31,80	-0,994	2,49	48,65	-0,732
<b>6</b>	35,91	-0,093	2,65	52,28	-0,173
<b>7</b>	41,98	1,163	2,87	58,50	0,815
<b>MEDIA</b>	37,56	0,239	2,72	59,60	0,349
<b>SD</b>	4,45	0,930	0,17	6,51	1,011

**Fuente:** Base de datos de las Historias Clínicas. Departamento Cineantropometría. IMD.



## **CONCLUSIONES**

- 1- Se determinó deficiencias en la potencia (PANA-PALA), fuerza explosiva, componente viscoelástico y coordinación muscular en más de mitad de la muestra estudiada.
- 2- Se valoró que existieron deficiencias en la dosificación y planificación de las cargas de entrenamiento en cuanto a la cualidad de fuerza o potencia durante el periodo de preparación física general.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Astrand, P. O., Rodhal, K.: Textbook of Work Physiology. Ed. Library of Congress., Tokyo, Japan, 1970.
2. Dirix, A., Knuttgen, H. G., Tittel, K.: The Olympic book of Sports Medicine. Ed: Blackwell Scientific, Oxford, England, 1988.
3. Kenney, W. L.: ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Ed: Williams & Wilkins, USA, 1995.
4. González, J.: Fisiología de la Actividad Física y el Deporte. Ed: McGraw-Hill, Madrid, España, 1992..
5. Malone, T. R.: Muscle Development. Ed: Ross Laborat, Columbus, Ohio, USA, 1988.
6. Mac Dougall, J. D.: Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. In: Human Muscular Power. Ed: N. J. Jones. Human Kinetics, Illinois, USA, 1986.,
7. Marconnet, P. Komi, P, V.: Muscular Function in Exercise and Training, Ed: Basel Karger, Finland, 1987.
8. Platonov, V. N., Bulatova, M. M.: La Preparación Física. Ed: Paidotribo, Barcelona, España, 1992.
9. McArdle, W.: Training for anaerobic and aerobic power. Exercise Physiology, Lea & Febiger, Philadelphia, USA, 1981.
10. Bouchard, C.: Testing Anaerobic Power and Capacity. En: Physiological Testing of High-Performance Athlete. Ed: Human Kinetics, Illinois, USA, 1991.
11. Bosco, C.: La valoración de la Fuerza con el test de Bosco. Deporte & Entrenamiento. Ed: Paidotribo, Barcelona, España, 1999.
12. Dal Monte A.: La valutazione Fuzionale dell atleta. Ed.: Sansoni, Firenze, Italia, 1983.
13. Kotz, Y. M.: Las bases fisiológicas de las aptitudes físicas (motoras). En: La Fisiología Deportiva. Ed: Fizcultura y sport. Moscú, 1986.

14. Mijares, H., Torres, S., Alonso, J. R.: La composición fibrilar y las pruebas de Wingate y del Ergosalto en atletas. Archivos de Medicina del Deporte. 7 (6): 185, 1990.
15. Torres, S., Alonso, J. R., Mijares H.: La prueba del Ergosalto y su relación con los tipos de fibras musculares en atletas de diferentes especialidades. Archivos de Medicina del Deporte. 10 (37): 19, 1993.
16. Alonso, J. R., y Col.: Sistema ERGOAS para la valoración de la Prueba del Ergosalto. Mención al Mejor Trabajo Científico del INDER. C. Habana, 1995.