

Guía de laboratorio 3: FUERZA MUSCULAR EN EL SALTO VERTICAL

1. OBJETIVOS 1.1 Aplicar las leyes de la dinámica en el estudio del salto vertical 1.2 Determinar experimentalmente la fuerza y la energía potencial elástica desarrollada por el músculo durante el salto vertical 2.

2. FUNDAMENTO TEORICO

El salto es una compleja acción multiarticular que demanda no solo la producción de fuerza sino una gran potencia. El músculo esquelético está preparado para generar el mayor torque de fuerza durante el corto intervalo de tiempo que dura la propulsión vertical. El Glúteo mayor y los Vastos son los mayores generadores de energía durante la acción máxima del salto vertical. El pico de potencia articular y el torque articular son los principales factores que distinguen a un buen saltador. La acción del salto vertical depende de muchas variables que se interrelacionan entre si: control motor, coordinación intramuscular, acción multiarticular, elevados niveles de fuerza, altos grados de potencia, buena técnica de ejecución y otras. Se comprueba que la fuerza es una de las más determinantes con relación a la capacidad de salto que puede ser evaluado en función de la relación velocidad-potencia Los parámetros que caracterizan la biodinámica del rendimiento en el salto son: - altura del salto - trabajo de traslación - potencia por kilogramo de masa corporal en la aceleración del centro de gravedad verticalmente durante la fase de propulsión ascendente - potencia máxima de traslación por kilogramo de masa corporal - potencia máxima total La medición del salto vertical se puede hacer bien sin el apoyo de una tecnología muy sofisticada o bien con el uso de materiales de alta precisión. El resultado de tales mediciones se puede apreciar en una curva fuerza-velocidad. Dichas mediciones han demostrado que el 97% del total de la potencia (energía) utilizada durante el esfuerzo máximo de un salto vertical es usada solo para la propulsión vertical. El resto se pierde en forma de energía segmental interna y componentes de la potencia no verticales Entre las variables medibles además de la fuerza está el tiempo t que dura la propulsión, la diferencia de alturas d del centro de gravedad entre el principio y final de la fase de propulsión y la altura h en la fase de vuelo. El salto vertical desde el punto de vista cinemático es un movimiento de tiro vertical con una velocidad de lanzamiento generado por la acción muscular. Típicamente se observan en el salto dos etapas:

- 1) Etapa de propulsión, en la que el saltador flexiona sus piernas bajando su centro de gravedad una distancia d , posición desde la cual se inicia el salto hacia arriba. En todo el trayecto de longitud d la acción muscular genera una fuerza ascendente y por consiguiente una aceleración cuyo valor medio designaremos con a_d . Justo cuando está

por despegar hacia el aire el cuerpo del saltador habrá adquirido una velocidad de lanzamiento V_d

Si t_1 es el tiempo que dura esta etapa, el movimiento está caracterizado por:

velocidad inicial : $v_0 = 0$ (posición más baja del cuerpo del saltador)
velocidad final : $v_f = v_d$ (posición a punto de despegar los pies del piso)
aceleración media : $a_d = \frac{v_d}{t_1}$ (ecuación 1)

Para determinar a_d es preferible usar la relación:

$a_d = \frac{v_d^2}{2d}$ $\quad \text{ } \quad \quad v_d^2 = 2a_d d$ (ecuación 2)

Figura 1

2) Etapa de vuelo. En esta etapa el saltador se mueve en el aire como un proyectil disparado verticalmente hacia arriba con una velocidad de disparo o de lanzamiento v_d producido al final de la etapa anterior. En este movimiento el centro de gravedad del saltador se habrá elevado una altura máxima h a partir de su posición erguida normal de pie. En esta etapa, y solo en el movimiento de ascenso tenemos:

velocidad inicial : $v_0 = v_d$
velocidad final : $v_f = 0$
aceleración : $a = -g$
altura máxima : $h = \frac{v_d^2}{2g}$ (ecuación 3)

$[v_d^2 = 2gh$ (ecuación 4)]

De las ecuaciones (2) y (4) hallamos:

$a_d = \left(\frac{h}{d} \right) g$ $\quad \quad \quad \left(\text{ecuacion 5} \right)$

Esta última ecuación muestra que con las mediciones de h y d es posible calcular la aceleración en la etapa de impulsión o etapa de acción muscular.

De acuerdo con la segunda ley de Newton la ecuación dinámica del movimiento es:

$F_M - Mg = Ma_d$ (ecuacion 6)

Donde F_M es la fuerza muscular y Mg el peso del cuerpo. Por consiguiente:

$F_M = Mg + Ma_d$ (ecuación 7)

y la energía mecánica desarrollada por los músculos en la etapa de propulsión es:

$W = F_M d$ (ecuación 8)

3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

Materiales	Instrumentos	Precisión	
-----	-----	-----	

4. PROCEDIMIENTO Y DATOS EXPERIMENTALES

4.1 Determine la masa M , la talla H y la altura z_0 a la que se encuentra el ombligo de su compañero seleccionado (CS) para el experimento.

Tabla 1

M (kg)	H (cm)	z_0 (cm)	
-----	-----	-----	

4.2 Para mediciones de desplazamientos es necesario elegir un punto de referencia P_0 en el cuerpo del saltador por ejemplo centro de gravedad, ombligo o coronilla, extremo de la mano extendida, etc., según las ventajas que ofrezca para medir desplazamientos.

A. Salto con sentadilla: 5 segundos de espera en posición de cuclillas.

4.3 Para la medición de la distancia de propulsión " d " (primera etapa), el experimentador (compañero seleccionado C.S.) debe ejecutar saltos de ensayo con el mayor esfuerzo posible para visualizar las dos posiciones del punto de referencia P_0 (ombligo) que determinan la distancia d (posición de pie y posición de cuclillas). Marque con un lápiz en la hoja de papel pegada en la pared las alturas de la coronilla en las posiciones de pie y en la de cuclillas. Efectúe 5 mediciones de la distancia d asegurándose que tales posiciones correspondan a las posiciones reales del salto vertical. Utilice para este propósito la escuadra de madera, mida las 5 distancias d y anótelas en la Tabla 2.

4.4 Para la medición de la distancia h (altura máxima en el vuelo) el saltador hace dos marcas: la primera en posición de pie de lado a la pared y con el brazo extendido, la segunda en el instante de alcanzar la altura máxima durante la realización del salto en la fase de vuelo. Mida la distancia entre las dos marcas y anótelas en la Tabla 2.

Tabla 2: Salto con sentadilla

N	1	2	3	4	5	
---	---	---	---	---	---	--

----- ----- ----- ----- ----- -----					
d (m)					
h (m)					

B. Salto con flexión rápida del tronco y rodillas: ejecución del salto sin pausas.

4.5 Reiterar los pasos 4.3 y 4.4 para obtener los valores de d y h anotándolos en la Tabla 3.

Tabla 3: Salto con flexión rápida del tronco y rodillas

N	1	2	3	4	5	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	
d (m)						
h (m)						

5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

5.1 Complete la Tabla 4 con los datos de la Tabla 2 calculando con las fórmulas respectivas las siguientes cantidades:

- (a) aceleración de impulsión, a_d ,
- (b) la fuerza neta, $F_d = Ma_d$,
- (c) la fuerza muscular aplicada, F_M ,
- y (d) la energía mecánica necesaria para el salto, W.

Tabla 4

N	1	2	3	4	5	
<hr/>						
d (m)						
h (m)						
a_d (m/s^2)						
F_d (N)						
F_M (N)						
W (J)						

5.2 Observe los valores de la fuerza muscular (F_M) y de la energía mecánica (W) en la Tabla 4 y diga si existe o no variación sistemática de dichas magnitudes y plantee al menos una hipótesis para su explicación.

.....

5.3 Halle los valores medios de la fuerza muscular (F_M) y de la energía mecánica (W) en esta modalidad de salto con sentadilla.

Fuerza muscular media, $(F_M =$
 $)$
 Energía mecánica media $(W_1 =$
 $)$

5.4 Complete la Tabla 5 con los datos de la Tabla 3 calculando:

- (a) aceleración de impulsión, (a_d) ,
- (b) fuerza neta, (F_d) ,
- (c) fuerza muscular aplicada, (F_M) ,

(d) energía mecánica necesaria para el salto (W) .

Tabla 5

N	1	2	3	4	5
d (m)					
h (m)					
a _d (m/s ²)					
F _d (N)					
F _M (N)					
W (J)					

5.5 Observe los valores de la fuerza muscular (F_M) y de la energía mecánica (W) en la Tabla 5 y diga si existe o no variación sistemática de dichas magnitudes y plantee al menos una hipótesis para su explicación.

.....

5.6 Halle los valores medios de la fuerza muscular (F_M) y de la energía mecánica (W) en esta modalidad de salto.

Fuerza muscular media, $(F_M =$

..... $)$

Energía mecánica media, $(W_2 =$

..... $)$

5.7 La diferencia de las energías mecánicas entre ambos tipos de salto (W_1) y (W_2) nos da la energía potencial elástica ejercida por el músculo. Encuentre en porcentaje el valor de dicha energía con respecto a la energía obtenida en 5.6 (W_2) .

% Energía potencial elástica muscular =

.....

6. RESULTADOS

Tipo de salto	Altura máxima promedio (\overline{h}) (cm)	Fuerza muscular media (F_M) (N)	Energía mecánica media (W) (J)	% de Energía potencial elástica
A				
B				

7. CONCLUSIONES

7.1 ¿Encuentre la energía potencial elástica por unidad de masa del saltador del experimento y diga qué utilidad tiene esta cantidad?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

7.2 Con los datos del experimento calcule

a) el tiempo de ascenso en la etapa de propulsión

b) la potencia muscular desarrollada en cada uno de los tipos de salto vertical.

.....
.....
.....
.....

7.3 Enumere todas las formas de energía involucradas en el salto vertical.

.....
.....
.....
.....

8. BIBLIOGRAFÍA () (Autor, título, editorial,, edición, fecha, página) .

.....
.....
.....

9. CALIDAD Y PUNTUALIDAD (