



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

ACCESO: <http://saludmed.com/labs/isodynamometer.pdf>

Experimento de Laboratorio 5

MEDICIÓN DE LA FORTALEZA MUSCULAR ISOMÉTRICA MEDIANTE DINAMOMETRÍA

Términos Claves	Objetivos
<ul style="list-style-type: none">Fortaleza MuscularContracción IsométricaFortaleza Muscular IsométricaFortaleza Muscular Isométrica AprehensoraEjercicios IsométricosDinamómetroDinamómetro de mano	<p>Al finalizar este laboratorio, ustedes estarán capacitados para:</p> <ul style="list-style-type: none">Definir fortaleza muscular, isométrico y dinamómetro.Identificar los tipos de contracciones.Mencionar los factores que determinan la fortaleza muscular.

Teoría del Laboratorio:

Referencia:	Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). <i>Physiology of sport and exercise</i> (8va ed.). Champaign, IL: Human Kinetics..	
Capítulos:	1: Structure and Function of Exercising	pp.: 26-49
	11: Adaptations to Resistance Training	pp.: 282-315

INTRODUCCIÓN: TRASFONDO TEÓRICO DEL EXPERIMENTO

Los ejercicios isométricos son aquellos en los cuales el músculo no varía en longitud. Algunos ejemplos de ejercicios isométricos son, a saber: empujar un objeto inmóvil o contraer los músculos antagonistas en forma equitativa, de modo que ningún movimiento se produzca. El método más fácil de medir la *fortaleza muscular isométrica (FMI)* es mediante el uso de dinamómetros.

PROPÓSITO

El propósito de esta experiencia de laboratorio es el de evaluar la *fortaleza muscular isométrica* en tres áreas musculares principales del cuerpo y calcular la fortaleza total y relativa basado en dichas mediciones.

JUSTIFICACIÓN: **IMPORTANCIA O VALOR DEL EXPERIMENTO**

Se mide la habilidad de un músculo para producir una fortaleza isométrica, la cual se requiere en diferentes actividades atléticas y cotidianas.

TERMINOLOGÍA Y ABREVIACIONES

- ▶ **Dinamómetro de mano:** Representa un instrumento que mide la *fortaleza muscular isométrica aprehensora (FMIA)*, la cual provee un método sencillo estimar la *fortaleza muscular total (FMT)* de un individuo.
- ▶ **Fortaleza muscular isométrica aprehensora (FMIA):** Tipo de fortaleza muscular vinculada con la tensión desarrollada de un músculo esquelético en ausencia de un movimiento articular o el acortamiento (contracción concéntrica) de las fibras musculares.
- ▶ **Rango porcentual:** Representa uno de los componentes de las estadísticas descriptivas que indica, específico en esta actividad de laboratorio, la puntuación entre el 10% y el 90%, lo cual significa el nivel de ejecutoria de un sujeto en comparación a otros perteneciente al mismo grupo de edad. Por ejemplo, un rango porcentual de 70 significa que el valor de la fortaleza muscular isométrica aprehensora es mayor al 70% de los otros sujetos dentro del grupo de edad y menor que 30% de los otros en el mismo grupo de edad.

EQUIPO REQUERIDO

- Dinamómetro de mano.
- Dinamómetro de piernas y espalda.
- Polvo de magnesio (de tiza).
- Faja de tela fuerte.

PROCEDIMIENTO

Consideraciones Generales

- Cuatro pruebas de fuerza isométrica se llevarán a cabo, a saber: Fortaleza-Mano Derecha, Fortaleza-Mano Izquierda, Flexión Troncal y Flexión Piernas.
- La motivación es importante. Un grito de ánimo inmediatamente antes del esfuerzo con el dinamómetro y un grito por parte del sujeto durante el esfuerzo máximo, puede ayudar a que se obtengan registros cerca de la verdadera fortaleza muscular máxima.

Fortaleza Isométrica en la Mano (Dinamómetro de Mano)

- El propósito de esta prueba es evaluar la fortaleza de los músculos en los dedos de la mano y del antebrazo.
- Coloque la aguja (indicador) del dinamómetro en el cero de la escala.
- Úntese polvo de tiza sobre la mano.

- Toma el dinamómetro en su mano y ajústelo, de manera que puedas acomodar la palma de la mano sobre el mango del dinamómetro y la segunda falange de los cuatro últimos dedos debajo de la otra rama del mango.
- El sujeto se coloca de pie, sosteniendo el dinamómetro en línea recta con el antebrazo y dejándolo colgar sin que toque el muslo de la pierna.
- Apriete el aparato con la mayor fuerza posible, sin permitir que la mano ni el brazo toque el cuerpo o cualquier otro objeto; de lo contrario, se debe invalidar la prueba y volver a repetirla.
- Durante la aprehensión, no se debe balancear ni ejecutar un movimiento de bombeo con el brazo. Esto puede falsamente aumentar la puntuación obtenida.
- Repita la prueba dos veces más con la misma mano, informando al sujeto de su puntuación luego de cada lectura.
- Permite que el sujeto repose 30 segundos entre cada intento.
- Anote los datos en la hoja de trabajo y tome el valor mayor de los tres intentos como su fortaleza isométrica máxima de la mano.
- Repita tres intentos más con la otra mano.

Fortaleza Isométrica de la Espalda (Flexión del Tronco) - Véase Figura 5:1

- El propósito de la prueba es medir la fortaleza de la espalda (músculos extensores del raquis).
- El sujeto se coloca de pie sobre la plataforma del dinamómetro, con sus pies paralelos y separados a la anchura de los hombros.
- La cabeza del sujeto debe estar erguida, la espalda y brazos derechos, y los dedos (ungidos con tiza) extendidos en dirección hacia abajo y a la altura de los muslos.
- El examinador regula entonces la longitud de la cadena, de manera que la barra quede exactamente por debajo de la punta de los dedos del sujeto. Se conecta entonces la cadena en la escala del dinamómetro.
- El sujeto se inclina ligeramente hacia adelante (dobla levemente la espalda hacia adelante desde la cintura), las rodillas las mantiene derechas, y torna la barra con una palma de la mano mirando hacia adelante y la otra hacia atrás.
- Asegurándose que el sujeto esté mirando hacia adelante (manteniendo la cabeza erguida y las piernas derechas) y de que no levante la planta de los pies, se le instruye al sujeto a que trate de levantar el tronco hasta lograr una postura vertical, aplicando la fuerza en forma continua sin tirar la cadena de manera abrupta.
- Repita el procedimiento y registre el valor mayor de los dos intentos. Recuerde descansar 30 segundos entre cada intento.



Figura 5:1. Posición Correcta para la Prueba de Flexión Troncal. Nótese la posición erecta (pero no trinca) de las piernas y el alineamiento de la cabeza, cuello y tronco. En la esta ilustración de puede observar el grado de inclinación del tronco desde la cintura. Más aún, véase la posición correcta de las manos (al agarrar la barra).

Fortaleza Isométrica de las Piernas (Flexión de las Piernas) - Véase Figura 5:2

- El propósito de la prueba es medir la fortaleza estática de los miembros inferiores.
- El sujeto comienza parado, igual que la prueba anterior.
- El sujeto sostiene el centro de la barra, con las palmas hacia abajo, a nivel del hueso púbico.
- Luego coloque una faja de tela fuerte que una firmemente ambos extremos de la barra, pasando alrededor de la parte inferior del sacro. Esta faja evitará que la barra se ruede durante la prueba y que el sujeto haga intervenir los grupos musculares extensores del raquis.

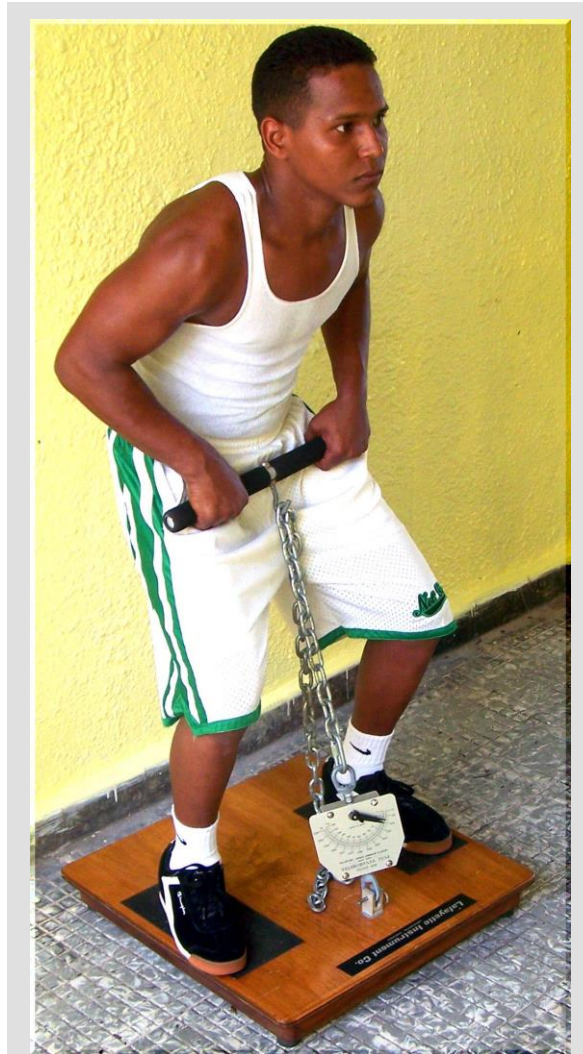


Figura 5:2. **Prueba de Flexión de las Piernas.** Obsérvese la posición correcta del cuerpo para esta prueba.

- El sujeto, con la cabeza erecta y espalda derecha, flexiona las rodillas en ángulo de 120 grados y se ajusta la longitud de la cadena (antes de conectar ésta en la escala del dinamómetro), de manera tal que la barra quede en el pliegue que se forma entre el muslo y el tronco.
- El sujeto puede colocar las manos en el medio de la barra o en los extremos de ésta.
- Se le instruye al sujeto a que trate de extender sus rodillas, aplicando la fuerza en forma continua pero vigorosamente. Al completarse la prueba, las rodillas del sujeto deben estar totalmente extendidas, a fin de asegurarse que se haya aplicado un esfuerzo máximo.
- Repita el procedimiento dos veces más (reposando 30 segundos entre cada intento) y registre el valor mayor de los tres intentos.

RESULTADOS

Anote toda la información de las pruebas en la Hoja de Trabajo. Los cálculos para la fortaleza isométrica total y relativa se describen a continuación:

Fortaleza Total (kg)

La suma de las cuatro pruebas de fortaleza isométrica (Fortaleza-Mano Derecha + Fortaleza-Mano Izquierda + Flexión Troncal + Flexión-Piernas).

Fortaleza Relativa (kg·MC⁻¹)

Para calcular la fortaleza relativa (al peso o la masa corporal, MC), divida la fortaleza total (en kg), entre la masa del cuerpo(en kg):

$$\text{Fortaleza Relativa (kg} \cdot \text{MC}^{-1}) = \frac{\text{Fortaleza Total (kg)}}{\text{Masa Corporal (kg)}}$$

NOTA: Para convertir tu peso (si está en libras) a kilogramos (kg), divide tu peso corporal (en lb) entre 2.2 (1 kg = 2.2 lb).

Luego de haber calculado la fortaleza total y relativa, determine su clasificación según la Tabla 5-1.

INTERPRETACIÓN

Normas de Clasificación:

Utilice las siguientes normas de clasificación y anótelos en la Hoja para la Colección de los Datos.

Tabla 5:1. Normas de Clasificación para las Pruebas de Fortaleza Isométrica (kg).

Clasificación	TIPO DE PRUEBA					
	Mano Derecha (kg)	Mano Izquierda (kg)	Flexión Troncal (kg)	Flexión Piernas (kg)	Fortaleza Total (kg)	Fortaleza Relativa (kg•MC ⁻¹)
Varones						
Excelente	> 68	> 70	> 209	> 241	587	7.50
Bueno	56-67	62-69	177-208	214-240	508-589	7.10-7.49
Promedio	43-55	48-61	126-176	160-213	375-507	5.21-7.09
Pobre	39-42	41-47	91-125	137-159	307-374	4.81-5.20
Muy Pobre	< 39	< 41	< 91	< 137	307	4.81
Mujeres						
Excelente	> 37	> 41	> 111	> 136	324	5.50
Bueno	34-36	38-40	98-110	114-135	282-323	4.80-5.49
Promedio	22-33	25-37	52-97	66-113	164-281	2.90-4.79
Pobre	18-21	22-24	39-51	49-65	117-163	2.10-2.89
Muy Pobre	< 18	< 22	< 39	< 49	117	2.10

NOTA. De: *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. (3ra. ed., p. 109), por V. H. Heyward, V. H., 1998, Champaign, Illinois: Human Kinetics Books. Copyright 1998 por V. H. Heyward.

Preguntas de Discusión:

- En general, ¿Fueron buenos sus valores obtenidos en las diferentes pruebas de fortaleza isométrica?
 Sí
 No
- ¿Los resultados de las pruebas indican el grado de fortaleza que usted esperaba?
 Sí
 No
- ¿Se considera lo suficientemente fuerte? Sí No ¿Por qué? ¿ Por qué no?
- ¿Necesita realizar ejercicios para desarrollar fortaleza muscular?
 Sí No ¿Qué tipo de ejercicios isométricos escogería?

REFERENCIAS

Investigaciones Científicas Originales:

Montoye, H. J., & Faulkner, J. A. (1964). Determination of the optimum setting of an adjustable grip dynamometer. *Research Quarterly*, 35(1), 29-36.
<https://doi.org/10.1080/10671188.1964.10613275>

Montoye, H. J., & Lamphiear, D. E. (1977). Grip and arm strength in males and females, age 10 to 69. *Research Quarterly*, 48(1), 109-120.
<https://doi.org/10.1080/10671315.1977.10762158>

Rivera, M. A. (1986). Normas para la evaluación de los niveles de aptitud física de estudiantes universitarios puertorriqueños. *Boletín de la Asociación Médica de Puerto Rico*, 78(9), 380-385.

Libros de Experimentos para la Implementación de Laboratorios Prácticos en los Cursos de Fisiología del Ejercicio:

Beam, W. C., & Adams, G. M. (2023). *Exercise physiology laboratory manual* (9na ed., pp. 47-54). New York, NY: McGraw-Hill LLC.

Haff, G. G., & Dumke, C. (2019). *Laboratory manual for exercise physiology* (2da ed., chapter laboratory 12). Champaign, IL: Human Kinetics. Disponible en:
https://drive.google.com/file/d/1GwSDOFiLk8bSRcBzDZv5fH_plBuZJpjV/view?usp=sharing

Housh, T. J., Cramer, J. T., Weir, J. P., Beck, T. W., & Johnson, G. O. (2016). *Laboratory manual for exercise physiology, exercise testing, and physical fitness* (pp. 178-183). New York, NY: Routledge, an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.

Morehouse, L. E. (1972). *Laboratory manual for physiology of exercise* (pp. 15-25). Saint Louis: The C.V. Mosby Company.

Otras Referencias:

American Alliance for Health, Physical Education and Dance (AAHPED). (1988). *Physical Best: The American Alliance Physical Fitness Education & Assessment Program* (p. 20). Reston, VA: AAHPED.

Departamento de Recreación y Deportes. Secretaría Auxiliar de Planificación y Capacitación Técnica. Unidad de Investigación (1ra. ed.). Soler, R., Lind, R., Del Río, L. D., Cardona, A. S., Rivera, M. A., & López, F. J. (Eds.). (2000). Manual de parámetros relacionados con la aptitud física. En: *Primer congreso de entrenamiento deportivo aspectos relacionados a la gestión y el entrenamiento deportivo*. Puerto Rico: Comité Olímpico de Puerto Rico-Comisión de Alto Rendimiento (CAR).

Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (7ma ed., pp. ?). Champaign, IL: Human Kinetics, Inc. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1N8mNC2tYT3lF_DpJb_uCJhGx2nHB79Z/view?usp=sharing

Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Fry, A. C., & French, D. N.. (2006). Strength training: Developmet and evaluation of methodology. En P. J. Maud & C. Foster (Eds.), *Physiological assessment of human fitness* (pp. 131-134). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books

Melogramo, V. J., & Klinzing, J. E. (1984). *An orientation to total fitness* (3ra. ed., pp. 103-105). Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishing Company.

HOJA PARA LA COLECCIÓN INDIVIDUAL DE LOS DATOS FORTALEZA ISOMÉTRICA MEDIANTE DINAMOMETRÍA

Evaluador(es): _____

Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

Hora: ____ (a.m.) (p.m.)

Nombre: _____ SS: _____ Edad: ____ Sexo: (F) (M)

Sección: _____ Horas de la Clase: _____ Días: _____

Masa Corporal (Peso): ____ kg ____ lb Talla (Estatura): ____ cm ____ pulg

DATOS AMBIENTALES: Temperatura °C ____ °F ____ Presión Barométrica: ____ mm Hg

Humedad Relativa: ____ %

FRECUENCIA CARDIACA: De Pie: ____ lat·min⁻¹ Sentado: ____ lat·min⁻¹

PRESIÓN ARTERIAL: De Pie: ____/____ mm Hg Sentado: ____/____ mm Hg

Frecuencia Cardíaca Máxima (Predicha: 220-Edad): FC_{máx} ____ 85% ____ 75% ____ 65% ____

Anote aquí cualquier factor externo que pudo haber afectado los valores de las mediciones: _____

MANO DOMINANTE: Derecha Izquierda

TIPO DE PRUEBA	INTENTOS			Valor Máximo (kg)	CLASIFICACIÓN (Tabla LB-5:1)
	1 ^{ro} (kg)	2 ^{do} (kg)	3 ^{ro} (kg)		
Fortaleza Isométrica Brazo Derecho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fortaleza Isométrica Brazo Izquierdo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flexión Troncal	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flexión de las Piernas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fortaleza Total (kg)				<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fortaleza Relativa (kg·MC ⁻¹)				<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentarios: _____

HOJA PARA LA COLECCIÓN GRUPAL DE LOS DATOS FORTALEZA ISOMÉTRICA MEDIANTE DINAMOMETRÍA

Evaluador(es): _____

Fecha: ____/____/____
Día Mes Año

Sección: _____

Horas de la Clase: _____

Días: _____

Nombre (Iniciales o # ID)	Sexo	Edad	Mano Derecha (kg)	Mano Izquierda (kg)	Flexión Troncal (kg)	Flexión Piernas (kg)	Fortaleza Total (kg)	Fortaleza Relativa (kg·MC ⁻¹)
1. _____								
2. _____								
3. _____								
4. _____								
5. _____								
6. _____								
7. _____								
8. _____								
9. _____								
10. _____								
11. _____								
12. _____								
13. _____								
14. _____								
15. _____								
16. _____								
17. _____								
18. _____								
19. _____								
20. _____								
Promedio:								
Desviación Estándar								
Rango								