

Valoración de la fuerza isométrica máxima (FIM) de los grupos musculares flexores de cadera y extensores de rodilla, en personas sedentarias de 65 años o más

*Catedrático del INEFC.

**Becario de colaboración del INEFC- Lleida.

***Doctorando en Fundamentos Metodológicos de la Investigación en Actividad Física y el Deporte.
2º Curso del Master de Alto Rendimiento COE-Madrid.
(España)

Salvador Olaso Climent*

Javier Gómez Carreño** ***

José Vicente Beltrán Garrido** ***

Álvaro Depano Rodríguez***

solaso@inefc.es

Resumen

El avance científico ha provocado un aumento de la calidad y esperanza de vida, lo que hace que el grupo poblacional mayor de 65 años sea más numeroso cada vez. Con la finalidad de aumentar la calidad de vida y disminuir el gasto sanitario que supone estas personas aparecen diversos programas de ejercicio físico encaminados a mantener sus capacidades físicas, psíquicas y sociales.

Como objetivos de la investigación nos planteamos: a) Valorar la fuerza isométrica máxima (FIM) de los músculos flexores de cadera y extensores de rodilla. b) Estimar la evolución de la FIM entre dos momentos del programa del entrenamiento propuesto.

En el estudio se incluyeron nueve participantes (n=9), que asistían de manera periódica al programa de gimnasia de mantenimiento (IMAE)

Para la valoración de la FIM de los flexores de la cadera se aplicó un test isométrico de 5 segundos, con un sensor de fuerza, en una silla fabricada para la ocasión; de la misma manera se procedió en la evaluación de la FIM de los extensores de la rodilla, pero acoplando el sensor de fuerza a una máquina de musculación (Prensa horizontal).

Se observó que en la mayoría de los casos (55,55%), los participantes presentaron una pérdida del Pico Máximo de Fuerza (PMF), en los músculos extensores de rodilla. En cuanto a los músculos flexores de la cadera, el 88,88% de los participantes sufrieron una disminución del Pico Máximo de Fuerza (PMF). Por lo que respecto al Índice de Manifestación de la Fuerza (IMF), el 44,44 % de los participantes presentaron un aumento del PMF, en los músculos extensores de la rodilla; y en los músculos flexores de la cadera este aumento se dio en el 33,33 % de los casos.

Se concluye que el entrenamiento realizado no ha influido de la misma manera en ambos grupos musculares, ya que en un grupo muscular -extensores de rodilla- se aumenta el FIM, (44,44%) y en el otro -flexores de cadera- se disminuye tras el programa de actividad física; de estos últimos solo el 11,11% logran mejorar sus valores de FIM.

Palabras clave: Fuerza isométrica máxima. Personas mayores. Músculos flexores de cadera. Músculos extensores de rodilla.

<http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 13 - N° 122 - Julio de 2008

Introducción

El avance científico actual nos ha introducido en la sociedad del ocio, en la cual existe una gran calidad de vida y ha aumentado la longevidad en gran medida, lo que hace que el grupo poblacional mayor de 65 años sea más numeroso. Lo que ha ocasionado un cambio importante en las pirámides demográficas, produciéndose una transformación y alcanzando lo que se conoce como el efecto pirámide truncada (Chirosa Ríos, Chirosa Ríos, & Padial Puche, 2000). Esta población requiere una atención sanitaria específica que comporta un gasto extra a la sociedad. Con la finalidad de aumentar la calidad de vida y disminuir el gasto sanitario de estas personas, aparecen diversos programas de ejercicio físico integrales que intentan mejorar sus capacidades físicas, psíquicas y sociales.

Estudios anteriores han mostrado que la fuerza de los músculos extensores de la rodilla en hombres y mujeres de un nivel de actividad normal disminuye rápidamente una vez pasados los 45/50 años. En éste se aprecia como las personas que han realizado actividad física durante toda su vida reducen en un menor porcentaje la pérdida de fuerza (Costil & Wilmore, 1998). Con el objetivo de valorar el aprovechamiento de estos programas de ejercicio físico; se pretende en este estudio, hacer un seguimiento y observar la evolución de la capacidad de aplicar fuerza isométrica máxima, en una muestra de población ubicada en esta franja de edad. Es por ello que se ha elegido esta capacidad

física, ya que parece ser que ésta permite llevar a cabo de una manera más cómoda las tareas diarias, así como tener una cierta influencia en el equilibrio global y como consecuencia el poder disminuir el riesgo de caídas de la gente mayor. Se ha comprobado que los cambios normales del proceso del envejecimiento y las patologías adyacentes, contribuyen al aumento del número de caídas en el AM. Participan en ello factores sensoriales (como la disminución de la percepción de profundidad, la susceptibilidad al deslumbramiento, la disminución de la agudeza visual, y las dificultades en la acomodación), cambios neurológicos (pérdida del equilibrio y de la propiocepción, aumento en el tiempo de reacción), modificaciones cardiovasculares (hipotensión postural y otros), cambios mentales (cuadros de confusión, conducta impulsiva) y modificaciones músculo-esqueléticas (posturas incorrectas y disminución de la fuerza muscular) entre los más destacables (Marín & H, 2000). (Gac E, Marín L, Castro H, Hoyl M, & Valenzuela A, 2003).

Objetivos

Los objetivos de la investigación son

- Valorar la fuerza isométrica máxima (FIM) de los músculos flexores de cadera y extensores de rodilla.
- Estimar la evolución de la FIM entre dos momentos del programa de entrenamiento propuesto.

El presente estudio se ubica en la ciudad de Lérida; cuenta con una población de veinticuatro mil setecientos catorce (24.714) personas que superan los sesenta (60) años de edad, según estadísticas del año 2005. El Municipal d'Acció Esportiva (IMAE), ofrece su servicio de gimnasia de mantenimiento para el adulto mayor, en un total de quince (15) puntos de encuentro, distribuidos por los barrios de la ciudad. (Tabla 1).

Actividad	Número de grupos	Número de alumnos por grupo	Total de alumnos
Gimnasia de mantenimiento	21	25	525
Aquagym	4	20	80
Natación	4	15	60
Tai Chi	2	25	50
Relajación	1	25	25
Totales del programa	30		740

Tabla 1. Descripción de la población a partir de la cual se obtiene la muestra.

Material y método

1. Tamaño de la muestra

Se estimó una muestra de nueve participantes (n=9) inscritos en la actividad de gimnasia de mantenimiento del IMAE, todos ellos del género femenino. En la Tabla 2, se resume el peso, la talla, el Índice de Masa Corporal (IMC) y el peso ideal de estos participantes.

Participante	Peso (Kg.)	Talla (cm.)	IMC (Kg./m ²)	Peso ideal (Kg.)	Valoración cualitativa
1	57,00	145,50	26,90	44,40	Sobrepeso
2	65,00	155,40	26,60	51,70	Sobrepeso
3	42,70	145,70	20,10	44,50	Normal
4	63,80	141,60	31,80	41,80	Obeso
5	63,40	148,90	28,60	46,70	Sobrepeso
6	70,70	158,00	28,30	52,70	Sobrepeso
7	76,00	150,60	33,50	47,80	Obeso
8	75,50	151,20	33,00	48,20	Obeso
9	68,50	148,40	31,10	46,30	Obeso
Promedios	64,73	149,47	28,87	47,12	

Tabla 2. Registro del peso (Kg.), talla (cm.), IMC (Kg./m²) y peso ideal (k.o.) de los participantes.

2. Criterios de selección y exclusión

Los criterios de selección fueron los siguientes: ser del género femenino, la pertenencia al grupo de edad establecido (65 años o más), que acudiesen a los programas de gimnasia de mantenimiento del IMAE, sin conocimiento previo de tal oferta, y cumplimentar favorablemente la hoja del consentimiento informado y el PAR Q.

Se definieron los siguiente Criterios de Exclusión:

- a. Género masculino.
- b. No conformidad con el consentimiento informado.
- c. Certificado médico desfavorable.
- d. Dar alguna respuesta afirmativa en el PAR Q
- e. No pertenecer al programa de gimnasia de mantenimiento del IMAE

3. Material

El peso [Kg] se registraron con una báscula electrónica portátil y la talla [cm] se mediante la utilización de un tallímetro standerizado.

La filmación del experimento se realizó con una video-grabadora SONY DCR-HC 14 E, mini DV y las fotografías se realizaron con una cámara fotográfica digital Kodak CX 4200.

Para evaluar la Fuerza Isométrica Máxima (FIM) se utilizó el siguiente material:

- Ordenador portátil con sistema operativo Microsoft Windows XP®.
- El laboratorio de valoración neuromuscular MuscleLab400® con el software específico Muscledlab V.7.18.
- Sensor de fuerza MuscleLab® (dinamómetro computerizado).
- Prensa horizontal (Press de piernas) para valorar la fuerza isométrica de los extensores de rodilla. (figura 1)
- Estructura (silla) para valorar la fuerza isométrica de los flexores de cadera en posición de sentado. Fabricación propia (Figura 2).
- Para el control de los ángulos articulares se utilizó un goniómetro manual del laboratorio de valoración funcional.



Figura 1. Prensa horizontal para medir la FIM de los músculos extensores de rodilla.



Figura 2. Imagen de la silla utilizada para la evaluación de la FIM en los flexores de cadera.

4. Evaluación

Se pasó un cuestionario de aptitud para el Ejercicio Físico C - AEF, publicado en Abril de 1994, en la revista oficial del Colegio Americano de Medicina Deportiva, para evaluar los posibles riesgos existentes a la hora de realizar actividad física, y la necesidad de realizar un reconocimiento médico deportivo previo a la práctica de actividad física.

5. Ejecución de los test

5.1. Exploración isométrica de los músculos flexores de la cadera

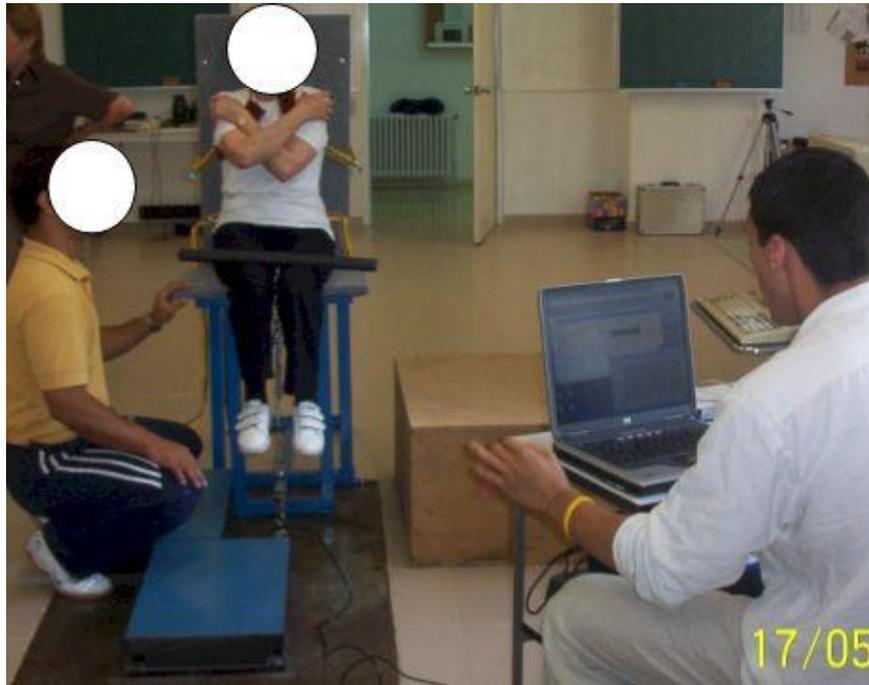


Figura 3. Imagen de un registro de la FIM en la exploración de los flexores de la cadera.

- Cada participante realizó un calentamiento previo específico, antes de pasar a realizar el test.
 - Ubicación (Figura 3):
 - ❖ Los participantes se sentaron sobre la silla, con la espalda totalmente apoyada en el respaldo de la misma, con los pies suspendidos.
 - ❖ El participante fue asegurado a la silla mediante dos cintas laterales a la altura de los hombros, para garantizar la posición recta de la espalda, la cintura se fijada mediante una tercera cinta.
 - ❖ La cadera se ubica a 90° de flexión, al igual que las rodillas.
 - ❖ La mirada se dirige hacia el frente, observando en un punto fijo, previamente establecido.
 - ❖ Los brazos se sitúan cruzados sobre el pecho.
 - El bastón se ubica de manera horizontal sobre los muslos, a diez (10) cm del borde externo de la rodilla flexionada.
 - Se ajusta el cable para que quede tenso, en función de la distancia entre la parte superior de las rodillas y el sensor de fuerza fijado al suelo.
 - El cable se encuentra unido por el extremo inferior al sensor de medición de fuerza isométrica, la cual a su vez se encuentra conectada a un ordenador, con el software Muscledab® y por el extremo superior al punto medio horizontal del bastón de apoyo.
 - El bastón de apoyo tiene una longitud de 50 cm.
 - La parte media del bastón de apoyo y el sensor de fuerza se encuentran perpendiculares, unidos por el cable.
- a. Ejecución de la prueba

Una vez ubicado correctamente el participante y calibrados los equipos, se procede a la ejecución de la prueba. Se le pide al participante que realice una contracción máxima isométrica, de los músculos flexores de la cadera, por espacio de dos (2) segundos. La toma de datos se realiza durante un periodo de cinco (5) segundos para evitar la pérdida de datos. El controlador de registro de datos da la orden de inicio y final de la contracción. Se registra dos (2) intentos, teniendo en cuenta para el estudio, aquel donde se obtengan los valores más elevados.

5.2. Exploración isométrica de los músculos extensores de rodillas



Figura 4. Imagen de un registro de la FIM en la exploración de los extensores de la rodilla.

- Cada participante realizó un calentamiento previo específico, antes de pasar a realizar el test.
- Ubicación (Figura 4):
 - ❖ El participante se sienta en la prensa horizontal, con la espalda totalmente apoyada al respaldo de la silla.
 - ❖ Los pies se colocan separados a la altura de las caderas, en posición paralela, apoyando completamente la planta de los mismos en la zona de apoyo.
 - ❖ Las rodillas deben encontrarse en un ángulo de flexión con un rango entre: 120-125°. El ángulo articular es verificado por un fisioterapeuta, mediante un goniómetro manual.
 - ❖ La mirada se dirige hacia el frente, en un punto fijo, previamente establecido.
 - ❖ Las manos se posan sobre los manubrios ubicados a cada costado de la prensa.
- Se fija un dispositivo de medición de la fuerza isométrica, conectado a un ordenador con el software del Muscledlab®, a un punto fijo bajo la silla de forma que la dirección de la fuerza aplicada por el participante sea la misma que la fuerza de tracción detectada por el sensor.
- Se tensa el cable de manera que se ajuste en función de la distancia existente entre la cadera y el apoyo de los pies, con las rodillas flexionadas en el ángulo indicado.

a. Ejecución de la prueba

Una vez ubicado correctamente el participante y calibrados los equipos, se procede a la ejecución de la prueba. Se le pide al participante realizar una contracción máxima de los músculos extensores de la rodilla, por espacio de dos (2) segundos. La toma de datos se realiza durante un periodo de cinco (5) segundos para evitar la pérdida de datos. El controlador de registro de datos da la orden de inicio y final de la contracción. Se registran dos (2) intentos, teniendo en cuenta para el estudio, aquel donde se obtienen los valores más elevados. Los parámetros registrados en cada prueba son:

- ✦ Fuerza Isométrica Máxima (FIM) en Newton [N]
- ✦ Tiempo en segundos [s]
- ✦ Incremento de fuerza por unidad de tiempo [$N \cdot s^{-1}$].
- ✦ Momento en el que se produce el máximo incremento de fuerza en segundos [s].

6. Análisis de los datos

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS v.11.0; el análisis de la varianza se realizó aplicando una ANOVA, y se aceptó la significación cuando $p \leq 0,05$.

Resultados

Fueron incluidas nueve (9) mujeres que cumplieron los criterios de inclusión enunciados en el Material y Métodos.

La tabla 3 hace referencia a la Fuerza registrada de los músculos extensores de rodillas: Pico máximo de fuerza (PMF), Tiempo (t), Pendiente (m).

S	TEST 1 (T1)			TEST 2 (T2)		
	PMF (N)	t (s)	m	PMF (N)	t (s)	m
1	864,66	2,94	30,48	648,82	4,48	5,81
2	1054,75	4,65	6,71	855,53	4,97	7,33
3	1419,06	5,00	32,00	1554,85	4,97	33,54
4	1023,85	5,00	12,07	1049,04	4,92	14,45
5	682,45	4,29	6,85	744,80	4,52	5,95
6	945,37	4,89	15,70	893,40	4,98	8,84
7	687,03	5,00	9,80	1006,14	4,94	12,25
8	1045,7	4,32	12,44	787,93	4,46	8,30
9	1748,13	4,17	30,80	1562,67	4,51	17,24

Tabla 3. Registro de la fuerza aplicada por los músculos extensores de rodillas: Pico máximo de fuerza PMF; Tiempo t; Pendiente m.

Tabla 4 hace referencia a los músculos flexores de las caderas: Pico máximo de fuerza (PMF), Tiempo (t), Pendiente (m).

S	TEST 1			TEST 2		
	PMF (N)	t (s)	m	PMF (N)	t (s)	m
1	130,52	3,00	64,77	229,05	5,00	32,78
2	218,75	3,21	49,44	139,44	4,96	3,97
3	265,63	4,87	19,28	102,01	2,00	62,80
4	388,75	2,87	25,93	262,90	2,16	50,30
5	316,03	4,24	18,86	219,78	4,75	8,74
6	260,22	3,20	11,69	243,69	4,66	22,15
7	468,28	4,89	75,85	320,11	3,5	40,41
8	350,80	4,92	40,31	156,31	4,86	13,64
9	494,01	2,67	6,85	324,13	3,92	47,88

Tabla 4. Registro de la fuerza aplicada por los músculos flexores de las caderas: Pico máximo de fuerza PMF; Tiempo t; Pendiente m.

Participante	Prensa isométrica				Cadera isométrica			
	Perdida		Ganancia		Perdida		Ganancia	
	IMF	PMF	IMF	PMF	IMF	PMF	IMF	PMF
1	X	X			X			X
2		X	X		X	X		
3			X	X		X	X	
4			X	X		X	X	
5	X			X	X	X		
6	X	X			X	X		
7			X	X	X	X		
8	X	X			X	X		
9	X	X				X	X	
Total	5	5	4	4	6	8	3	1
%	55.55	55.55	44.44	44.44	66.66	88.88	33.33	11.11

Tabla 5. Evolución de los valores del PMF de los participantes entre el PRE- y el POST-test.

Discusión y conclusiones

Una vez revisado y analizados los datos se observa que en la mayoría de los casos (55,55%), los participantes han presentado una pérdida del Pico Máximo de Fuerza (PMF), en los músculos extensores de rodilla. En cuanto a los músculos flexores de la cadera, el 88,88% de los participantes sufrieron una disminución del Pico Máximo de Fuerza (PMF). Y en referencia al Índice de Manifestación de la Fuerza (IMF), el 44,44 % de los participantes presentaron un aumento en los músculos extensores de la rodilla; y en los músculos flexores de la cadera este aumento se dio en el 33,33 % de los casos (tabla 9), y a pesar que $p = 0.051$, consideramos el grado de significación razonable.

Desde esta perspectiva, podemos vaticinar que el programa de actividad física de mantenimiento para la gente mayor, no contribuye de manera específica a la mejora y/o mantenimiento de la FIM, en los músculos extensores de rodilla y flexores de cadera que hemos evaluado.

El test isométrico para los músculos flexores de la cadera realizado, presenta variaciones muy grandes en los registros, lo que nos motiva a considerarlo como no fiable, por parte del grupo investigador. Esto se debe al poco control muscular en la contracción isométrica de este grupo muscular, de igual manera la variación obedece al desequilibrio de fuerza, entre los dos grupos musculares flexores de la cadera contralaterales.

El 44,44 % de los participantes han registrado una mejora del PMF, para los músculos extensores de rodilla, mientras que un 11,11 % lo han hecho para los músculos de flexores de cadera. El 44,44 % de los participantes, han mejorado el IMF de los músculos extensores de rodilla y un 33,33 % lo han hecho para los músculos flexores de cadera.

Se puede concluir que el entrenamiento realizado no ha influido de la misma manera en ambos grupos musculares, ya que en un grupo muscular se aumenta la FIM y el IMF y en el otro se disminuyen tras las nueve (9) semanas del programa de actividad física.

Hay que tener en cuenta que la finalidad que se persigue en este tipo de programas es la de mantener los niveles

de fuerza primando la salud y la calidad de vida sobre el rendimiento. Por lo tanto, el objetivo no se dirige a la mejora de la FIM de la musculatura, sino que busca mantener o evitar la pérdida de los parámetros.

Finalmente, consideramos muy importante destacar que, el test utilizado para la valoración de la FIM en los músculos flexores de cadera, no es representativo ni posee fiabilidad para este tipo de valoración muscular.

Referencias bibliográficas

- Costil, D., & Wilmore, J. (1998). Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo.
- Chirisa Ríos, L. J., Chirisa Ríos, I. J., & Padial Puche, P. (2000). La actividad física en la Tercera Edad. Revista Digital EF y Deportes. <http://www.efdeportes.com/efd18/3aedad1.htm>
- Gac E, H., Marín L, P. P., Castro H, S., Hoyl M, T., & Valenzuela A, E. (2003). Caídas en adultos mayores institucionalizados: Descripción y evaluación geriátrica. Rev. Méd. Chile v.131 n.8 Santiago ago.
- Marín, P., & H, G. (2000). Cambios asociados al envejecimiento. Boletín de la Escuela de Medicina P Universidad Católica de Chile, 29: 11-4.