

# **Análisis electromiográfico del recto del abdomen en dos métodos de trabajo de la fuerza**

*Monfort, M.<sup>1</sup>; Lisón, J.F.<sup>2</sup>; Sarti, MA.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica de la Expresión Corporal

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina.

Unidad de Cinesiología. Universidad de Valencia.

## **Resumen**

La fuerza es una de las cualidades físicas básicas de interés en el desarrollo del ser humano, tanto en su edad temprana como en la adulta. Son muchos los métodos utilizados para el desarrollo de esta. En el siguiente trabajo analizamos mediante electromiografía de superficie a 10 sujetos sanos que utilizan dos métodos de entrenamiento de la fuerza sobre la musculatura del recto del abdomen, uno continuo y otro fraccionado. Por otro lado, se estudia el comportamiento de la intensidad de contracción de este músculo variando la frecuencia de movimiento y manteniendo constante los intervalos de tiempo de trabajo.

Los resultados nos muestran una mayor intensidad de contracción de la musculatura del recto del abdomen durante el método fraccionado y en los movimientos ejecutados a una mayor frecuencia.

## **Introducción**

El desarrollo de la fuerza y la endurance de la musculatura abdominal es uno de los objetivos en la preparación física del individuo. La mayoría de los trabajos experimentales sobre el tema están de acuerdo en que el ejercicio de levantamiento de cabeza y cintura escapular mediante una acción de enrollamiento hacia el ombligo practicado desde supino (ET), es el ejercicio que maximiza la actividad sobre el músculo recto mayor del abdomen (RA) y minimiza el estrés sobre el aparato locomotor. (Halpern, Ricci, Guimaraes, Richardson, Monfort).

Igualmente, Sarti, Flint, Lipetz, Gutin han demostrado que la actividad sobre los segmentos superiores del RA es mayor que sobre la porción inferior del músculo durante cualquier variedad de ejercicio abdominal practicado desde supino.

Por último, destacar que en la literatura científica sobre el tema únicamente los resultados del trabajo de Godfrey refieren que el reclutamiento de unidades

motoras es mayor durante altas velocidades de ejecución de los ejercicios abdominales.

El presente trabajo trata de establecer la influencia de distintas velocidades de ejecución en ejercicios de abdominales y la efectividad de dos métodos de entrenamiento, sobre la intensidad de la contracción del RA.

## Material y métodos

### Participantes:

Se estudian 10 hombres voluntarios, estudiantes de Educación Física. Características antropométricas promediadas. Se excluyen aquellos sujetos con historia de patología raquídea o cirugía abdominal previa.

### Procedimiento:

A todos los participantes se les informa de la forma, velocidades y métodos de ejecución del ejercicio. Cada individuo ejecuta tres series de 10 repeticiones del ejercicio ET a tres velocidades de ejecución distintas, la duración de una repetición del ejercicio fue: en la primera (V1), tres segundos (1° sube, 2° mantiene, 3° baja); la segunda (V2) dos segundos (1° sube y 2° baja); la tercera (V3) 1 segundo (½ sube - ½ baja). Entre cada serie existe un descanso de 5 minutos para evitar el efecto de la fatiga.

Tras un descanso de 15 minutos, se ejecutan 50 repeticiones de ET con dos métodos de entrenamiento distintos: 1° “*continuo*”: que consta de una serie de 50 repeticiones, 15 minutos de descanso; y 2° “*fraccionado*” (Weineck J) que consta de 4 series de (15-15-10-10 rep.) con 30 segundos de descanso entre series. La velocidad de ejecución fue V1 en los dos métodos.

### Instrumentos y registro:

La actividad eléctrica del músculo RA derecho se registró con un Muscle Tester ME3000 (Mega Electronics Ltd) de dos canales. La piel en el sitio de la colocación de los electrodos se preparó según Anderson. Se colocaron un par de electrodos de superficie (AgCl) sobre el RA derecho a 3 cm. de la línea alba, paralelos a las fibras musculares y en la parte central de cada uno de los dos segmentos superiores del músculo (Clarys), considerándolos desde el proceso xifoideo. La distancia entre el centro de los dos electrodos del par mayor de 2 cm. El electrodo de tierra se situó sobre la quinta costilla derecha.

El Muscle Tester ME 3000 es un microordenador portátil, que registra, amplifica y almacena digitalmente la señal eléctrica sobre una tarjeta de memoria como señal EMG analógica e integrada. La sensibilidad del

preamplificador es de 1 microvoltio con una banda de 20-500 Hz. El microordenador convierte la señal analógica en digital, estas son transformadas en valores absolutos (full wave rectification). Los valores EMG absolutos se integraron cada 0,1 segundo. Los datos almacenados en el ME-3000 se transfieren a través de un cable óptico a un ordenador equipado con el software ME-3000 v.1.4, para su posterior análisis.

**Datos de estudio:**

Para el estudio de la intensidad de la contracción del músculo a distintas velocidades se determina, la media y el área de la actividad eléctrica en microvoltios(uV) en:

- a) las tres velocidades de ejecución durante 6 seg. del registro de iEMG de cada una de ellas.
- b) las fases concéntrica y excéntrica en cada una de las tres velocidades de ejecución del ejercicio de los 6 segundos seleccionados.
- c) las fases concéntrica-isométrica-excéntrica, del ejercicio ejecutado a la velocidad 1(3s/rep.), cada fase duró 1 segundo.

Para el estudio del método de entrenamiento fraccionado y continuo se determina la media y el área de la actividad eléctrica en uv. de las 50 repeticiones que corresponden a un periodo de actividad del músculo de dos minutos y 20 segundos. Además, se seleccionan al azar 10 repeticiones en cada método de entrenamiento y se determina la media y el área de la actividad eléctrica de las fases concéntrica, isométrica y excéntrica de cada una. Cada fase corresponde a un segundo de actividad eléctrica del registro de iEMG de una repetición del ejercicio.

**Resultados:**

El análisis preliminar de nuestro estudio muestra los siguientes resultados:

Los valores de la media y el área de la actividad eléctrica durante la V3 fueron mayores (Tabla 1). Durante las velocidades V1 y V2 las fases concéntricas fueron más intensas que las excéntricas. Durante el ejercicio ejecutado a velocidad V1, la actividad de la fase isométrica fue más intensa que la concéntrica y la excéntrica. Por último, el método de entrenamiento fraccionado mostró una intensidad de contracción ostensiblemente mayor que la generada por el método continuo (Tabla 2). Así mismo, se observó que la mayor intensidad del método fraccionado se concentró en las fases isométrica y excéntrica.

TABLA 1

	MEDIA	ÁREA
V1	**	**
V2	*	*
V3	***	***

\* Índice de sollicitación de la intensidad de contracción muscular. V1- velocidad de ejecución 3 seg. por repetición. V2- velocidad de ejecución 2 seg. por repetición.

V3- velocidad de ejecución 1 seg. por repetición.

TABLA 2

	MEDIA Concéntrica	ÁREA Concéntrica	MEDIA Excéntrica	ÁREA Excéntrica
Continuo	*	*	*	*
Fraccionado	***	***	***	***

\* Índice de sollicitación de la intensidad de contracción muscular.

## Discusión

Del análisis de nuestros resultados se desprende que el entrenamiento fraccionado es más efectivo que el continuo. Esto confirma la teoría del entrenamiento citada por Grosser sobre la densidad del estímulo. El hecho de retardar la fatiga y de ser más intenso, hacen que el método fraccionado sea idóneo para el acondicionamiento de la musculatura abdominal. Además, este método es recomendable para cualquier sujeto independientemente del nivel de condición física que posea.

La intensidad de contracción conseguida con la velocidad (V3) fue mayor que la obtenida con las otras velocidades, lo que sugiere que practicar ejercicios

abdominales a una velocidad 1 rep/seg., consigue una intensidad de contracción mayor para un mismo periodo de tiempo. Estos resultados soportan los obtenidos por Godfrey a altas velocidades de ejecución de ejercicios abdominales.

Los resultados de los párrafos superiores sugieren que si utilizamos el método de entrenamiento fraccionado y además aumentamos la velocidad de ejecución del ejercicio, aumentamos la intensidad del entrenamiento. Con lo que estaríamos transformando un trabajo prioritariamente de volumen en un trabajo de intensidad y además podríamos mantener niveles de intensidad altos durante periodos de tiempo mayores retardando la fatiga (Grosser).

Nuestros resultados apoyan los obtenidos por otros autores (Komi) al demostrar que la tensión generada durante la fase isométrica del ejercicio es notablemente mayor que durante las fases dinámicas de la contracción. Este hecho es importante dado que los músculos abdominales durante las actividades cotidianas son músculos posturales (Gracovetsky). Quedando pendiente como tema de estudio el hecho, de que, si un entrenamiento isométrico de estos músculos incidiría en una mejora de la fuerza desarrollada por los mismos.

## **Bibliografía**

- ANDERSON, AB.; CHAMPION, S.H.S. (1988): Skin preparation for surface EMG. Proceeding of the Bicentennial National Conference, Canberra.
- CLARYS, J.P.; CABRI, J. (1993): Eletromyographic study of the anterolateral abdominal musculature utilizing inwelling electrodes. *American Journal of Physical Medicine* 51 (3:113-129).
- FLINT, MM.; GUDGELL, J. (1965): Electromyographic study of abdominal muscular activity during exercise. *The Research Quaterly* 36(1): 29-37.
- GODFREY, KE.; KINDING, LE.; WINDELL EJ. (1977): Electromyographic study of duration muscle activity in sit ups variations. *Arch. Phys. Med. Rehab* 58(3): 132-5.
- GRACOVETSKY, S.; FAFAN, H.; HELLUER, C. (1985): The Abdominal Mechanism. *Spine* 10: 317-124.
- GROSSER, M. STARISCHKA, E. CIMMERMAN, S. (1988): Principios del entrenamiento deportivo. Ed. Martínez Roca. Barcelona pp. 36.
- GUIMARAES, ACS.; VAZ, MA.; DE CAMPOS MIA.; MARANTES R. (1991): The contribution of the rectus femoris in twelve selected abdominal exercises. An electromyophic study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 31(2): 222-230.
- GUTIN, B.; LIPETZ, S. (1971): An electromyographyc investigation of the rectus abdominis in abdominal exercises. *Res. R. Am. Assoc. Health Phys* 42: 256-263.
- HALPERN, AA.; BLECK, EE. (1979): Sit Up exercises: An Electromyographic study. *Clinical Orthopaedics* 172: 172-178.

- KOMI, PV. (1984): Physiological and Biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sports Sciences Reviews* 81-121.
- LIPETZ, S.; GUTIN, B. (1970): An electromyographic study of four abdominal exercises. *Medicine and Science in Sports* 2(1): 35-38.
- MONFORT, M.; SARTI, MA.; SANCHIS, C. (1996): Actividad eléctrica del Músculo Recto Mayor del Abdomen en Ejercicios Abdominales. Estudio Cualitativo. *Apunts de Medicina de l'esport* (en prensa).
- RICCI, B.; MARCHETTI, M.; FIGURA, F. (1981): Biomechanics of sit up exercises. *Med. Sci. Sports. Exer* 13 (1): 54-59.
- RICHARDSON, C.; JULL, G.; TOPPENBERG, R. AND COMEFORD, M. (1990): An intial evaluation of eight abdominal exercises for their ability to provide estabilization for the lumbar spine. *Australian Physiotherapy*. vol36, 1: 6-11.
- RICHARDSON, C.; JULL, G.; TOPPENBERG, R. AND COMEFORD, M. (1992): Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Australian Physiotherapy*. vol38, 2: 105-112.
- SARTI, M.A.; MONFORT, M.; FUSTER, M.A. (1996): Intensidad de la contracción del Músculo Recto Mayor del Abdomen. Estudio Electromiográfico. *Archivos de Medicina del Deporte* (en prensa).
- WEINECK, J. (1988): *Entrenamiento óptimo*. Ed. Hispano Europea. Barcelona