

# **FATIGA Y ESTABILIDAD DEL TRONCO: EFECTO DE LA RECUPERACIÓN Y DIFERENCIAS EN FUNCIÓN DEL SEXO**

Raquel Vaquero-Cristóbal<sup>1</sup>, David Barbado<sup>2</sup>  
y Francisco José Vera-García<sup>2</sup>

1. Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia.
2. Laboratorio de Biomecánica y Salud. Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández.

Correspondencia: rvaquero@ucam.edu

---

## INTRODUCCIÓN

La fatiga tiene un efecto importante sobre el reclutamiento muscular y el control del tronco. Así, estudios previos han encontrado que la fatiga aumenta la oscilación postural del tronco en tareas dinámicas (Granata & Gottipati, 2008), así como la coactivación de los músculos extensores y flexores del tronco en preparación ante fuerzas flexoras aplicadas de forma súbita (Granata, Orishimo & Sanford, 2001). Además, en un estudio realizado con gimnastas de élite, Van Dieën, Luger & Van der Eb (2012) encontraron que un protocolo de fatiga de 10 min (4 series de 5 repeticiones de un pino mantenido sobre barra) redujo el control del equilibrio del tronco sobre un asiento inestable. Por otro lado, no tenemos constancia de estudios que hayan analizado cuánto tiempo permanecen los efectos de la fatiga sobre la estabilidad o en qué medida la relación fatiga-estabilidad está modulada por variables como el sexo, el momento de inercia del tronco o la altura. Por ello, realizamos un estudio cuyos objetivos fueron los siguientes: a) determinar el efecto de la fatiga inducida por un test isocinético de flexo-extensión máxima del tronco sobre la estabilidad del tronco en sedestación; b) conocer la duración de este efecto durante un periodo de recuperación; y c) analizar la influencia del sexo en la relación fatiga-estabilidad.

## MÉTODO

### *Participantes*

Treinta y nueve adultos jóvenes (media de edad: 25,20±4,00 años), 20 de ellos hombres (talla: 170,40±5,80 cm; masa: 74,95±8,41 kg) y 19 mujeres (talla: 164,24±5,24 cm; masa: 58,47±8,11 kg), participaron voluntariamente en este estudio.

### *Procedimiento*

El protocolo consistió en la realización de cinco test de estabilidad del tronco antes e inmediatamente después de un test de fatiga de la musculatura del tronco. Para realizar los test de estabilidad los participantes se sentaron sobre un asiento inestable (Van-Dieën et al., 2012), el cual estaba situado sobre una plataforma de fuerzas. El asiento tenía una hemiesfera en su base que le confería una gran inestabilidad. Las piernas de los participantes estaban fijadas a un reposapiés (solidario con el asiento) para limitar su participación. Durante la prueba se utilizó un software para dar información visual a los participantes del desplazamiento del centro de presiones (CoP) y para presentar un punto criterio (PC) que se movía describiendo una trayectoria circular. Se pidió a los participantes que ajustaran su CoP al PC lo máximo posible en todo momento. Cada uno de los cinco test pre- y post-fatiga tuvo una duración de 70 s, dejando 30 s de descanso entre test. Respecto al protocolo de fatiga, éste se realizó en un dinamómetro isocinético y consistió en 4 series de 15 flexo-extensiones máximas, consecutivas y concéntricas del tronco a 120º/s. El rango de movimiento en cada repetición fue de 50º (desde 30º de flexión, hasta 20º de extensión respecto a la posición vertical) y el descanso entre series de 1 min. Para valorar la estabilidad del tronco se calculó el error radial medio (ERM = diferencia entre el CoP y el PC) en cada uno de los 10 test realizados sobre el asiento inestable (cinco pre-fatiga y cinco post-fatiga).

### RESULTADOS

Tras la aplicación del ANOVA, el protocolo de fatiga tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento en el test de estabilidad ( $F=769,16$ ;  $p<0,001$ ). Los valores del ERM mostraron una ligera disminución a lo largo de los cinco test pre-isocinético. En el primer test post-fatiga se observó un gran incremento del ERM ( $p<0,05$ ), que fue disminuyendo paulatina y significativamente durante los siguientes test post-fatiga. Por otra parte, el sexo no tuvo un efecto significativo sobre la variable ( $F=2,27$ ;  $p=0,140$ ), aunque las mujeres mostraron un menor ERM que los hombres a lo largo de todos los test de estabilidad.

### DISCUSIÓN

El principal hallazgo de la presente investigación fue que el protocolo isocinético de fatiga de la musculatura del tronco redujo el rendimiento en los test sobre asiento inestable, apoyando los resultados obtenidos por Van-Dieën et al. (2012). A diferencia de trabajos previos, en nuestro estudio se realizaron varias medidas de estabilidad del tronco tras el protocolo de fatiga, lo que permite analizar la duración de los efectos de la fatiga muscular. Según nuestros datos, estos efectos se disiparon durante los 4 min posteriores a la

finalización del protocolo de fatiga. Teniendo en cuenta que el déficit en el control neuromuscular de la estabilidad del tronco se considera un factor de riesgo de dolor lumbar (Borghuis, Hof & Lemmink, 2008; Zazulak, Cholewicki & Reeves, 2008), este tiempo debería ser tenido en cuenta a la hora de planificar medidas para la prevención de esta patología. Así, por ejemplo, tras una serie de esfuerzos intermitentes que fatiguen la musculatura del tronco (ej.: ejercicio en remoergómetro, ejercicios de fortalecimiento abdominal y lumbar, etc.), se deberían planificar periodos de recuperación de al menos 4 min antes de realizar tareas que comprometan la estabilidad del tronco.

En cuando al efecto del sexo en la relación fatiga-estabilidad, no se encontraron diferencias entre hombres y mujeres en la evolución del ERM a lo largo de los diferentes test de estabilidad. Estos resultados parecen diferir de los encontrados por Granata et al. (2001), los cuales registraron en las mujeres una mayor cocontracción en los músculos del tronco en preparación ante cargas súbitas. No obstante, en el trabajo de Granata et al. (2001) no se valoró directamente la estabilidad del tronco, por lo que es complejo comparar los resultados de ambos estudios.

En conclusión, independientemente del sexo, la fatiga aguda provocada por varias series de esfuerzos máximos de flexo-extensión del tronco redujo el control de la estabilidad del tronco sobre un asiento inestable. Los efectos negativos de la fatiga desaparecieron tras 4 min de recuperación. Esta información podría ser útil para programar periodos de recuperación en sesiones de fortalecimiento muscular.

#### REFERENCIAS

- Borghuis, J., Hof, A. L., Lemmink, K. A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Medicine*, 38(11), 893-916.
- Granata, K. P., Orishimo, K. F. & Sanford, A. H. (2001). Trunk muscle coactivation in preparation for sudden load. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 11(4), 247-254.
- Granata, K. P. & Gottipati, P (2008). Fatigue influences the dynamic stability of the torso. *Ergonomics*, 51(8), 1258-1271.
- Van-Dieën, J. H., Luger, T. & Van der Eb, J. (2012). Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1307-1313.
- Zazulak, B., Cholewicki, J., Reeves, N. P. (2008). Neuromuscular control of trunk stability: clinical implications for sports injury prevention. *Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 16(9), 497-505.