

## TRABAJOS DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

# TIEMPOS DE RECUPERACIÓN NEUROMUSCULAR EN CORREDORES AMATEURS DE LA CIUDAD DE ROSARIO

## NEUROMUSCULAR RECOVERY TIME OF AMATEUR RUNNERS FROM ROSARIO CITY

RODRIGO NIETO<sup>1</sup>  
DANIEL RODRIGO SANCIO<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Licenciado en Educación Física con Orientación en Ciencias del Ejercicio (UCU-CRR). Maestrando en Didáctica de la Educación Física (UNR).  
[RodrigoNieto76@gmail.com](mailto:RodrigoNieto76@gmail.com)

<sup>2</sup> Licenciado en Educación Física con Orientación en Ciencias del Ejercicio (UCU-CRR). Docente e Investigador UCU. Maestrando en Didáctica de la Educación Física (UNR).  
[ddanielsancio@gmail.com](mailto:ddanielsancio@gmail.com)

## RESUMEN

Desde que corre para sobrevivir hasta hacerlo como disciplina deportiva, el ser humano constantemente expone su cuerpo a un estado de fatiga que afecta los niveles de coordinación y fuerza muscular, causando una disminución del rendimiento físico.

El objetivo fue analizar el nivel de fatiga neuromuscular provocado por una carrera de 10km, a fin de determinar el tiempo óptimo de recuperación para esta distancia.

La muestra estuvo conformada por 10 corredores amateurs masculinos de la ciudad de Rosario de entre 25 y 40 años, pertenecientes a un mismo grupo de entrenamiento, con experiencia previa en carreras de 10km. El estado de fatiga fue evaluado a partir del salto con contramovimiento (CMJ), *sprint* de 10m y percepción subjetiva del esfuerzo (EEP), registrando los valores pre carrera de 10km a máxima intensidad y post carrera a los 10', 2hs, 24hs y 48hs.

Los resultados mostraron que a las 2hs es cuando se observan los mayores niveles de fatiga, representados por el tiempo de *sprint* más alto ( $2,215\pm 0,1s$ ), el CMJ más bajo ( $29,45\pm 1,15cm$ ) y más lento ( $491,2\pm 12,46ms$ ), recuperándose a partir de las 24hs, hasta llegar a valores similares a los pre carrera a las 48hs. La EEP fue máxima ( $9.5\pm 0.52$ ) a los 10' y luego descendió significativamente, incluso con las variables neuromusculares aún deprimidas. Se concluye que los corredores necesitarán más de 24hs de recuperación, esperando entre 36hs y 48hs para volver a realizar una carga de entrenamiento intensa, con el sistema neuromuscular recuperado.

**Palabras clave:** recuperación, fatiga, entrenamiento, running

## ABSTRACT

Since human beings run either to survive or as a sports discipline, they constantly expose their bodies to a fatigue condition that affects both coordination and muscular strength leading to a decrease in their physical performance.

The aim was analyzing the neuromuscular fatigue level caused by a 10 km career and establishing the ideal recovery time for that distance.

The sample included 10 male amateur runners from Rosario city aged between 25 and 40 years old. All of them belonged to the same training group and had previous experience in 10 km careers. Fatigue condition was evaluated after the countermovement jump (CMJ), the 10m sprint and the rating of perceived effort (RPE). Registers were made both pre-career (a 10 km career to a maximum intensity) and post-career (10 minutes, 2 hours, 24 hours and 48 hours after it).

Results showed that highest levels of fatigue appear 2 hours after the career, represented by the highest sprint time ( $2,215\pm 0,1s$ ), the lowest CMJ

(29,45±1,15cm) and also the slowest CMJ (491,2±12,46ms). Recovery begins 24 hours after the career until reaching similar values to the pre-career ones 48 hours after it. The highest RPE (9.5±0.52) appeared 10 minutes after the career and then decreased significantly, though neuromuscular variables were still depressed. We concluded that runners will need more than 24 hours for recovering, waiting among 36 and 48 hours for realizing an intense training with their neuromuscular system fully recovered.

**Key words:** recovery, fatigue, training, running.

## INTRODUCCIÓN

*Running* es el término utilizado para denominar a la disciplina deportiva que, hermanada con el atletismo y ligada a un contexto de globalización y consumo (Hijós, 2018), nuclea a personas que adoptan el correr como estilo de vida, ya sea de manera competitiva o participativa y, en muchos casos, por la finalidad de compartir experiencias con sus pares (Gil, 2018).

Si bien en los últimos años la disciplina ha sufrido una leve disminución a nivel global respecto a la participación en carreras desde su pico de popularidad en 2016 (Andersen, 2021), difícilmente el ser humano deje de correr, debido a que esta capacidad (junto a otras) fue lo que permitió subsistir como especie, adaptándose al medio y evolucionando desde la cuadrupedia a la bipedestación. Correr para cazar y no ser cazado (Alvaro, 2014).

Esta actividad evolucionó de ser una forma de supervivencia hace varios millones de años hasta convertirse en la disciplina deportiva que hoy conocemos practicada tanto en grandes urbes como en zonas rurales (Hijós, 2018), donde, al igual que en otros deportes, el ser humano realiza un determinado esfuerzo físico, exponiendo su cuerpo a un estado de fatiga.

Esta condición es entendida como la disminución transitoria o incapacidad de mantener un nivel requerido de fuerza muscular, cuya consecuencia será la reducción y detención del esfuerzo, dificultando el logro de una actividad física (Rodríguez, 2015). El estado de fatiga será producto de mecanismos neuromusculares que deben ser examinados según una variedad de tipos de ejercicios considerados como inductores de la misma (Bigland et al. 1984; Mizelman, 2018).

La fatiga podrá ser central o periférica, según si afecta el sistema nervioso central o si afecta únicamente a las propiedades contráctiles del músculo y a la velocidad de transmisión y conducción del potencial de acción de las terminaciones nerviosas a lo largo del sarcolema (Gandevia, 2001).

Cuando la fatiga se hace presente, se pueden observar cambios estructurales en el músculo (daño muscular, falla de acoplamiento de excitación-contracción), lo cual disminuye la generación de fuerza y la velocidad del ciclo de estiramiento-acortamiento (Nicol et al., 2007; Mizelman, 2018), y su tiempo de recuperación dependerá, entre otras cosas, de las características del ejercicio realizado (Carrol, 2017).

Los corredores amateurs, también conocidos como *runners*, se caracterizan por el fuerte compromiso y euforia hacia la actividad, influido por la liberación de endorfinas y leptina (Fernández et al., 2015), motivados por el objetivo de conseguir progresos significativos y logros concretos, pero manteniendo su propia apología hacia el deporte (Gil, 2002), muchas veces alejada del comportamiento riguroso de atletas élite.

Esta forma de vivir la disciplina, donde el rendimiento recibe un papel preponderante pero que habitualmente no se añaden suficientes programas específicos para favorecer la recuperación, llevará al corredor a aumentar el nivel de riesgo de lesión por sobrecarga (Ascensão et al., 2003).

Por lo cual, será importante respetar el tiempo de recuperación, entendiendo que, según la duración, intensidad y modalidad del ejercicio, podrán tomar minutos, horas, días o hasta meses en recuperarse y adaptarse (Mujika, 2013).

Existe evidencia que demuestra que luego de una carrera de maratón, la fatiga neuromuscular experimentada puede durar entre 2 y 5 días (Petersen et al., 2007), mientras que volver a correr a las 48hs posteriores a una media maratón no parecería tener un impacto negativo en la recuperación del daño muscular (Martinez-Navarro et al., 2021). Por otro lado, 72hs de recuperación ya sea pasiva o activa, pueden dar como resultado un rendimiento similar en una carrera de 5km (Bosak, 2008).

Es por ello que los corredores amateurs deberán ser conscientes que una carrera produce cambios sustanciales en torno a las medidas físicas y subjetivas de la fatiga (Wiewelhove et al. 2018) y comprender la importancia de los tiempos de recuperación para volver a entrenar con normalidad.

Por tanto, el objetivo de este trabajo será evaluar el nivel de fatiga neuromuscular provocado por una carrera de 10km, a fin de determinar el tiempo óptimo de recuperación para esta distancia en corredores amateurs.

## **MÉTODOS**

El tipo de investigación es de orden descriptivo con un enfoque cuantitativo (aunque presenta un instrumento de medición cualitativo), utilizando un muestreo no probabilístico conformado por 10 corredores amateurs masculinos de entre 25 y

40 años, pertenecientes a un mismo grupo de entrenamiento o *running team* de la ciudad de Rosario.

Al momento de las evaluaciones, los participantes no debieron presentar lesiones o algún tipo de dolor que le impidiese realizar la carrera o las pruebas de rendimiento. Además, todos llevaban al menos 2 años perteneciendo al mismo grupo de entrenamiento y han participado en un mínimo de 4 carreras de 10km de calle.

La capacidad neuromuscular fue evaluada de manera doblemente indirecta, utilizando el salto contramovimiento (CMJ) y un *sprint* corto de 10 metros a máxima velocidad, con el objetivo de obtener información sobre la fuerza y potencia funcional de la musculatura del tren inferior (Škof & Strojnik, 2006).

Para evaluar la altura y tiempo de vuelo del CMJ se utilizó una alfombra de contacto Axon Jump T, respetando el protocolo de Bosco (1992). El tiempo del *sprint* fue registrado con dos barreras fotocélulas de simple haz marca Procell (software ChronoJump 1.7.1) ubicadas a 1.5m de distancia entre emisor y reflector, y a 0.9m de altura.

Estas evaluaciones fueron realizadas a los 10' pre carrera de 10km y post carrera a los 10', 2hs, 24hs y 48hs de haber finalizado la misma. El procedimiento contó con una entrada en calor estandarizada de 15' duración, que fue repetida en las evaluaciones post carrera (exceptuando en la de los 10').

Primero fue realizado el CMJ y luego el *sprint* de 10 metros, con una pausa intra-evaluación de 3'. Además, tanto al finalizar los 10km como después de los test, se registró la percepción subjetiva del estado de fatiga por medio de la escala de esfuerzo percibido (EEP) Borg CR-10, modificada por Foster y colaboradores (2001).

Cabe destacar que se les pidió a los participantes realizar los 10km buscando lograr su mejor registro en esa distancia.

Este trabajo se desarrolló conforme a la Guía para Investigaciones con Seres Humanos del Ministerio de Salud de la República Argentina (Resolución 1480/2011) y aprobado por el decanato de la Facultad de Ciencias de la Comunicación y Educación de la Universidad de Concepción del Uruguay. Por otra parte, fue entregada la correspondiente carta de consentimiento informado a cada uno de los evaluados, dejando en claro la participación voluntaria y, si así lo desease, la posibilidad de retirarse sin completar la totalidad del estudio.

## **RESULTADOS**

Para el análisis estadístico fue aplicada la técnica de análisis de la varianza, con un nivel de significación del 5% ( $p$ . value < 0.05).

		Pre	10'	2hs	24hs	48hs
Altura (cm)	CMJ	34,11 ± 1,18	33,93 ± 1,24	29,45 ± 1,5	32,39 ± 0,94	34,12 ± 0,95
Tiempo de vuelo (ms)	CMJ	27,6 ± 7,79	525,9 ± 8,79	491,2 ± 12,46	511,7 ± 7,81	527,6 ± 7,33
Sprint (s)		2,035 ± 0,12	2,115 ± 0,12	2,215 ± 0,1	2,15 ± 0,11	2,055 ± 0,11
EEP		0	9,5 ± 0,52	2,8 ± 0,63	2,2 ± 0,42	1,7 ± 0,67

Tabla 1 Media y desvíos de las variables neuromusculares y escala de esfuerzo percibido en los diferentes momentos de evaluación. Fuente: elaboración propia.

Respecto a la altura del salto y el tiempo de vuelo ( $r = 0.99$ ), se pudo observar tres momentos homogéneos con promedios similares (pre, 10' y 48hs), un momento con un promedio significativamente menor (24hs) y un tercer momento con un promedio significativamente menor a este último (2hs).

Por otra parte, en cuanto al promedio de los *sprints*, el tiempo a las 2hs fue significativamente mayor a los otros momentos, con excepción de las 24hs ( $p < 0.051$ ). Tanto pre carrera como a las 48hs de recuperación se registraron promedios significativamente más bajos que los demás.

Cabe destacar que a las 2hs es cuando se observan los niveles más altos respecto al estado de fatiga, reponiéndose a partir de las 24hs, hasta llegar a valores pre carrera a las 48hs (Figura 1).

En cuanto a la EEP, a los 10' de finalizar los 10km, el promedio fue significativamente mayor a los otros momentos, registrando valores pico en la escala.

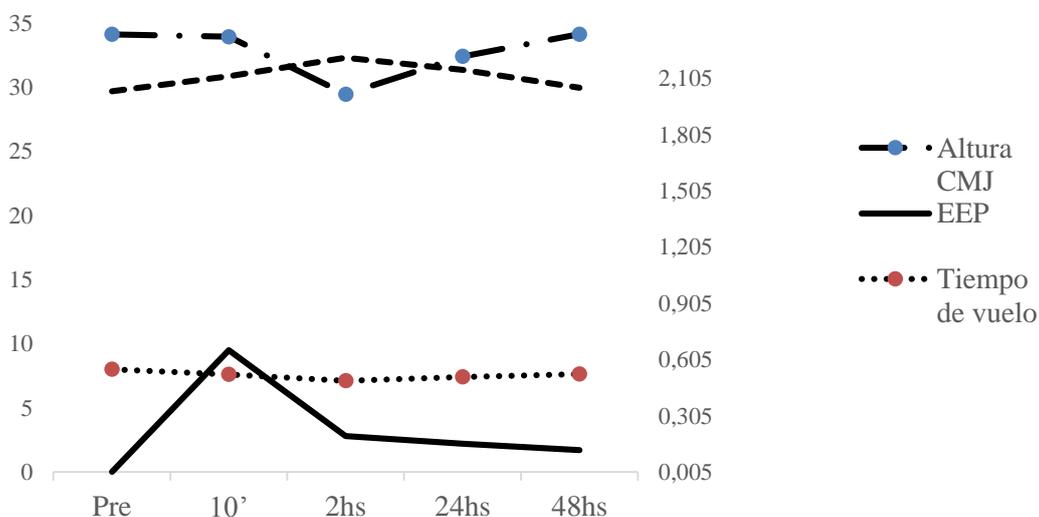


Figura 1 Comportamiento de los promedios de las variables estudiadas en el tiempo. Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

Los datos recolectados en esta investigación indican que los tiempos óptimos de recuperación, después de una carrera de 10km a máxima intensidad en corredores amateurs, se encuentran a las 48hs de finalizada la misma.

Pudo observarse cómo, tanto los valores registrados en el CMJ como el tiempo de *sprint*, manifiestan estado de fatiga durante las evaluaciones en las primeras 24hs de finalizada la carrera ( $p < 0.05$ ), seguido por una notable mejoría en la recuperación a las 48 hs, obteniendo valores que no muestran diferencias significativas a los registrados pre carrera.

Uno de los puntos a discutir en este trabajo, tiene que ver con la falta de estandarización de un protocolo de recuperación, ya que los participantes utilizaron los métodos que realizan habitualmente respecto al descanso, nutrición e hidratación.

Por otra parte, la EEP parecería ser un buen indicador del estado de fatiga únicamente al momento de finalizar con la carga de entrenamiento, ya que a los 10' de finalizada la carrera llegó a su pico máximo (9-10) y se restableció a las pocas horas, incluso con los valores de las variables neuromusculares aún deprimidos. De igual manera, se considera conveniente utilizarla periódicamente para que el corredor se familiarice con la tabla y tanto él como su entrenador puedan conocer y valorar el estado de fatiga de manera práctica al finalizar la sesión de entrenamiento.

En acuerdo con lo planteado por Bozak et. al (2009), podemos concluir que los corredores necesitarán más de 24hs de recuperación para retornar el estado de fatiga a niveles pre carrera.

Será tema de futuras investigaciones analizar qué métodos de recuperación son los más adecuados en corredores amateurs en esta distancia.

Por tanto, luego de una carrera de 10km a la máxima intensidad, se recomienda esperar entre 36 y 48hs hasta volver a realizar una carga de entrenamiento intensa, y así poder contar con una óptima recuperación tanto a nivel neuromuscular y metabólico como psicológico.

## REFERENCIAS

Andersen, JJ (1 de Marzo, 2021) *The State of Running 2019*. Runrepeat.com. <https://runrepeat.com/state-of-running>

Ascensão, A.; Magalhães, J.; Oliveira, J.; Duarte, J.; Soares, J. (2003). Fisiología da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*.

Bigland-Ritchie B, Woods JJ. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle Nerve*. 1984 Nov-Dec; 7(9):691-9. doi: 10.1002/mus.880070902. PMID: 6100456..

Bosak A, Bishop P, Smith J, Green J, Richardson M, Iosia M. (2009). Comparison Of 5km Running Performance After 24 And 72 Hours Of Passive Recovery. *The Sport Journal*, 12 (04).

Bosak, A. (2008). Active versus Passive Recovery in the 72 Hours after a 5-Km Race. *The sport journal*, 11 (3).

Carroll TJ, Taylor JL, Gandevia SC. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. (1985) *J Appl Physiol*. 2017 May 1;122(5):1068-1076. doi: 10.1152/japplphysiol.00775.2016. Epub 2016 Dec 8. PMID: 27932676.

Fernandes M, Matthys D, Hryhorczuk C, Sharma S, Mogra S, Alquier T, Fulton S. (2015). Leptin Suppresses the Rewarding Effects of Running via STAT3 Signaling in Dopamine Neurons. *Cell metabolism*. 22. 10.1016/j.cmet.2015.08.003.

Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001 Feb;15(1):109-15. PMID: 11708692.

Gandevia, Simon. (2001). Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. *Physiological reviews*. 81. 1725-89. 10.1152/physrev.2001.81.4.1725.

Gil, G. (2018). "Deporte y estilos de vida. El running en Argentina". *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología* 30: 43-63. doi: <https://dx.doi.org/10.7440/antipoda30.2018.03>.

Gil, G. (2020). Entre lo apolíneo y lo dionisiaco. Etnografía de dos *running teams*. *Cuadernos De antropología Social*, (51). <https://doi.org/10.34096/cas.i51.5378>

Hijós, M. (2018). ¿Todos podemos ser corredores?: Un análisis sobre la comunidad runner y su vínculo con el mercado; *Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Educação Física e Desportos; ARQUIVOS em MOVIMENTO*; 14; 2; 12-2018; 22-38

Hijós, M. N. (2018). La historia del running en Argentina. *Materiales Para La Historia Del Deporte*, (17), 122–135. Recuperado a partir de [https://www.upo.es/revistas/index.php/materiales\\_historia\\_deporte/article/view/2909](https://www.upo.es/revistas/index.php/materiales_historia_deporte/article/view/2909)

Martínez-Navarro I, Montoya-Vieco A, Hernando C, Hernando B, Panizo N, Collado E. (2021) The week after running a marathon: Effects of running vs elliptical training vs resting on neuromuscular performance and muscle damage recovery, *European Journal of Sport Science*, DOI: [10.1080/17461391.2020.1857441](https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1857441)

Mizelman, E (1 de Mayo, 2018). Vertical Jump As a Measure of Neuromuscular Fatigue. *Kinduct*. <https://www.kinduct.com/neuromuscular-fatigue/>

Mujika, I. (2013). Endurance Training – Infographic Edition. En I. Mujika, *Endurance Training – Infographic Edition*.

Nicol, C., Komi, P. V., Marconnet, P. (2007). Fatigue effects of marathon running on neuromuscular performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1(1), 10–17. doi:10.1111/j.1600-0838.1991.tb00265.x

Petersen K, Hansen CB, Aagaard P, Madsen K. (2007). Muscle mechanical characteristics in fatigue and recovery from a marathon race in highly trained runners. *Eur J Appl Physiol*. 2007 Oct;101(3):385-96. doi: 10.1007/s00421-007-0504-x. Epub 2007 Jul 28. PMID: 17661071.

Rodrigues AE. (2015) Mecanismos fisiológicos de la fatiga neuromuscular. *Rev Med Cos Cen*. 2015;72(615):461-464.

Skof B, Strojnik V. Neuromuscular fatigue and recovery dynamics following prolonged continuous run at anaerobic threshold. *Br J Sports Med*. 2006 Mar;40(3):219-22; discussion 219-22. doi: 10.1136/bjism.2005.020966. PMID: 16505077; PMCID: PMC2491987.

Wiewelhove T, Schneider C, Döweling A, Hanakam F, Rasche C, Meyer T, et al. (2018) Effects of different recovery strategies following a half-marathon on fatigue markers in recreational runners. *PLoS ONE* 13(11): e0207313. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207313>