

*Artículo corto*

## Comportamiento mioeléctrico del erector de la columna durante tres tipos de levantamiento y transporte de cargas

Myoelectric behaviour of the erector spinae during three types of lifting and carrying of loads

Luz Edith Perez-Trejos <sup>1</sup>, Carlos Alberto Castillo <sup>2</sup>, Lessby Gómez Salazar <sup>3</sup>

Received: 09 septiembre 2024

Accepted: 29 octubre 2024

### Resumen

**Introducción:** Para mantener una adecuada rectitud del tronco durante cambios de posición, es indispensable una correcta actividad eléctrica de los músculos del dorso ya que las asimetrías podrían producir alteraciones en las estructuras anatómicas de la región. La evaluación de la anatomía humana in vivo e in situ en actividades funcionales laborales ha representado un reto en la evaluación biomédica, por las múltiples variaciones en los entornos, el uso y desplazamiento de los equipos y la autonomía morfológica y funcional propia de cada individuo.

**Objetivo:** Establecer las diferencias del comportamiento mioeléctrico del erector de la columna durante tres tipos de levantamiento y transporte de cargas.

**Métodos:** Fueron evaluados tres trabajadores del sector de la construcción en su ambiente habitual de trabajo. Se ubicaron cuatro electrodos superficiales en los músculos iliocostal y longísimo izquierdo y derecho. Una vez ubicados los electrodos se les solicitó realizar el levantamiento, transporte y descarga de un saco de cemento de 50 kg. Mientras ejecutaba la acción se tomaron los registros electromiográficos.

**Resultados:** Se observó que cada trabajador levantó y transportó el bulto de manera diferente (en cabeza, en hombro derecho y en el pecho). Se evidenció cambios en el comportamiento muscular bilateral según el levantamiento y según la lateralidad del mismo.

**Conclusiones:** Los diferentes tipos de levantamiento y transporte generan actividad en el erector de la columna observando cambios según la forma como se realice, siendo el de mayor registro electromiográfico el levantamiento y transporte en cabeza.

**Palabras clave:** Músculos paraespinales; Electromiografía; Levantamiento de peso; Industria de la construcción

### Abstract

**Introduction:** To maintain proper trunk straightness during changes of position, correct electrical activity of the dorsal muscles is indispensable, since asymmetries could produce alterations in the anatomical structures of the region. The evaluation of human anatomy in vivo and in situ in functional work activities has represented a challenge in biomedical evaluation, due to the multiple variations in environments, the use and movement of equipment and the morphological and functional autonomy of each individual.

**Objective:** To establish the differences in the myoelectric behaviour of the erector spinae during three types of lifting and carrying of loads.

**Methods:** Three construction workers were evaluated in their usual work environment. Four superficial electrodes were placed on the left and right iliocostal and longissimus muscles. Once the electrodes were placed, they were asked to lift, carry and unload a 50 kg bag of cement. While performing the action, electromyographic recordings were taken.

**Results:** It was observed that each worker lifted and carried the bundle differently (on the head, on the right shoulder and on the chest). There were changes in bilateral muscle behaviour according to the lifting and according to the laterality of the lifting.

**Conclusions:** The different types of lifting and carrying generate activity in the erector spinae, with changes being observed depending on the way it is carried out, with the greatest electromyographic recording of lifting and carrying in the head.

**Key words:** Paraspinal muscles; Electromyography; Weight Lifting; Construction industry

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Biomédicas, Facultad de Salud, Universidad del Valle. Cali. Colombia

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá. Colombia.

<sup>3</sup> Facultad de Salud, Universidad del Valle. Cali. Colombia

## Introducción

Para mantener una postura adecuada y la rectitud del tronco durante los cambios de posición, es indispensable una correcta actividad eléctrica de los músculos del dorso, ya que la presencia de asimetrías entre un lado y otro de la misma persona, podría llegar a producir alteraciones a nivel de las estructuras anatómicas.<sup>1</sup>

La evaluación de la anatomía humana in vivo e in situ durante el desarrollo de actividades funcionales laborales ha representado un reto en la evaluación biomédica, por las múltiples variaciones en los entornos, dificultad en el uso de los equipos y la autonomía morfológica y funcional de cada individuo. En el contexto laboral, algunas actividades representan una alta exigencia corporal por la ejecución de forma manual y sin ayuda mecánica, comprometiendo la salud y considerándose como factor de riesgo.<sup>2,3</sup>

En algunas actividades de manipulación manual de cargas, se requiere el máximo de fuerza para enderezar el tronco, solicitando la contracción máxima de los músculos del dorso en especial del erector de la columna.<sup>4-6</sup> Durante la ejecución de tareas de tipo laboral como levantamientos, descargas y transporte de materiales de forma manual se puede presentar esfuerzo acumulativo, propiciando la aparición de dolores o lesiones.<sup>7-9</sup> Una herramienta útil y práctica que permite evaluar el comportamiento muscular de forma no invasiva es la electromiografía de superficie dada la practicidad en el uso de los equipos durante la ejecución de evaluaciones dinámicas o en campo abierto.<sup>10,11</sup> El objetivo de esta investigación fue establecer las diferencias del comportamiento mioeléctrico del erector de la columna durante tres tipos de levantamiento y transporte de carga.

## Materiales y métodos

Fueron evaluados tres trabajadores del sector de la construcción, quienes fueron citados a su lugar habitual de trabajo donde, a todos se les socializó la investigación a realizar y firmaron el consentimiento informado una vez aceptaron participar de la investigación. Usando la ropa y el calzado que utilizan para sus actividades laborales, se les solicitó levantar la camisa para preparar la piel del dorso limpiando con alcohol y afeitando la región a evaluar. Se ubicaron cuatro electrodos de electromiografía de superficie directamente sobre la piel del dorso, en los músculos iliocostal (a 6 cm lateral al proceso espinoso de L2) y longuísimo (a 3 cm lateral al proceso espinoso de L1) derecho e izquierdo según los parámetros establecidos en el protocolo SENIAM.<sup>12</sup>

Una vez ubicados los electrodos se les solicitó realizar un levantamiento de una carga de 50 kg que se encontraba al nivel del suelo, transportarlo por una distancia aproximada de 6 metros y regresar nuevamente al inicio para descargarlo. Mientras ejecutaban la acción se tomaron los registros electromiográficos a partir del software EMG Analyzer. El procesamiento y análisis de la señal se realizó a partir de un filtrado de la señal que consistió en un low pass de 400 Hz y un high pass de 20 Hz con un root mean square de 100 ms.

## Consideraciones éticas

La investigación cuenta con aprobación del comité de ética de la Universidad del Valle código 042-023.

## Resultados

Fueron evaluados tres participantes trabajadores del sector de la construcción con edades de 28, 37 y 44 para los sujetos 1, 2 y 3 respectivamente, estatura de 175.3 cm  $\pm$  3.5 y 13  $\pm$  8 años de experiencia. Todos laboran 6 días a la semana y 9 horas diarias.

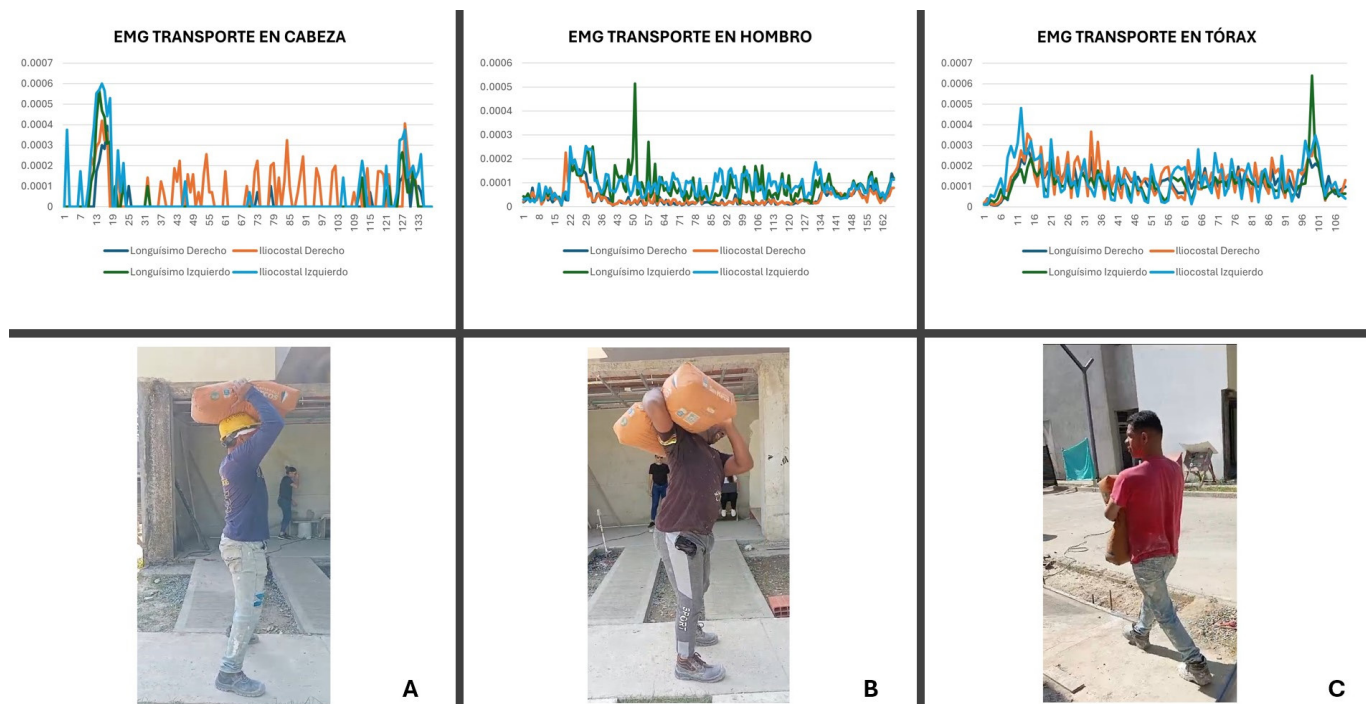
Una vez preparada la piel y ubicados los marcadores, al solicitarle a los participantes que ejecutaran la actividad, se logró apreciar que cada trabajador realizó la tarea de forma diferente. El sujeto 1 levantó la carga hacia la cabeza, donde la ubicó y la transportó allí durante toda la actividad para posteriormente descargarla (Figura 1A). El sujeto 2 levantó la carga y la posicionó en el hombro derecho y allí posteriormente se desplazó por la distancia indicada y finalmente regresó para descargarla en el punto inicial (Figura 1B). El sujeto 3 ubicó la carga en la región anterior del tronco y en esa posición ejecutó la tarea hasta el punto de descarga (Figura 1C).

Los registros electromiográficos evidenciaron comportamientos musculares diferentes bilateral intrasujeto e intersujeto según el tipo de levantamiento y según la lateralidad de este. El registro del levantamiento y transporte del sujeto 1 que levantó y llevó la carga en cabeza, mostró que todos los músculos presentaron el mayor esfuerzo al inicio y al final de la tarea, siendo el músculo iliocostal izquierdo quien al inicio de la tarea alcanza amplitudes de 0,0006 mV seguido del longuísimo izquierdo, sin embargo, es el músculo iliocostal derecho quien mantiene una actividad constante. En el sujeto 2, se observa cómo realiza una inclinación lateral izquierda de tronco para estabilizar la carga registrando una actividad considerable de los músculos longuísimo e iliocostal izquierdo. En los registros del sujeto 3 muestra amplitudes altas tanto al inicio como al final, siendo el músculo iliocostal izquierdo quien alcanzó el mayor pico de activación al momento de descargar el peso.

## Discusión

De acuerdo con el análisis realizado al comportamiento mioeléctrico del músculo erector de la columna en función de las amplitudes, permitió identificar que la activación del músculo es diferente tanto de forma bilateral intra sujeto, como en una comparación inter sujeto. Esto debido a las diferencias morfológicas y antropométricas que determinan la autonomía funcional de las estructuras, a pesar de que la funcionalidad del músculo está determinada por la ubicación y la dirección de las fibras, su comportamiento varía según el tipo de tarea y la forma de ejecución, llevando a que los músculos presenten una función agonista o antagonista, manteniendo una actividad constante en el caso del músculo erector de la columna como antigravitatorio y estabilizador del tronco durante los cambios de posiciones.<sup>1,13-15</sup>

En el sujeto 1 se identificaron las mayores amplitudes en todos los registros musculares tanto para el longuísimo como para el iliocostal de forma bilateral tanto al inicio como al final de la tarea, dando afirmación a la funcionalidad establecida por su



**Figura 1.** Levantamiento de la carga. La parte de arriba registro de EMG del sujeto y abajo ubicación de la carga Imagen

disposición durante la extensión de tronco en el posicionamiento de la carga y en la estabilización del tronco en su función agonista como durante la flexión en su función antagonista controlando los desplazamientos exagerados.<sup>16,17</sup>

En el sujeto 2 se observó que realizó el levantamiento y transporte en hombro derecho registrando mayores amplitudes en el músculos iliocostal y longuísimo del lado izquierdo llevando a pensar que si las tareas de transporte y manipulación manual de cargas se realizan en el mismo lado durante jornadas prolongadas se convierten en predisponente para la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la región lumbar del lado contralateral.<sup>18-20</sup>

Finalmente, el sujeto 3 quien levantó y transportó la carga en la región anterior del tórax registró actividad constante de los músculos registrando picos altos al inicio y al final de la tarea, lo que corresponde al levantamiento y descenso de la carga, dado que el posicionamiento del tronco para estabilizar el objeto exige una extensión prolongada llevando al músculo a un reclutamiento de fibras permanente.<sup>16, 21</sup>

La elección de cómo y dónde colocar la carga puede llevar a la adopción de posturas que comprometen la alineación natural de la columna, aumentando el riesgo de lesiones a largo plazo. Por ello, es fundamental implementar medidas preventivas, como la capacitación en técnicas adecuadas de levantamiento y transporte, así como la promoción de un diseño ergonómico en el lugar de trabajo. Estas estrategias no solo ayudarían a reducir la incidencia de lesiones, sino que también contribuirían a un entorno laboral más seguro y saludable, mejorando la calidad de vida de los trabajadores.<sup>22,23</sup>

## Conclusiones

Los diferentes tipos de levantamiento y transporte involucran actividad en el erector de la columna en todos los momentos de la actividad.

Se observaron cambios según la forma como se realice, siendo el de mayor registro electromiográfico el levantamiento inicial en cabeza. Sin embargo, fue el transporte en el tórax el que registró una actividad constante del músculo erector de la columna.

Los resultados del estudio resaltan la importancia de realizar evaluaciones electromiográficas detalladas para comprender mejor la dinámica muscular durante diferentes tareas y así poder diseñar intervenciones preventivas más efectivas. Además, pueden ayudar a diseñar programas de prevención de lesiones en el trabajo, especialmente en aquellos que involucran la manipulación manual de cargas.

## Referencias

1. Latarjet M, Liard AR. Anatomía humana. Vol. 2. Ed. Médica Panamericana; 2004.
2. Madinei S, Motabar H, Ning X. The influence of external load configuration on trunk biomechanics and spinal loading during sudden loading. *Ergonomics*. 2018; 61(10): 1364-73. doi: 10.1080/00140139.2018.1489068.
3. García DIC, Girón GYC, Riaño PCA. Síntomas musculoesqueléticos de la región dorsolumbar y hábitos de vida en trabajadores de una empresa de construcción, Bogotá, 2016: estudio de corte transversal. Universidad del Rosario; 2016. Available from: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/12740>
4. Ministerio del Trabajo. Informe Ejecutivo. II Encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales. Bogotá; 2013. Available from: <https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/08/ii-encuesta-nacional-seguridad-salud-trabajo-2013.pdf>

5. Tamayo Ramírez VM, Valencia Teran YV. Diseño de una estrategia de comunicación para la prevención del peligro biomecánico asociado a la manipulación manual de cargas en tapiceros de una empresa del sector mobiliario en la ciudad de Cali en el 2019. Universidad Santiago de Cali; 2019.
6. Marulanda AG, Ordoñez CCO, Morales MH, Villada LFL, Ruiz NAR. Peligro biomecánico en la manipulación manual de carga en trabajadores de un ingenio azucarero. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*. 2021; 11(2): e-6361. DOI: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2021.6361
7. Ordóñez-Hernández CA, Gómez E, Calvo AP. Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*. 2016; 6(1): 27-32. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.1.2016.4889
8. Castro-Castro GC, Ardila-Pereira LC, Orozco-Muñoz YDS, Sepulveda-Lazaro EE, Molina-Castro CE. Factores de riesgo asociados a desordenes musculo esqueléticos en una empresa de fabricación de refrigeradores. *Revista de Salud Pública*. 2018; 20(2): 182-8. Doi: 10.15446/rsap.V20n2.57015
9. Alzate OLJ, Vanegas MRM. Diseño del programa de vigilancia epidemiológica para desordenes musculoesqueléticos para la zona lumbar en una empresa de construcción, 2022. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez, Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo. Medellín, Antioquia, Colombia. Available from: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/32796>
10. Guzmán-Muñoz E, Méndez-Rebolledo G. Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. *Revista Salud Uninorte*. 2018; 34(3): 753-65.
11. Juan GFJ. Utilidad de la electromiografía de superficie en rehabilitación. Esteve, RHBMED;es; 2017. Cited 2022 Dec 14. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/316588275>
12. Stegeman D, Hermens H. Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). Enschede: Roessingh Research and Development; 2007. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b280c4751a2658380a77052b0aab7929e6943a57>
13. Morales PL, Ramón DM, Collantes VS, Aldás SD. Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas. Caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada. *Rev Cient Tecnol UPSE*. 2019; 6(1): 17-26. Doi: 10.26423/rctu.v6i1.328
14. Mawston GA, G. Boock M. Lumbar posture biomechanics and its influence on the functional anatomy of the erector spinae and multifidus. *Physical Therapy Reviews*; 2015; 20(3): 178-86. Doi: 10.1179/1743288X15Y.0000000014
15. Skals S, Bláfoss R, Andersen MS, de Zee M, Andersen LL. Manual material handling in the supermarket sector. Part 1: Joint angles and muscle activity of trapezius descendens and erector spinae longissimus. *Applied Ergonomics*. 2021; 92: 1-11. Doi: 10.1016/j.apergo.2020.103340
16. Park SS, Choi BR. Effects of lumbar stabilization exercises on the flexion-relaxation phenomenon of the erector spinae. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28(6): 1709-11. Doi: 10.1589/jpts.28.1709
17. Descarreaux M, Lafond D, Cantin V. Changes in the flexion-relaxation response induced by hip extensor and erector spinae muscle fatigue. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010; 11(1): 112. Doi: 10.1186/1471-2474-11-112
18. Garzón DMO, Vásquez TEM, Molina VJ, Muñoz GSG. Condiciones de trabajo, riesgos ergonómicos y presencia de desórdenes músculo-esqueléticos en recolectores de café de un municipio de Colombia. *Rev Asoc Esp Med Trab*. 2017; 26(2): 84-152.
19. Macea AM, Salcedo ML. Diseño del sistema de vigilancia epidemiológica para la prevención de desórdenes musculoesqueléticos asociados al riesgo biomecánico en Vidriera y Materiales Pacheco. 2020; trabajo de grado. Especialización en higiene y seguridad industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Departamento de Ingenierías, Universidad de Córdoba. Available from: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3972>
20. Hidalgo OAG. Valoración y análisis de enfermedades por afección musculo-esquelética en trabajadores que realizan manipulación manual de cargas en taladros de perforación y reacondicionamiento de pozos petroleros. Universidad Internacional SEK; 2012.
21. Liechti M, von Arx M, Eichelberger P, Bangerter C, Meier ML, Schmid S. Spatial distribution of erector spinae activity is related to task-specific pain-related fear during a repetitive object lifting task. *J Electromyography Kinesiology*. 2022; 65: 102678. Doi: 10.1016/j.jelekin.2022.102678
22. Caicedo A, Manzano J, Gómez-Vélez DF, Gómez L. Factores de riesgo, evaluación, control y prevención en el levantamiento y transporte manual de cargas. *Rev Colomb Salud Ocupacional*. 2015; 5(2): 5-9. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2015.4890
23. Ponce BG. Desempeño del Sistema General de Riesgos Laborales y retos del fuero de salud. Federación de aseguradoras colombianas Fasecolda; 2019. Available from: <https://www.medicinadeltrabajo.org/congreso/memorias/2.pdf>

© Universidad Libre. 2025. Licence Creative Commons CC-by-nc-sa/4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

