



INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS Y FUNCIONALES DE RIESGO MUSCULOESQUELÉTICO EN TRABAJADORES DE MANTENCIÓN MECÁNICA

ANTHROPOMETRIC AND FUNCTIONAL INDICATORS OF MUSCULOSKELETAL RISK IN MECHANICAL MAINTENANCE WORKERS

Cristhian Mella-Riquelme*

Resumen: Introducción: Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una causa frecuente de malestar y ausentismo en entornos industriales. Este estudio analizó la relación entre variables antropométricas y funcionales (circunferencia de cintura y asimetría de fuerza prensil) con síntomas musculoesqueléticos en trabajadores de mantenimiento mecánica.

Métodos: Participaron dieciséis mantenedores mecánicos, todos trabajadores varones. Se evaluó la composición corporal mediante bioimpedancia (InBody 120) y la fuerza prensil manual con dinamometría. La sintomatología musculoesquelética se analizó con el Cuestionario Nórdico Estandarizado. Se aplicaron modelos de regresión lineal múltiple.

Resultados: Tres variables dependientes mostraron asociaciones significativas ($p < 0,05$) con la circunferencia de cintura y la asimetría de fuerza prensil: cambio de puesto por molestias en muñeca/mano, molestias en codo/antebrazo en los últimos 12 meses, y atribución laboral del dolor en codo/antebrazo (R^2 entre 0,59 y 0,60).

Conclusión: La circunferencia de cintura y la asimetría prensil pueden ser indicadores relevantes de riesgo para TME. Su incorporación en la evaluación ergonómica ocupacional podría fortalecer la prevención de dolencias musculoesqueléticas en el sector industrial.

Palabras clave: ergonomía, composición corporal, fuerza prensil, trastornos musculoesqueléticos, mantenimiento mecánica.

Abstract: Introduction: Musculoskeletal disorders (MSDs) are a frequent cause of discomfort and absenteeism in industrial settings. This study analyzed the relationship between anthropometric and functional variables (waist circumference and handgrip strength asymmetry) and musculoskeletal symptoms in mechanical maintenance workers.

Methods: Sixteen mechanical maintainers, all male workers, participated. Body composition was assessed via bioimpedance (InBody 120), and handgrip strength was measured using dynamometry. Musculoskeletal symptoms were evaluated using the Standardized Nordic Questionnaire. Multiple linear regression models were applied.

Results: Three dependent variables showed significant associations ($p < 0.05$) with waist circumference and grip strength asymmetry: job change due to wrist/hand pain, elbow/forearm discomfort in the last 12 months, and work-related attribution of elbow/forearm pain (R^2 between

*Asociación Chilena de Seguridad. Santiago, Chile. Correo electrónico: cristhian.mella@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8701-404X>. Autor de correspondencia.

0.59 and 0.60).

Conclusion: Waist circumference and grip strength asymmetry may serve as relevant indicators of MSD risk. Including these variables in occupational ergonomic assessments could enhance musculoskeletal disorder prevention in industrial sectors.

Keywords: ergonomics, body composition, handgrip strength, musculoskeletal disorders, mechanical maintenance.

Recepción: 12.11.2025 / Revisión: 27.03.2026/ Aceptación: 28.04.2026

Introducción

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una de las principales causas por las que los trabajadores faltan al trabajo, sufren discapacidades temporales y disminuyen la productividad en varios sectores. Las tareas manuales que se repiten o que requieren posturas incómodas son bien conocidas como factores de riesgo biomecánico en la aparición de estas dolencias (Boocock et al., 2024). Identificar estos riesgos a tiempo, junto con ciertas características individuales, es fundamental para prevenir problemas en el área de la salud laboral y la ergonomía.

En este sentido, la composición corporal es un factor clave. Varios estudios han mostrado que tener un alto porcentaje de grasa corporal y un índice de masa corporal elevado están relacionados con una mayor fatiga muscular, limitaciones funcionales y una menor capacidad de recuperación durante actividades de manipulación de cargas (Ali et al., 2024; Lemus et al., 2025). Corbeil et al. (2018) encontraron alteraciones biomecánicas en personas con obesidad al realizar tareas de levantamiento, sugiriendo que el exceso de grasa incrementa la carga en la columna lumbar y afecta cómo se mueven.

La fuerza funcional, especialmente la fuerza de agarre, también se reconoce como un buen indicador de la salud musculoesquelética y de la capacidad laboral, sobre todo en trabajos que requieren usar herramientas (Bulbrook et al., 2021). Si hay asimetrías en la fuerza entre ambos lados, eso puede ser una señal de que hay adaptaciones ineficaces por usar una parte del cuerpo de manera repetitiva, lo que podría aumentar el riesgo de dolor y problemas funcionales.

A pesar de que hay mucha investigación sobre cómo el sobrepeso y la debilidad muscular impactan en la ergonomía laboral, no hay tantos estudios que integren de manera conjunta indicadores como el porcentaje de masa muscular, porcentaje de grasa, circunferencia de la cintura y asimetría en la fuerza de agarre, en relación a síntomas musculoesqueléticos autorreportados mediante herramientas validadas como el Cuestionario Nórdico.

Por eso, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre variables antropométricas y funcionales (masa muscular, grasa corporal, circunferencia de cintura y asimetría en la fuerza de agarre) con los síntomas musculoesqueléticos reportados por trabajadores en mantenimiento mecánico, para aportar datos que ayuden a elaborar

estrategias preventivas desde la ergonomía ocupacional.

Materiales y métodos

Participaron 16 hombres que dieron su consentimiento por escrito, todos ellos del área de mantenimiento mecánico. La selección de la población se realizó bajo los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión: Hombres con turnos laborales rotativos de 6 x 2 (mañana, tarde, noche), que tuvieran más de dos años de experiencia en el área y desempeñaran funciones de mantenedor mecánico.
- Criterios de exclusión: Personas en cargos de supervisión, jefatura o control de calidad, quienes no trabajaran en turnos, tuvieran menos de dos años en el puesto, estuvieran de licencia médica por más de 90 días en los últimos tres meses, o que hubieran tenido cirugía en las extremidades superiores.

Procedimientos

Se citaron a los participantes de manera aleatoria, de acuerdo a su turno. Se recolectaron datos personales y sociodemográficos a través de una entrevista estructurada. Durante el examen médico ocupacional, se registraron el peso, la altura, la circunferencia de la cintura, y se evaluó la composición corporal mediante bioimpedancia con el equipo InBody 120®.

Evaluación de síntomas musculoesqueléticos

Se evaluaron los síntomas de TME usando el Cuestionario Nórdico Estandarizado (Kourinka et al., 1987), un formulario autoaplicable con explicaciones verbales y soporte de instrucciones escritas. Esta herramienta ayuda a identificar dolor, molestias y malestar en diferentes partes del cuerpo y cómo esto impacta en la actividad laboral (López-Aragón et al., 2017).

Evaluación de fuerza de agarre manual (FPM).

Se utilizó un dinamómetro de mano digital Jamar® Plus+ (Sammons Preston Rolyan, EE. UU.), siguiendo el protocolo de la American Society of Hand Therapists (ASHT). Los participantes realizaron tres intentos máximos con descansos de 30 segundos, sentados, con el codo a 90 grados y la muñeca en posición neutral. Se registró el mayor valor en kilogramos para la FPM dominante y no dominante.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el software SPSS® versión 25. Se hizo un análisis exploratorio para detectar datos faltantes y valores atípicos. Se aplicaron estadísticas descriptivas (media, desviación estándar) y pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk). Las correlaciones entre las variables se analizaron usando el coeficiente de Pearson. Se realizaron modelos de regresión lineal múltiple para evaluar el efecto de la masa muscular, la masa grasa, la circunferencia de la cintura y la asimetría de fuerza de agarre

sobre diferentes variables dependientes relacionadas con los síntomas musculoesqueléticos, considerando significativo un valor $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Resultados descriptivos

La Tabla 1 muestra los valores promedio de las variables antropométricas y funcionales de los 16 participantes. La media de edad fue de 38,3 años (DE $\pm 6,9$). El porcentaje promedio de masa muscular fue de 44,8% (DE $\pm 3,4$), mientras que el porcentaje de grasa corporal fue de 25,2% (DE $\pm 4,8$). La circunferencia de cintura alcanzó una media de 96,7 cm (DE $\pm 6,5$). En cuanto a la fuerza de agarre, se observó una fuerza promedio de 43,5 kg en la mano dominante (DE $\pm 6,9$) y de 39,7 kg en la no dominante (DE $\pm 6,3$), resultando en una asimetría promedio del 8,7% (DE $\pm 6,0$).

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra

Variable	Media	DE
Edad (años)	38,3	6,9
Masa muscular (%)	44,8	3,4
Masa grasa (%)	25,2	4,8
Circunferencia de cintura (cm)	96,7	6,5
FPM dominante (kg)	43,5	6,9
FPM no dominante (kg)	39,7	6,3
Asimetría FPM (%)	8,7	6,0

Elaboración propia.

Resultados analíticos

La Tabla 2 resume los modelos de regresión lineal múltiple que se llevaron a cabo, considerando la circunferencia de la cintura y la asimetría de fuerza de agarre como predictores, y los distintos indicadores de síntomas musculoesqueléticos como variables dependientes. Se presentan el R^2 ajustado del modelo y el valor p de significancia global.

Tabla 2. Modelos de regresión lineal múltiple (modelos reducidos)

Variable dependiente	R^2 ajustado	Valor p global	Predictores incluidos
¿Cambió de puesto? Muñeca/Mano	0,593	0,044	Circ. cintura, Asimetría
¿Molestias 12m? Codo/Antebrazo	0,604	0,039	Circ. cintura, Asimetría
¿Atribuye al trabajo?	0,593	0,044	Circ. cintura, Asimetría

Codo/Ante Brazo

Elaboración propia.

Discusión

Los resultados de este estudio refuerzan la idea de que las variables antropométricas, especialmente la circunferencia de cintura, junto con desequilibrios funcionales como la asimetría en la fuerza de agarre, están relacionadas con síntomas musculoesqueléticos en trabajadores con alta demanda física. Las asociaciones significativas encontradas —como el cambio de puesto por molestias en la muñeca/mano, las molestias en el codo/antebrazo y la atribución laboral del dolor— indican que estos factores podrían desempeñar un papel preventivo esencial en el monitoreo ergonómico.

Existen diversos estudios que ayudan a entender cómo la obesidad afecta la biomecánica del cuerpo. Por ejemplo, Colim et al. (2020) demostraron que trabajadores con obesidad tienen patrones de movimiento diferentes al manipular cargas verticalmente, lo que puede inducir compensaciones que sobrecargan el sistema musculoesquelético, especialmente en la columna y extremidades. Esto complementa lo que hemos encontrado, sugiriendo que la obesidad central no solo aumenta la carga física, sino que también altera cómo se mueve el cuerpo.

En la misma línea, Park et al. (2009) observaron que la percepción de estrés postural aumenta en personas con obesidad al mantener posturas estáticas, lo que podría ayudar al desarrollo de síntomas dolorosos. Además, Jeong et al. (2018) documentaron que el sobrepeso y la obesidad reducen el rango de movimiento pasivo, particularmente en la parte superior del cuerpo, lo que limita la funcionalidad en tareas que requieren alcanzar, girar o mantener los brazos en una posición durante mucho tiempo, como suele ocurrir en el mantenimiento mecánico.

Este efecto también se extiende al rango de movimiento activo, como lo mostraron Park et al. (2010), quienes hallaron limitaciones significativas en la movilidad activa de articulaciones clave en personas obesas, lo que impacta directamente en la realización de tareas que requieren flexibilidad.

Por otro lado, la presencia de asimetría funcional puede reflejar patrones de compensación que aumentan la sobrecarga en las partes del cuerpo que se utilizan más, aumentando así el riesgo de molestias o lesiones (Bulbrook et al., 2021). Este aspecto es aún más importante si se tiene en cuenta que en los trabajos industriales, las tareas tienden a repetirse y a ser unilaterales.

A diferencia de otros estudios que han considerado solo el IMC como indicador de riesgo, este trabajo aporta evidencia al utilizar medidas más específicas de composición corporal y función muscular. Este enfoque integral permite comprender mejor el riesgo ergonómico que enfrenta cada individuo y podría guiar futuras intervenciones personalizadas en el lugar de trabajo.

Desde un enfoque de diseño, Gyi et al. (2019) destacaron la necesidad de rediseñar

herramientas y espacios de trabajo según las dimensiones reales de los trabajadores de hoy. En su estudio, realizaron cálculos antropométricos detallados en trabajadores que padecen sobrepeso y obesidad, encontrando diferencias significativas con los estándares de diseño tradicionales, lo que resalta la urgencia de actualizar criterios ergonómicos para esta población. Este enfoque no solo es ético, sino también fundamental para la salud ocupacional, especialmente considerando el aumento del sobrepeso y la obesidad en la población laboral.

Aunque este estudio se centró en el sector industrial, hay un gran número de síntomas musculoesqueléticos reportados en otros contextos que requieren mucha actividad física, como el sanitario. Jayasumana y Samaranayake (2025) encontraron que los asistentes en actividades quirúrgicas presentan una alta prevalencia de síntomas musculoesqueléticos, sobre todo en cuello, hombros y espalda baja, asociados a tareas que implican esfuerzo físico, posturas prolongadas, y la carga de trabajo percibida. Esto confirma la transversalidad de los TME en distintas ocupaciones que requieren esfuerzo repetido y posturas exigentes.

Finalmente, Sangachin y Cavuoto (2022) aportan evidencia de que las personas con obesidad tienen un rendimiento disminuido en tareas de levantamiento repetitivo, lo que podría resultar en agotamiento prematuro y un mayor riesgo de lesiones. Todo esto sugiere que tanto la composición corporal como la simetría funcional deberían ser parte esencial de la evaluación ergonómica y de los planes de prevención en entornos industriales.

Conclusiones

Este estudio exploratorio sugiere que tanto la grasa abdominal, medida por la circunferencia de cintura, como las asimetrías en la fuerza de agarre, podrían ser indicadores importantes para predecir molestias musculoesqueléticas relacionadas con el trabajo, especialmente en la parte superior del cuerpo. Detectar estos factores podría ser útil en las evaluaciones de salud ocupacional para mejorar la prevención de TME, particularmente en trabajadores de sectores con alta demanda física.

Aunque la muestra fue pequeña, los resultados resaltan la importancia de sumar evaluaciones antropométricas y funcionales a un enfoque preventivo más completo en ergonomía. Se recomienda aumentar el tamaño muestral en futuras investigaciones y si es posible considerar otras variables relacionadas al diseño de las tareas, la carga física acumulada y la organización del trabajo.

Referencias

- Ali, D., Schall, M., Gallagher, S., Sesek, R., Rashid, M., & Gladden, L. B. (2024). The psychophysical and physiological responses of individuals with varying body fat percentages and physical fitness levels during one-handed carrying on an inclined surface. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 103, 103615. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103615>
- Boocock, M., Naudé, Y., Saywell, N., & Mawston, G. (2024). Obesity as a risk factor for musculoskeletal injury during manual handling tasks: A systematic review and meta-analysis. *Safety Science*, 176, 106548. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106548>
- Bulbrook, B. D., La Delfa, N. J., McDonald, A. C., Liang, C., Callaghan, J. P., & Dickerson, C. R. (2021). Higher body mass index and body fat percentage correlate to lower joint and functional strength in working age adults. *Applied Ergonomics*, 95, 103453. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103453>
- Colim, A., Arezes, P., Flores, P., & Braga, A. (2020). Kinematics differences between obese and non-obese workers during vertical handling tasks. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 77, 102955. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102955>
- Corbeil, P., Plamondon, A., Handrigan, G., Vallée-Marcotte, J., Laurendeau, S., Have, J. T., & Manzerolle, N. (2018). Biomechanical analysis of manual material handling movement in healthy weight and obese workers. *Applied Ergonomics*, 74, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.018>
- Gyi, D., Masson, A., & Hignett, S. (2019). Plus size and obese workers: anthropometry estimates to promote inclusive design. *Ergonomics*, 62(9), 1234-1242. <https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1622791>
- Jayasumana, H. M. K. S. D., & Samaranyake, D. B. D. L. (2025). Musculoskeletal symptoms and factors associated among health activity assistants at operating theatres of teaching hospitals in Colombo, Sri Lanka. *Ergonomics*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2502609>
- Jeong, Y., Heo, S., Lee, G., & Park, W. (2018). Pre-obesity and obesity impacts on passive joint range of motion. *Ergonomics*, 61(9), 1223-1231. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1478455>
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x)
- Lemus, S. A., Siman, N., Volz, M., Dickson, J., Tiozzo, E., Perry, A., Best, T. M., & Travascio, F. (2025). The effect of elevated body mass index and sex on L5-S1 forces and lower body kinematics during symmetrical manual lifting. *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 107, 103757. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2025.103757>
- López-Aragón, L., López-Liria, R., Callejón-Ferre, Á., & Gómez-Galán, M. (2017). Applications of the Standardized Nordic Questionnaire: A Review. *Sustainability*, 9(9), 1514. <https://doi.org/10.3390/su9091514>
- Park, W., Ramachandran, J., Weisman, P., & Jung, E. S. (2010). Obesity effect on male active joint range of motion. *Ergonomics*, 53(1), 102-108. <https://doi.org/10.1080/00140130903311617>
- Park, W., Singh, D. P., Levy, M. S., & Jung, E. S. (2009). Obesity effect on perceived postural stress during static posture maintenance tasks. *Ergonomics*, 52(9), 1169-1182. <https://doi.org/10.1080/00140130902971908>

Sangachin, M. G., & Cavuoto, L. A. (2016). Obesity-related changes in prolonged repetitive lifting performance. *Applied Ergonomics*, 56, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.03.002>



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia