

Medicina y Seguridad del Trabajo

(Internet)



2025 CALIDAD
REVISTAS
CIENTÍFICAS
ESPAÑOLAS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA,
INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Octubre-diciembre | 4º Trimestre

2025;71(281)

Revista fundada en 1952

Edita:

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
Instituto de Salud Carlos III
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

iscⁱⁱⁱ
Instituto
de Salud
Carlos III

Ministerio de Ciencia,
Innovación y Universidades
Escuela Nacional de
Medicina del Trabajo



Tomo 71 · Octubre-diciembre 2025 · 4º Trimestre
Med Seg Trab (Internet). 2025;71(281):218-287

Fundada en 1952

Edita:

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades
Instituto de Salud Carlos III
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo
Pabellón, 13 – Campus de Chamartín – Avda. Monforte de Lemos, 3 - 5
o C/ Melchor Fernández Almagro, 3
28029 Madrid. España.

© BY-NC-SA 4.0

Periodicidad:

Trimestral, 4 números al año.

Indexada en:

OSH – ROM (CISDOC) Organización Internacional del Trabajo (OIT) HINARI, Organización Mundial de la Salud (OMS) IBECS, Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud IME, Índice Médico Español SciELO (Scientific Electronic Library Online) Dialnet Latindex Free Medical Journals Portal de Revistas Científicas. BIREME. OPS/OMS

Diseño y maquetación:

motu estudio

Disponible en:

<http://publicaciones.isciii.es>
<http://www.scielo.org>
<http://scielo.isciii.es>
<http://www.freemedicaljournals.com/>
<http://dialnet.unirioja.es/>
<http://publicacionesoficiales.boe.es>



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto
de Salud
Carlos III

Ministerio de Ciencia,
Innovación y Universidades

Escuela Nacional de
Medicina del Trabajo



International Labour Organization

International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)

Centro Nacional en España: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ISCIII)



<https://revistas.isciii.es/revistas.jsp?id=MST>

Visite la web de la revista si desea enviar un artículo,
conocer las políticas editoriales o suscribirse a la edición digital.



ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DEL TRABAJO

INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

COMITÉ EDITORIAL

Directora: Araceli López-Guillén García

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

Editor jefe: Javier Sanz Valero

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

MIEMBROS

Guadalupe Aguilar Madrid

Instituto Mexicano del Seguro Social. Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. México

Juan Castañón Álvarez

Jefe de Estudios Unidad Docente. Comunidad Autónoma de Asturias. Asturias (España)

Valentina Forastieri

Programa Internacional de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (Trabajo Seguro). Organización Internacional del Trabajo (OIT/ILO). Ginebra (Suiza)

Clara Guillén Subirán

IBERMUTUA. Madrid (España)

Rosa Horna Arroyo

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Marqués de Valdecilla. Santander (España)

Juan Antonio Martínez Herrera

Subdirección General de Coordinación de Unidades Médicas. Instituto Nacional de la Seguridad Social (España)

António Neves Pires de Sousa Uva

Escola de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa (Portugal)

Héctor Alberto Nieto

Cátedra de Salud y Seguridad en el Trabajo. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (Argentina)

Joaquín Nieto Sainz

Director de la Oficina en España de la Organización Internacional del Trabajo.

María Luisa Rodríguez de la Pinta

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Puerta de Hierro. Majadahonda. Madrid (España)

José María Roel Valdés

Sector Enfermedades Profesionales. Centro Territorial INVASSAT. Alicante (España)

COMITÉ CIENTÍFICO

Fernando Álvarez Blázquez

Instituto Nacional de la Seguridad Social. Vigo (España)

Francisco Jesús Álvarez Hidalgo

Unidad de Salud, Seguridad e Higiene del Trabajo. Comisión Europea (Luxemburgo)

Carmen Arceiz Campos

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital de La Rioja. Logroño (España)

Ricardo Burg Ceccim

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil

María Dolores Carreño Martín

Directora Provincial MUFACE. Servicio Provincial de Madrid. Madrid (España)

Fernando Carreras Vaquer

Sanidad Exterior. Ministerio de Sanidad. Madrid (España)

Amparo Casal Lareo Azienda Ospedaliera.

Universitaria Careggi. Florencia (Italia)

Covadonga Caso Pita

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid (España)

Rafael Castell Salvá

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Palma de Mallorca (España)

María Castellano Royo

Universidad de Granada. Facultad de Medicina. Granada (España)

Luis Conde-Salazar Gómez

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

Francisco Cruzet Fernández

Especialista en Medicina del Trabajo. Madrid (España)

María Fe Gamó González

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

María Ángeles García Arenas

Servicio de Prevención y Salud Laboral. Tribunal de Cuentas. Madrid (España)

Fernando García Benavides

Universidad Pompeu-Fabra. Barcelona (España)

Vega García López

Instituto Navarro de Salud Laboral. Pamplona (Navarra). España

Juan José Granados

Arroyo Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Severo Ochoa. Leganés, Madrid (España)

Felipe Heras Mendaza

Hospital de Arganda del Rey. Arganda del Rey, Madrid (España)

Cuauhtémoc Arturo Juárez Pérez

Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. Instituto Mexicano del Seguro Social. México

Francisco Marqués Marqués

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)

Gabriel Martí Amengual

Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

Begoña Martínez Jarreta

Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España)

Pilar Nova Melle

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid (España)

Elena Ordaz Castillo

Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

Carmen Otero Dorrego

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General de Móstoles. Móstoles, Madrid (España)

Cruz Otero Gómez

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares. Madrid (España)

Fernando Rescalvo Santiago

Jefe de la Unidad Docente Multidisciplinar de Salud Laboral de Castilla y León. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. España

Vicente Sánchez Jiménez

Sección Departamental de Economía Aplicada, Pública y Política. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid (España)

Pere Sant Gallén

Escuela de Medicina del Trabajo. Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

Dolores Solé Gómez

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Barcelona (España)

José Ramón Soriano

Corral Mutua Universal. Madrid (España)

Rudolf Van Der Haer

MC Mutual. Barcelona (España)

Carmina Wanden-Berghe

Universidad CEU Cardenal Herrera. Elche. Alicante (España). Hospital General Universitario de Alicante (España)

Marta Zimmermann Verdejo

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)



SUMARIO / CONTENTS

EDITORIAL

Medicina y Seguridad del Trabajo supera la evaluación de calidad

Medicina y Seguridad del Trabajo passes quality assessment

Javier Sanz-Valero 224-227

CARTAS AL EDITOR

Relación entre el Estado Emocional y la Sobrecarga en Cuidadores de Personas con Discapacidad

Relationship between Emotional State and Overload in Caregivers of People with Disabilities

Murrieta Sánchez, Myriam 228-229

ORIGINALES

Estrés Laboral y Rendimiento Cognitivo de funcionarios de una Universidad en Chile

Work-Related Stress and Cognitive Performance of University Staff in Chile

Catalina Belén Cárdenas Lagos, Victoria Alicia Bárbara Fuentes Norambuena,
Bárbara Cerda Aedo, Javiera Cerda Aedo, Patricio Torres 230-238

Determinantes de la discapacidad asociada al dolor lumbar en dos hombres que trabajan en el sector industrial: un estudio analítico transversal

Determinants of disability associated with low back pain in men working in the industrial sector: An analytical cross-sectional study

Sergio Hijazo-Larrosa, María Orosia Lucha-López, Sofía Monti-Ballano, Eva Barrio-Ollero,
César Hidalgo-García, Begoña Martínez-Jarreta, Lucía Vicente-Pina,
José Miguel Tricás-Moreno 239-252

Ergonomic risks in truck maintenance: task characterization and analysis with a normative and descriptive approach

Riesgos ergonómicos en la mantención de camiones: caracterización de tareas y análisis con enfoque normativo y descriptivo

Gabriela P. Urrejola-Contreras, Miguel Pérez-Lizama, Boris Gary-Zambra,
Daniela Pérez-Casanova 253-265

Saturación de oxígeno muscular según sexo y composición corporal en trabajos repetitivos con carga
Muscle oxygen saturation according to sex and body composition in repetitive work whith load
Guido Clemente Solari-Montenegro, Monserrat Elliet Rivera-Iratchet 266-278

INSPECCIÓN MÉDICA

La inteligencia artificial como estrategia de eficiencia y sostenibilidad en la gestión de la incapacidad temporal en España
Artificial intelligence as a strategy for efficiency and sustainability in the management of temporary disability in Spain
Raúl Regal-Ramos 279-286

AGRADECIMIENTO A REVISORAS/ES

Listado de personas que han evaluado artículos en 2025 287



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400001

Editorial

Medicina y Seguridad del Trabajo supera la evaluación de calidad

Medicina y Seguridad del Trabajo passes quality assessment

Javier Sanz-Valero¹  0000-0002-8735-0075

¹Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid, España.

Correspondencia

Javier Sanz-Valero
fj.sanz@isciii.es

Recibido: 10.12.2025

Aceptado: 11.12.2025

Publicado: 22.12.2025

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

Agradecimientos

La ENMT desea expresar su agradecimiento a todos los autores, revisores, miembros del consejo editorial y lectores que, con su participación activa, han contribuido a alcanzar este logro. Su implicación ha sido fundamental para mantener la calidad, la actualidad y la pertinencia de los contenidos publicados.

De igual modo, la ENMT reconoce el apoyo institucional del Instituto de Salud Carlos III, cuyo respaldo ha permitido dotar a la revista de los recursos humanos, técnicos y científicos necesarios para mantener su liderazgo en el campo de la salud laboral.

Cómo citar este trabajo

Sanz-Valero J. Medicina y Seguridad del Trabajo supera la evaluación de calidad. Med Segur Trab (Internet). 2025;71(281):224-227. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400001

 BY-NC-SA 4.0

La revista Medicina y Seguridad del Trabajo, editada por la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), ha alcanzado un nuevo hito en su trayectoria académica y científica. En la Convocatoria de Evaluación de la Calidad Editorial y Científica de 2025, promovida por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), la publicación ha conseguido superar los exigentes criterios de calidad establecidos, obteniendo el reconocimiento oficial que acredita su excelencia editorial y científica.

Este logro supone un aval para la comunidad de profesionales de la salud laboral, quienes encuentran en la revista un espacio riguroso y fiable para la difusión de su investigación.

Contexto de la evaluación FECYT

La FECYT organiza periódicamente la «Evaluación de la Calidad Editorial y Científica de las Revistas Académicas Españolas», un proceso cuyo objetivo es garantizar que las publicaciones cumplan con los estándares internacionales de calidad, transparencia y rigor científico.

El proceso de evaluación de la FECYT se desarrolla en dos fases principales:

En la primera, se verifica el cumplimiento de los requisitos formales y técnicos exigidos a las revistas científicas, tales como la regularidad de la publicación, la transparencia en la política editorial, la aplicación de procedimientos de revisión por pares y la accesibilidad de los contenidos.

En la segunda fase, un comité de expertos analiza los indicadores de calidad científica, la relevancia y originalidad de los trabajos publicados, la composición del consejo editorial, la internacionalización de la revista y la citación e impacto en su campo de conocimiento.

Superar esta evaluación significa que la revista no solo cumple con los estándares básicos, sino que se sitúa en un nivel de excelencia que la hace merecedora del Sello de Calidad FECYT, un distintivo que refuerza su prestigio y credibilidad. Este sello es el máximo reconocimiento a la calidad editorial y científica de las revistas académicas españolas.

La acreditación FECYT, materializada en su Sello de Calidad, garantiza que las revistas científicas cumplen parámetros de gestión editorial y rigor científico reconocidos internacionalmente. Este distintivo ha favorecido la consolidación de múltiples publicaciones en el ámbito académico nacional e internacional.

Medicina y Seguridad del Trabajo ha superado satisfactoriamente todas las fases de este proceso, lo que pone de manifiesto el compromiso permanente del equipo editorial con la calidad, la ética y la difusión del conocimiento científico en el ámbito de la salud laboral.

Este reconocimiento tiene un notable impacto para el público destinatario de la revista: los profesionales de la salud laboral en España y Latinoamérica, ya que consolida a Medicina y Seguridad del Trabajo como un canal de difusión científica validado.

Una publicación con más de siete décadas de compromiso con la salud laboral

En el verano de 1944 se creó el Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo como «centro técnico superior de organización, investigación, enseñanza, asesoramiento y divulgación de las materias encuadradas en su designación».

Desde su creación hasta comienzos de la década de los 50, los pioneros de la institución comenzaron a gestar la idea de editar una publicación periódica que aglutinase la producción científica del momento sobre salud laboral y que sirviera de base para la importante labor de divulgación del conocimiento en dicha materia. Así, en el último trimestre de 1952 se editó el primer número de la revista Medicina y Seguridad del Trabajo ⁽¹⁾.

En 1996, su gestión editorial pasó a la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), con sede en Madrid.

En 2006, el Dr. Jorge Veiga de Cabo se unió al equipo de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Su incorporación supuso una valiosa contribución, ya que aportó la experiencia y los conocimientos especializados que había adquirido durante su etapa como director de la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud ⁽²⁾.

En el año 2007, la revista ingresó en la Red SciELO (Scientific Electronic Library Online), lo que supuso el cumplimiento de una de las primeras estrategias encaminadas a incrementar su visibilidad a nivel nacional e internacional ⁽³⁾. A partir de ese año y hasta 2009, la revista inició el proceso de transformación digital y migración a un sistema de acceso abierto (Open Access Initiative), lo que sin duda contribuyó a mejorar su visibilidad y reconocimiento a nivel nacional e internacional y a disminuir las inequidades en el acceso a la información técnico-científica a través de Internet ^(2,4).

En el año 2017, la revista asumió los criterios DORA (San Francisco Declaration on Research Assessment) y realizó una llamada de atención contra el uso exclusivo de indicadores en la evaluación de la investigación. Además, tomó la decisión de no apoyarse de manera incondicional en los indicadores de impacto a la hora de evaluar los logros de la investigación. Según la declaración DORA, esta decisión no debía en modo alguno inhibir la elección de los investigadores sobre dónde publicar sus trabajos. Por el contrario, el objetivo era que estos fueran evaluados «por lo que son y no por el lugar donde se publican» ⁽⁵⁾.

A partir de 2020, la revista experimentó un proceso de modernización editorial y digitalización progresiva, adaptando sus procedimientos a las exigencias del entorno digital y a los requerimientos de las principales bases de datos bibliográficas internacionales. En la actualidad, la revista está disponible en edición totalmente electrónica a través de la plataforma OJS (Open Journal Systems).

Proyección futura y compromiso con la mejora continua

La obtención del Sello de Calidad FECYT, en la convocatoria de 2025, constituye un punto de inflexión y, al mismo tiempo, un estímulo para seguir mejorando los procesos editoriales y científicos. En los próximos años, la revista se propone:

Reforzar su presencia internacional mediante la incorporación de autores, revisores y miembros del consejo editorial de diferentes países.

- Potenciar su visibilidad en bases de datos y repositorios científicos nacionales e internacionales.
- Promover la publicación en acceso abierto, garantizando la accesibilidad y reutilización de los contenidos bajo licencias de uso responsables.
- Desarrollar estrategias de difusión científica digital, aprovechando las herramientas de indexación y las métricas alternativas (altmetrics) ⁽⁶⁾.
- Fomentar el uso responsable de la inteligencia artificial como una herramienta prometedora para mejorar la salud laboral ⁽⁷⁾.

Continuar mejorando los procesos de revisión por pares y la formación de los revisores, siguiendo las directrices de las asociaciones internacionales de editores científicos.

Estos objetivos se alinean con la misión del ISCIII y de la ENMT: fomentar la investigación y la transferencia de conocimiento en beneficio de la salud de los trabajadores y de la sociedad en su conjunto ⁽⁸⁾.

Corolario

La superación de la Convocatoria de Evaluación de la Calidad Editorial y Científica de 2025, por parte de la revista Medicina y Seguridad del Trabajo, constituye un logro significativo que refuerza su papel como publicación de referencia en el campo de la salud laboral. Este reconocimiento no solo avala la calidad de su gestión editorial y científica, sino que también impulsa la confianza de los profesionales que recurren a ella como fuente de conocimiento y actualización.

La ENMT del ISCIII reafirma así su compromiso con la excelencia académica y con su misión de contribuir al bienestar y la seguridad de los trabajadores, consolidando un espacio de difusión científica que debe seguir siendo clave para el desarrollo del sector en los próximos años.

Este reconocimiento impulsa a seguir avanzando en la internacionalización de la revista, en la adopción de tecnologías editoriales punteras y en el fortalecimiento de las políticas de transparencia y ética científica.

Bibliografía

1. Veiga De Cabo J. La Revista de Medicina y Seguridad del Trabajo, su hoy desde el ayer al mañana. *Med Segur Trab.* 2007;53(206). doi: 10.4321/S0465-546X2007000100001
2. Maqueda-Blasco J. Dr. Jorge Veiga de Cabo: editor científico para la medicina y enfermería del trabajo. *Med Segur Trab.* 2020;66(260):141-2. doi: 10.4321/S0465-546X2020000300001
3. Bernal Zamora A, Maqueda Blasco J, Veiga De Cabo J, D'Agostino M. Medicina y Seguridad del Trabajo, evaluación desde su ingreso en la Red SciELO (Scientific Electronic Library Online). *Med Segur Trab.* 2012;58(226):1-5. doi: 10.4321/S0465-546X2012000100001
4. Sanz-Valero J, D'Agostino MJ, Castiel LD, Veiga De Cabo J. La iniciativa Open Access, una visión de conjunto. *Med Segur Trab.* 2007;53(207):5-10. doi: 10.4321/S0465-546X2007000200003
5. Sanz-Valero J. Nuevas aportaciones a la evaluación de la investigación: la declaración de San Francisco. *Med Segur Trab.* 2017;63(246):1-3.
6. Sanz-Valero J. Altmétrías, ¿novedad o complemento del análisis de citas? *Med Segur Trab.* 2022;67(263):84-7. doi: 10.4321/s0465-546x2021000200001
7. Martínez-Aguirre S, Sanz-Valero J. La inteligencia artificial y la salud laboral. *Med Segur Trab.* 2024;70(274):6-9. doi: 10.4321/s0465-546x2024000100001
8. Instituto de Salud Carlos III (ISCIII). Información institucional, organizativa y de planificación - Memorias anuales [Internet]. Madrid, España: ISCIII; 2024 [citado 14 de noviembre de 2025]. Recuperado: <https://transparencia.isciii.es/memorias-anuales>



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400002

Carta al editor

Relación entre el Estado Emocional y la Sobrecarga en Cuidadores de Personas con Discapacidad

Relationship between Emotional State and Overload in Caregivers of People with Disabilities

Murrieta Sánchez, Myriam¹  0009-0007-6685-1157

¹Universidad de Huánuco, Escuela Académica Profesional de Enfermería, Huánuco, Perú.

Correspondencia

Myriam, Murrieta Sánchez
Mmyri1160@gmail.com

Sr. Editor:

He leído con interés el artículo titulado “Relación entre el Estado Emocional y la Sobrecarga en Cuidadores de Personas con Discapacidad”, publicado en la revista Medicina y Seguridad del Trabajo ⁽¹⁾, de Meléndez-Mogollón et al. en el último volumen de su revista (2025). Felicito a los autores por abordar una problemática actual de gran impacto social: el deterioro emocional de los cuidadores informales.

El estudio revela datos preocupantes: 76,82 % de los cuidadores presentó depresión extremadamente severa, 95 % ansiedad de nivel muy alto y 62,5 % estrés elevado. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que reportan altos niveles de carga emocional en cuidadores de personas con discapacidad. La aplicación de instrumentos validados como WHOQOL-BREF, DASS-21 y el test de Zarit fortalece la credibilidad de los datos obtenidos ⁽²⁾.

No obstante, considero que los resultados presentados exigen una interpretación más profunda. Aunque el estudio concluye que no existe relación estadísticamente significativa entre estado emocional y sobrecarga, esta afirmación requiere mayor análisis. Resulta contradictorio observar porcentajes tan elevados de alteraciones emocionales sin una correlación clara. Esto sugiere la necesidad de utilizar modelos multivariantes o análisis estructurales que controlen factores de confusión como el tiempo de cuidado, el apoyo social o el tipo de discapacidad ⁽³⁾⁽⁴⁾.

Asimismo, se echa en falta la propuesta de intervenciones concretas a partir de los hallazgos. La literatura actual describe diversas estrategias efectivas para reducir la sobrecarga, como las intervenciones educativas o de acompañamiento emocional ⁽⁵⁾. La ausencia de recomendaciones limita la aplicabilidad del estudio para mejorar la atención en el primer nivel de salud.

En conclusión, el artículo aporta datos valiosos, pero podría beneficiarse de un análisis estadístico más profundo y una discusión ampliada que permita transformar los resultados en propuestas útiles. Animo a los autores a continuar su investigación, incorporando variables contextuales y sociales en futuros estudios.

Referencias bibliográficas

1. Meléndez-Mogollón IC, García-Silvera EE, Berrios-Rivas AT, Cabascango-Camuendo CP, Pérez-Arias A. Relación entre el Estado Emocional y la Sobrecarga en Cuidadores de Personas con Discapacidad. *Med Segur Trab*. 2025;71(278):6–19. <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2025000100001>
2. Mbougou Y, Semino L, Coronados Y, Ruiz D. Estados emocionales y carga del cuidador principal de pacientes discapacitados por ictus. *Rev Cub Med Fís Rehabil*. 2018;10(3):1-11.
3. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedfisreah/cfr-2018/cfr183a.pdf>
4. Niu S, et al. Correlaciones entre la competencia del cuidador, la sobrecarga y la calidad de vida relacionada con la salud. *BMJ Open* . 2023;13(2) :e067296 .
5. Macías KJ, Vélez Santana AG. Estado emocional y físico de los cuidadores informales de personas con parálisis cerebral. *Rehuso*. 2024;9(1):11–23.
6. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v9i1.6029>
7. Tinoco-Camarena JM, et al. Intervenciones enfermeras para disminuir la sobrecarga de cuidadores informales. *Enferm Glob*. 2022;21(68):562–586.
8. <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.502351>



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400003

Artículo original

Estrés Laboral y Rendimiento Cognitivo de funcionarios de una Universidad en Chile

Work-Related Stress and Cognitive Performance of University Staff in Chile

Catalina Belén Cárdenas Lagos¹ 0000-0002-9931-0142

Victoria Alicia Bárbara Fuentes Norambuena¹ 0000-0002-7232-6590

Bárbara Cerda Aedo^{2,5} 0000-0001-5872-7382

Javiera Cerda Aedo³ 0000-0002-1346-4563

Patricio Torres^{4,5} 0000-0000-0000-0000

¹Universidad Adventista de Chile, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Psicología, Chile.

²Universidad Adventista de Chile, Dirección de Investigación, Dirección de Posgrado. Magister en Psicología, Chile.

³Universidad Adventista de Chile, Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias de la Salud. Enfermería, Chile.

⁴Universidad Santo Tomás, Chile.

⁵Red Iberoamericana de Envejecimiento Saludable, Ríes GAUDIUM, España.

Correspondencia

Bárbara Paz Cerda Aedo
barbaracerda@unach.cl

Recibido: 26.05.2025

Aceptado: 09.12.2025

Publicado: 22.12.2025

Contribuciones de autoría

Los autores han contribuido por igual en la realización de este trabajo

Financiación

Este trabajo ha sido financiado por el fondo para realización de tesis de la Universidad Adventista de Chile

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses

Cómo citar este trabajo

Cárdenas Lagos CB, Fuentes Norambuena VA, Cerda Aedo B, Cerda Aedo J, Torres P. Estrés laboral y rendimiento cognitivo de funcionarios de una universidad en Chile. Med Segur Trab (Internet). 2025;71(281):230-238. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400003

BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: Este En la actualidad, el estrés se ha convertido en un problema para la sociedad, especialmente el estrés laboral, ya que su exceso trae como consecuencia un deterioro en las capacidades cognitivas de los trabajadores, desequilibrando su salud mental y afectando en su día a día.

Método: Estudio cuantitativo descriptivo de corte transversal. Para describir el estrés y el deterioro cognitivo en el ámbito laboral en los docentes, se utilizaron los instrumentos de Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA) y la Escala de Estrés Percibido (PSS-14).

Resultados: Los resultados indicaron que el puntaje mínimo obtenido en el test MoCA fue de 21 puntos, correspondiente a deterioro cognitivo leve (DCL), mientras que el puntaje máximo fue de 29 puntos. La media del test MoCA fue de 25.55 ± 2.18 puntos. En cuanto al estrés total, el puntaje mínimo registrado fue de 22, sin que ningún participante se encontrara libre de estrés, y el puntaje máximo fue de 39. La media del puntaje total de estrés fue de 31.95 ± 4 puntos.

Conclusiones: se concluye la necesidad imperante de implementar estrategias para prevenir los factores de estrés laboral que afectan el funcionamiento cognitivo. Para ello, resulta fundamental definir claramente los puestos de trabajo y responsabilidades, proporcionar condiciones adecuadas y confortables para el desempeño laboral, organizar eficientemente las actividades, ofrecer capacitaciones, brindar apoyo ante problemas personales y fomentar la flexibilidad laboral, entre otras medidas.

Palabras clave: Estrés Laboral, Cognición, DCL, Envejecimiento saludable.

Abstract

Introduction: Nowadays, stress has become a societal problem, especially work-related stress, as excessive stress leads to a decline in workers' cognitive abilities, disrupting their mental health and affecting their daily lives.

Method: A quantitative descriptive cross-sectional study. To assess stress and cognitive impairment in the workplace among professors, the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and the Perceived Stress Scale (PSS-14) were used

Results: The results showed that the minimum score obtained on the MoCA test was 21 points, corresponding to mild cognitive impairment (MCI), while the maximum score was 29 points. The average MoCA score was 25.55 ± 2.18 points. Regarding total stress, the minimum recorded score was 22, with no participant free of stress, and the maximum score was 39. The average total stress score was 31.95 ± 4 points

Conclusions: There is an urgent need to implement strategies to prevent work-related stress factors that affect cognitive functioning. To this end, it is essential to clearly define job positions and responsibilities, provide adequate and comfortable working conditions, efficiently organize activities, offer training, provide support for personal problems, and promote work flexibility, among other measures.

Keywords: Work-related stress; Cognition; LCD, Healthy Aging.

Introducción

Hoy en día en nuestra sociedad se ha estado utilizando cada vez, y con mayor frecuencia, la palabra estrés, haciendo alusión a las presiones de la vida cotidiana y como reaccionamos frente a ellas.

Desde el punto de vista de Mikhail ⁽¹⁾, lo detalla como un estado psicológico y fisiológico que se presenta cuando ciertas características del entorno retan a una persona y producen un desequilibrio, real o percibido, entre lo que se le pide y la capacidad para ajustarse a ello, situación que deriva de una respuesta indefinida. Esto nos hablaría de como también el estrés podría afectar cognitivamente a las personas y, por consecuencia, a las funciones ejecutivas ⁽¹⁾.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que el entorno cercano de las personas debería ser una fuente de bienestar y seguridad que pueda contribuir benéficamente en todos los ámbitos de su vida, especialmente en la salud. Hoy en día, el lugar en donde más tiempo pasan las personas es en su lugar de trabajo, donde debería existir una sensación de bienestar en general, brindando todo lo necesario para un adecuado desarrollo profesional, individual y grupal, evitando que se transforme en un lugar inseguro y hostil, de lo contrario, provocaría que los trabajadores comiencen a presentar señales de estrés, comenzando a sentirse sobrepasados e irritables ⁽²⁾. Se define el estrés laboral como una respuesta física-emocional causada por el desbalance entre las altas imposiciones laborales, los recursos, las capacidades y la actitud de un individuo para enfrentar cierto tipo de situaciones, las cuales poseen un nivel de exigencia muy alto. Otros factores que podrían también intervenir en este fenómeno sería la inseguridad en el trabajo, la excesiva competitividad, las condiciones de trabajo, las demandas de las tareas y el excesivo número de horas laborales. Por otro lado, influye también el entorno social, las relaciones interpersonales y los que el propio trabajador puede aportar con aspectos personales, tales como, la ansiedad y los estilos perceptuales ⁽³⁾.

Para Julián Mesa ⁽⁴⁾, en su artículo “El impacto del estrés laboral: consecuencias para personas y empresas”, algunos de los efectos en las personas que provoca el estrés laboral son: problemas de sueño, actitud irritada o de angustia, incapacidad para relajarse o concentrarse, mayor riesgo de sufrir un accidente en el trabajo, disminución del interés por el trabajo, tendencia a sufrir adicciones (drogas, alcohol, tabaco), empeoramiento del estado físico, mayor incidencia de enfermedades cardíacas, síndrome de agotamiento, depresión con cuadros de ansiedad, baja autoestima, poca concentración, entre otros ⁽⁴⁾. La Organización Internacional del Trabajo (1993) ha establecido que los costos asociados a los efectos y consecuencias del estrés laboral son cuantiosos, debido a que están estrechamente vinculados con el ausentismo, la rotación del personal, la frecuencia de los accidentes y el agotamiento extremo en el trabajo ⁽¹⁾.

El estrés laboral indica consecuencias cognitivas que implican problemas de memoria, como lapsus y olvidos selectivos de información relacionada con el ámbito laboral, dificultad para centrar la atención en temas laborales, problemas de concentración y un decremento en la capacidad para realizar varias tareas a la vez ⁽⁵⁾. A partir de este punto, se evidencia que el estrés laboral guarda una relación directa con las funciones ejecutivas, entendidas como un conjunto de habilidades cognitivas esenciales para regular y controlar nuestra conducta. Estas capacidades son las que nos permiten planificar, mantener, evaluar, ajustar y cumplir acciones orientadas a lograr un objetivo ⁽⁶⁾.

En base a todo lo expuesto, esta investigación tiene como objetivo principal describir el estrés y el rendimiento cognitivo en el ámbito laboral de los docentes de una universidad de Chile.

Métodos

Diseño cuantitativo, descriptivo y transversal.

La población elegida para este estudio fueron funcionarios de una universidad de Chillán, cuyo muestreo estuvo compuesto por un total de 20 sujetos. El tipo de muestreo utilizado fue por conveniencia y para ello se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: ser funcionarios de la universidad evaluada, deseo de participar de manera voluntaria y con una edad mayor a 25 años; por otro lado, los criterios de exclusión fueron no contestar el cuestionario y retirarse en medio de la evaluación.

Para la recolección de información se utilizaron los instrumentos de Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA) y la Escala de Estrés Percibido (PSS-14).

El instrumento de MoCA consiste en una prueba breve, de duración de 10 a 15 minutos aproximadamente, con 19 ítems y 8 dominios cognitivos que evalúan diferentes habilidades cognitivas como: ejecutiva/visuo-espacial, denominación, memoria, atención, lenguaje, abstracción, recuerdo diferido y orientación ⁽⁷⁾.

En el primer dominio cognitivo se evalúa función ejecutiva/habilidad visoespacial, la cual se compone de 3 ejercicios y tiene una puntuación total de 5 puntos. El primer ejercicio pide dibujar una línea para secuenciar correctamente dígitos y números alternos (1-A, 2-B, etc.). Luego, en el segundo ejercicio aparece una imagen de un cubo, en la cual la persona evaluada debe dibujar una copia. Por último, debe realizar un dibujo de un reloj que marque las once y diez ^(7,8).

El segundo dominio cognitivo evalúa identificación y tiene una puntuación de 3 puntos en total. Consiste de sólo un ejercicio de denominación de animales, donde se muestran 3 imágenes de animales y se le pide a la persona nombrar cada uno ^(7,8).

El tercer y séptimo dominio cognitivo evalúa memoria a corto plazo y recuperación retardada respectivamente, con una puntuación total de 5 puntos. En una primera instancia se leen 5 palabras al individuo y se le pide que las repita, teniendo 2 intentos para hacerlo. Esto no tiene un puntaje, pero estas 5 palabras se le debe mencionar a la persona evaluada que debe recordarlas más adelante, ya que se le volverá a preguntar por ellas. Después de completar las siguientes pruebas, se llega al séptimo ítem para evaluar la recuperación retardada y donde debe repetir las palabras mencionadas anteriormente. Pueden darse pistas en caso de no recordarlas, sin embargo, el puntaje válido es de las palabras recordadas sin pistas ^(7,8).

El cuarto dominio cognitivo evalúa la atención, se compone de 3 ejercicios con una puntuación de 6 puntos en total. En el primer ejercicio, la persona evaluada debe repetir una serie de números y luego otra serie diferente en orden inverso. En el segundo ejercicio se debe leer una serie de letras donde la persona evaluada debe dar un golpecito con la mano cada vez que se diga la letra A. Y, por último, en el ejercicio número 3 debe restar de 7 en 7 empezando desde el número 100 ^(7,8).

El quinto dominio cognitivo evalúa habilidades de lenguaje y se compone de 2 ejercicios con una puntuación de 3 puntos en total. El primer ejercicio consiste en que el evaluador lee 2 oraciones y la persona evaluada debe repetirlas correctamente. En el segundo ejercicio, el evaluado debe decir la mayor cantidad de palabras que comiencen con la letra P en 1 minuto ^(7,8).

El sexto dominio cognitivo evalúa abstracción con una puntuación de 2 puntos en total. Aquí se le pide a la persona que explique la similitud entre dos objetos mencionados ^(7,8).

Y, por último, en el octavo dominio cognitivo se evalúa orientación, el cual tiene una puntuación de 6 puntos en total. En este caso, se le pide a la persona indicar la fecha del día, mes, año, día de la semana, lugar y localidad ^(7,8).

El puntaje máximo es de 30 puntos y se obtiene sumando todos los puntos obtenidos por la persona evaluada. Un puntaje igual o superior a 26 puntos se considera normal, una puntuación de 25 a 15 puntos sería deterioro cognitivo leve y un puntaje menor a 14 puntos sería demencia ⁽⁷⁾.

Además, se aplicó un segundo instrumento para medir estrés correspondiente a la Escala de Estrés Percibido (PSS-14). Es una de las pruebas más utilizadas para evaluar el estrés y está diseñada para medir el grado en que las situaciones de vida son percibidas como estresantes. Su tiempo aproximado de aplicación es de 8 a 10 minutos y está conformado por 14 preguntas directas sobre los niveles de estrés experimentados por la persona en el último mes. Utiliza un formato de respuesta tipo Likert de 5 alternativas, con un rango de 0 (nunca) a 4 (muy a menudo), invirtiéndose la puntuación en los ítems 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 13. La escala puntúa de 0 a 56, siendo las puntuaciones superiores quienes indican un mayor nivel de estrés⁽⁹⁾.

Los datos se analizaron mediante el programa SPSS v. 23 donde se utilizaron tablas de frecuencia y porcentaje para la presentación de los resultados.

El trabajo contó con la aprobación del Comité Ético Científico de la Universidad Adventista de Chile, y con el fin de resguardar la privacidad e información de los participantes se evitó registrar cualquier dato que pueda revelar el nombre y ubicación del participante o de algún tercero, así como también se le informó a cada participante que después de un año de la aplicación de los instrumentos estos serán eliminados.

Resultados

En cuanto a la frecuencia del deterioro cognitivo leve, de un total de 20 participantes, 9 lo presentan, lo que equivale al 45% de la muestra. Los 11 participantes restantes, correspondientes al 55%, no presentan deterioro cognitivo leve (**véase Tabla 1**).

Tabla 1: Frecuencia y porcentaje de resultados de la prueba MoCA

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	DCL ¹	9	45,0%
	NO DCL ²	11	55,0%
	Total	20	100,0%

Nota: 1-Deterioro Cognitivo Leve. 2-No Deterioro Cognitivo Leve.

Con respecto a los niveles de estrés, ningún participante de la muestra reportó estar sin estrés, con bajo estrés o con estrés moderado. La totalidad de los evaluados se ubicó en la categoría de alto estrés. Dentro de esta categoría, las respuestas más frecuentes fueron “de vez en cuando estresado” y “a menudo muy estresado”, siendo esta última la más recurrente, con un 85% de las respuestas.

Con respecto a la distribución por sexo de nacimiento en la categoría del dominio cognitivo visoespacial/ejecutivo, el 33.3% de las mujeres (4 de 12) obtuvo el puntaje máximo, mientras que solo el 12.5% de los hombres (1 de 8) alcanzó dicho puntaje.

En relación con la distribución por sexo de nacimiento en la categoría de identificación, 11 de los 20 participantes (55%) obtuvieron el puntaje máximo. Todos los hombres evaluados (100%) alcanzaron el puntaje máximo, mientras que solo una mujer obtuvo un puntaje de 2 puntos.

En el apartado de atención, según la distribución por sexo de nacimiento, la mayoría de las mujeres (66.7%, es decir, 8 de 12) obtuvo un puntaje de 5 sobre 6. En contraste, la mayoría de los hombres (75%, es decir, 6 de 8) alcanzó el puntaje máximo de 6 puntos

Según el dominio cognitivo del lenguaje por sexo de nacimiento, el 50% de las mujeres (6 de 12) y el 62.5% de los hombres (5 de 8) obtuvieron el puntaje máximo

En el dominio cognitivo correspondiente a abstracción según el sexo de nacimiento, el 91.7% de las mujeres (11 de 12) y el 100% de los hombres (8 de 8) obtuvieron el puntaje máximo, mientras que solo una mujer (8.3%) obtuvo puntaje mínimo.

En el dominio cognitivo de recuerdo diferido según el sexo de nacimiento, solo el 16.7% de las mujeres (2 de 12) y el 37.5% de los hombres (3 de 8) obtuvieron el puntaje máximo. En general, los hombres presentaron una puntuación más alta en esta categoría

En el dominio cognitivo de orientación, tanto el 100% de las mujeres (12 de 12) como el 100% de los hombres (8 de 8) obtuvieron el puntaje máximo según el sexo de nacimiento.

Los resultados indicaron que el puntaje mínimo obtenido en el test MoCA fue de 21 puntos, correspondiente a deterioro cognitivo leve (DCL), mientras que el puntaje máximo fue de 29 puntos. La media del test MoCA fue de 25.55 ± 2.18 puntos.

En cuanto al estrés total, el puntaje mínimo registrado fue de 22, sin que ningún participante se encontrara libre de estrés, y el puntaje máximo fue de 39. La media del puntaje total de estrés fue de 31.95 ± 4 puntos. **(Tabla 2).**

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de la prueba de MoCA y la Escala de Estrés Percibido

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
MoCA Total	20	21	29	25,55	2,188
Total Estrés	20	22	39	31,95	4,071
N Válido (por lista)	20				

Discusión

Los resultados obtenidos invitan a reflexionar sobre la influencia que diversos factores estresores pueden tener en el estado de los participantes. Tanto las condiciones propias del entorno laboral —como las largas jornadas, el ritmo de trabajo intenso, las características del puesto y el manejo de control o autoridad— como factores externos al ámbito laboral —tales como problemas económicos, preocupación familiar, cansancio e inseguridad social— podrían estar afectando su bienestar general. Esta combinación de factores estresores puede impactar negativamente en la calidad de vida de los participantes, dado que un desempeño laboral efectivo demanda una participación activa en la solución de problemas y en la toma de decisiones organizacionales, elementos que se relacionan estrechamente con el bienestar, la satisfacción, la seguridad y la integración en el entorno de trabajo, así como con una adecuada gestión del tiempo para equilibrar la vida laboral y personal ⁽⁵⁾.

También, se podría a futuro considerar una muestra equivalente de género, dado que en esta investigación las mujeres se ven mayormente estresadas que los hombres. Un estudio científico de la Universidad de Chile sobre la diferencia de trastornos del ánimo en mujeres y hombres, demuestran que el cerebro femenino es mucho más sensible al estrés que el cerebro masculino. Esto ocurre debido a una hormona llamada factor de liberación de corticotropina (CRF) que se libera en respuesta al estrés, donde por otro lado las glándulas suprarrenales producen una hormona llamada cortisol que ayuda al cuerpo a manejar el estrés. Debido a que las mujeres tienen más receptores hormonales, presentan una respuesta más elevada al estrés, en cambio, los hombres resienten las situaciones estresantes, no viviéndolas ni percibiéndolas de la misma manera ⁽¹⁰⁾.

Existe en la mujer una mayor producción de estrógenos en situaciones de estrés, provocando que esté con niveles de ansiedad más altos y sumando que tienen más responsabilidades y roles que el hombre comúnmente a lo largo de la historia, siendo madres, hijas, esposas, trabajadoras, teniendo más exigencias dentro y fuera del hogar ⁽¹¹⁾. Todo esto incrementa los episodios de estrés, sumando episodios de ansiedad y nerviosismo, insomnio, cansancio y hasta depresión. Existen otros síntomas como dolores de cabeza, malestar estomacal, dolores musculares, alteraciones en el apetito y hasta cambios en los periodos menstruales, algo que no sucede en los hombres, así como también el embarazo y postparto que tienen una importante carga de estrés ⁽¹²⁾.

En la actualidad, el género femenino es quien continúa responsabilizándose de gran parte del trabajo doméstico-familiar, lo cual se relaciona con el fenómeno de la Doble Presencia. Esto quiere decir que, durante el tiempo de trabajo, la persona debe gestionar sus responsabilidades domésticas y, durante el tiempo privado, debe organizar o gestionar de alguna forma sus responsabilidades profesionales, siendo mayoritario el sexo femenino quien se ve afectado. La incorporación masiva de la mujer al mercado laboral no se ha visto acompañada en la misma proporción por una incorporación paralela del hombre en el trabajo doméstico. Esto puede deberse a que la división sexual del trabajo continúa cargando a hombros de la mujer la responsabilidad de los niños y del hogar. El fenómeno de la Doble Presencial se ha vuelto más evidente conforme avanza la globalización y muestra de esto se puede encontrar en las innumerables luchas que se ha tenido y se tienen en contra de la equidad de género en el campo laboral a nivel mundial ⁽¹³⁾.

Una consideración adicional es que, de acuerdo con los resultados del MoCA, 9 de 20 funcionarios presentaron un deterioro cognitivo leve. Este resultado sugiere una línea concordante con el estudio de "Association of Stress With Cognitive Function Among Older Black and White US Adult" ⁽¹⁴⁾, las personas con niveles de estrés más elevados tienen más posibilidades de experimentar una disminución en la función cognitiva, afectando su capacidad de recordar, concentrarse y el aprendizaje de cosas nuevas, existiendo evidencia de que las hormonas del estrés pueden influir en la cognición, además de que el estrés crónico provoca la pérdida de materia gris en la corteza prefrontal, donde se involucra la inhibición de la respuesta al estrés, deteriorando las funciones cognitivas superiores como la memoria ⁽¹⁴⁾. Es preciso destacar que el MoCA ofrece la posibilidad de detectar Deterioro Cognitivo Leve (DCL), lo que es considerado como un estado previo a la demencia, por lo que es del todo pertinente no solo pesquisar esta condición, sino que realizar una adecuada intervención que podría desacelerar la trayectoria de disfunción cognitiva. Es por esto por lo que la prueba de MoCA podría ser un instrumento que guíe el trabajo preventivo sobre todo si consideramos el acelerado envejecimiento de la población mundial y en particular en nuestra región de formar tal evaluar tempranamente a los adultos mayores ^(15,16).

Finalmente, se aprecia una creciente concientización a nivel mundial sobre el estrés y la manifestación de sus síntomas, siendo responsables directos de enfermedades físicas, psíquicas y sociales. Tener inestabilidad, depresión, inseguridad e incertidumbre interfieren en la salud del trabajador y así también el ambiente laboral, aumentando los niveles de estrés y dificultando la integración del trabajo. Se ha visto de manera mundial que se busca mejorar la productividad a partir del bienestar del trabajador, donde esto es indispensable para que se pueda desempeñar óptimamente en sus tareas. Todos los trabajos son potencialmente estresantes, pero existe una variación en función de cada individuo y su manera de afrontarlo ⁽⁵⁾.

Se concluye la necesidad imperante de implementar estrategias para prevenir los factores de estrés laboral que afectan el funcionamiento cognitivo. Para ello, resulta fundamental definir claramente los puestos de trabajo y responsabilidades, proporcionar condiciones adecuadas y confortables para el desempeño laboral, organizar eficientemente las actividades, ofrecer capacitaciones, brindar apoyo ante problemas personales y fomentar la flexibilidad laboral, entre otras medidas ⁽¹⁵⁾.

Finalmente, es importante destacar la relevancia de continuar y ampliar esta línea de investigación a otros funcionarios de la misma institución, así como a personal de otras entidades educativas. Esto permitirá obtener información valiosa para comprender la realidad local y nacional, contribuyendo al conocimiento en los ámbitos laboral y educativo, especialmente en un contexto donde recientemente se ha aprobado la reducción de la jornada laboral, la cual, aunque inicialmente representa un beneficio, podría generar un aumento en los niveles de estrés laboral.

Referencias bibliográficas

1. Blanco-Guzmán M. El estrés en el trabajo. *Rev Cien Cult* [internet]. 2003 [citado 15 may 2023];12:71–8. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232003000100008.
2. Organización Internacional del Trabajo. Entornos seguros y saludables: Una guía para apoyar a las organizaciones empresariales a promover la seguridad y la salud en el trabajo [Internet]. Brasilia: Organización Internacional del Trabajo; 2020 [citado 23 may 2023]. Disponible en: <https://www.edu.xunta.gal/centros/ceiporamo/aulavirtual/course/info.php?id=386>
3. Equipo Editorial Psicología Online. Definiciones de estrés laboral según autores [Internet]. Barcelona: Psicología Online; 2018 [citado 15 may 2023]. Disponible en: <https://www.psicologia-online.com/definiciones-de-estres-laboral-segun-autores-806.html>.
4. Mesa J. El impacto del estrés laboral: consecuencias para personas y empresas [internet]. Vigo (España): Grupo P&A; 21 dic 2017 [citado 13 may 2023]. Disponible en: <https://grupo-pya.com/impacto-del-estres-laboral-consecuencias-personas-empresas/>.
5. García-Pazmiño MA, González-Baltazar R, Aldrete-Rodríguez MG, Acosta-Fernández M, León-Cortés SG. Relación entre calidad de vida en el trabajo y síntomas de estrés en el personal administrativo universitario. *Cienc Trab*. 2014;16(50):97–102. doi: 10.4067/s0718-24492014000200007.
6. Tamayo-Lopera DA, Merchán-Morales V, Hernández-Calle JA, Ramírez-Brand SM, Gallo-Restrepo NE. Nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas en estudiantes adolescentes de los colegios públicos de Envigado-Colombia. *Rev CES Psicología*. 2018;11(2):21–36. doi: 10.21615/cesp.11.2.3.
7. Araneda Yáñez AE. Validación del instrumento Montreal Cognitive Assessment, versión en español (MoCA-S) en adultos mayores de Santiago de Chile [tesis de maestría en Internet]. Santiago (CL): Universidad de Chile; 2012 [citado 15 may 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181322>.
8. Ramos M, Garrido V. ¿Qué evalúa el test cognitivo de Montreal MoCA? [Internet]. Santiago (CL): ADIPA Chile; 2022 [citado 15 may 2023]. Disponible en: <https://adipa.cl/noticias/que-evalua-el-test-cognitivo-de-montreal-moca/>.
9. González Ramírez MT, Landero Hernández R. Factor structure of the Perceived Stress Scale (PSS) in a sample from Mexico. *Span J Psychol*. 2007;10(1):199–206. doi: 10.1017/s1138741600006466.
10. Olave F, Aguayo F, Román L, Corrales W, Silva J, González P, et al. Chronic restraint stress produces sex-specific behavioral and molecular outcomes in the dorsal and ventral rat hippocampus. *Neurobiol Stress*. 2022;17:Artículo 100440. doi: 10.1016/j.ynstr.2022.100440.
11. Bangasser DA, Curtis A, Reyes BA, Bethea TT, Parastatidis I, Ischiropoulos H, Van Bockstaele EJ, Valentino RJ. Sex differences in corticotropin-releasing factor receptor signaling and trafficking: potential role in female vulnerability to stress-related psychopathology. *Mol Psychiatry*. 2010;15(9):877, 896–904. doi: 10.1038/mp.2010.66.
12. Mayo Clinic. Síntomas de estrés: consecuencias en tu cuerpo y en tu conducta [Internet]. Rochester (NY): Mayo Clinic; 2 jun 2022 [citado 13 may 2023]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/healthy-lifestyle/stress-management/in-depth/stress-symptoms/art-20050987>.
13. Ruiz-López P, Pullas-Tapia P, Parra-Parra CA, Zamora-Sánchez R. La doble presencia en las trabajadoras femininas: equilibrio entre el trabajo y la vida familiar. *SEECI*. 2017;(44):33–51. doi: 10.15198/seeci.2017.44.33-51.
14. Kulshreshtha A, Alonso A, McClure LA, Hajjar I, Manly JJ, Judd S. Association of stress with cognitive function among older Black and White US adults. *JAMA Netw Open*. 2023;6(3):e231860. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.1860.

- 15.** Duval F, González F, Rabia H. Neurobiología del estrés. *Rev Chil Neuro-Psiquiat.* 2010;48(4):307–18. doi: 10.4067/s0717-92272010000500006.
- 16.** Seijias-Solano D. Riesgos psicosociales, estrés laboral y síndrome burnout en trabajadores universitarios de una escuela de bioanálisis. *Rev Salud Pública (Bogota).* 2020;21(1). doi: 10.15446/rsap.V21n1.71907.



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400004

Artículo original

Determinantes de la discapacidad asociada al dolor lumbar en dos hombres que trabajan en el sector industrial: un estudio analítico transversal

Determinants of disability associated with low back pain in men working in the industrial sector: An analytical cross-sectional study

Sergio Hijazo-Larrosa¹ 0009-0002-6417-6454

María Orosia Lucha-López^{1,2} 0000-0002-9930-3903

Sofía Monti-Ballano^{1,2} 0000-0003-0139-5174

Eva Barrio-Ollero³ 0000-0001-5603-3045

César Hidalgo-García^{1,2} 0000-0001-7667-2178

Begoña Martínez-Jarreta⁴ 0000-0001-6469-9189

Lucía Vicente-Pina^{1,2} 0009-0006-7975-4594

José Miguel Tricás-Moreno^{1,2} 0000-0002-3583-5206

¹Unidad de Investigación en Fisioterapia, Departamento de Fisiatría y Enfermería, Universidad de Zaragoza, 7 Domingo Miral s/n, 50009 Zaragoza, Spain.

²Spin off Centro Clínico OMT-E Fisioterapia SLP, Universidad de Zaragoza, Domingo Miral s/n, 50009 Zaragoza, Spain.

³Departamento de Anatomía e Histología Humanas. Universidad de Zaragoza, Domingo Miral s/n, 50009 Zaragoza, Spain. evbarrio@unizar.es (E.B.-O.).

⁴Grupo de Investigación Consolidado GIIIS-063 en Medicina del Trabajo del Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón IIS-Aragón. Avda. San Juan Bosco, 13, 50009 Zaragoza, Spain.

Correspondencia

María Orosia Lucha-López
orolucha@unizar.es

Recibido: 15.07.2025

Aceptado: 12.12.2025

Publicado: 22.12.2025

Contribuciones de autoría

Conceptualización, S.H.-L. y S.M.-B.; metodología, S.H.-L. y M.O.L.-L.; investigación, S.H.-L. y E.V.-O.; recursos, S.H.-L., M.O.L.-L., C.H.-G. y J.M.T.-M.; redacción del borrador original, S.H.-L., M.O.L.-L., S.M.-B., C.H.-G. y L.V.-P.; validación, S.H.-L., J.M.T.-M. y L.V.-P.; software, S.H.-L.; análisis formal, S.H.-L., E.V.-O. y M.O.L.-L.; visualización, S.H.-L. y J.M.T.-M.; revisión y edición del borrador original, S.H.-L., S.M.-B., E.V.-O., C.H.-G., B.M.-J., L.V.-P. y J.M.T.-M.; administración del proyecto, B.M.-J.; supervisión, B.M.-J. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Queremos agradecer la gran disposición de los participantes. Expresamos nuestro agradecimiento al personal de la empresa Pikolin. El estudio contó con el apoyo de las infraestructuras de la Unidad de Investigación en Fisioterapia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza y de la empresa Pikolin.

Cómo citar este trabajo

Hijazo-Larrosa S, Lucha-López MO, Monti-Ballano S, Barrio-Ollero E, Hidalgo-García C, Martínez-Jarreta B, et al. Determinantes de la discapacidad asociada al dolor lumbar en dos hombres que trabajan en el sector industrial: un estudio analítico transversal. *Med Segur Trab (Internet)*. 2025;71(281):252. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400004

© BY-NC-SA 4.0

Resumen

Introducción: El dolor lumbar tiene una larga asociación con diversas ocupaciones. En el marco de la salud laboral, este estudio tuvo como objetivo explorar la relación entre la discapacidad asociada al dolor lumbar y los riesgos físicos ocupacionales, las características sociodemográficas y la sensibilización central en hombres que trabajan en el sector industrial.

Método: Realizamos un estudio analítico transversal en una empresa manufacturera. Las variables clave consideradas incluyeron la edad, la antigüedad laboral, los riesgos físicos ocupacionales, el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) y el Inventario de Sensibilización Central (CSI).

Resultados: Se seleccionó aleatoriamente a un total de 116 trabajadores manuales varones para participar en el estudio. Los riesgos físicos identificados fueron: posturas forzadas (84,50 %), manipulación manual de cargas (29,30 %), movimientos repetitivos (16,40 %) y exposición a vibraciones (15,50 %). El ODI arrojó una puntuación media de 9,91 ($\pm 12,47$), mientras que el CSI obtuvo una media de 22,81 ($\pm 10,99$). Se observó una relación positiva significativa entre la puntuación total del CSI y la puntuación total del ODI ($p = 0,001$). Posibles factores de confusión, como la edad, la antigüedad y el número total de riesgos laborales a los que estuvieron expuestos los participantes, no mostraron significación estadística.

Conclusiones: Los hallazgos sugieren que, entre los hombres del sector industrial que presentan limitaciones funcionales relacionadas con el dolor lumbar, la sensibilización central puede ser un factor contribuyente. Se demostró que esta asociación era independiente de la edad, la antigüedad en el trabajo y el recuento acumulativo de riesgos físicos laborales a los que estaban expuestos los sujetos, teniendo en cuenta que los porcentajes de exposición a la mayoría de los riesgos físicos laborales estaban por debajo de los valores de referencia.

Palabras clave: Dolor lumbar; salud laboral; fisioterapia; Oswestry; sensibilización central.

Abstract

Introduction: Low back pain has long been associated with various occupations. In the context of occupational health, this study aimed to explore the relationship between disability associated with low back pain and occupational physical risks, sociodemographic characteristics, and central sensitization in men working in the industrial sector.

Method: We conducted a cross-sectional analytical study in a manufacturing company. The key variables considered included age, length of service, occupational physical risks, the Oswestry Disability Index (ODI), and the Central Sensitization Inventory (CSI).

Results: A total of 116 male manual workers were randomly selected to participate in the study. The physical risks identified were: forced postures (84.50%), manual handling of loads (29.30%), repetitive movements (16.40%), and exposure to vibrations (15.50%). The ODI yielded a mean score of 9.91 (± 12.47), while the CSI yielded a mean score of 22.81 (± 10.99). A significant positive relationship was observed between the total CSI score and the total ODI score

($p = 0.001$). Potential confounding factors, such as age, seniority, and the total number of occupational hazards to which participants were exposed, were not statistically significant.

Conclusions: The findings suggest that, among men in the industrial sector who have functional limitations related to low back pain, central sensitization may be a contributing factor. This association was shown to be independent of age, seniority, and the cumulative count of physical occupational hazards to which subjects were exposed, given that the percentages of exposure to most physical occupational hazards were below reference values.

Keywords: low back pain; occupational health; physiotherapy; oswestry; central sensitization.

Introducción

La lumbalgia relacionada con el trabajo ha sido un problema casi constante a lo largo del tiempo⁽¹⁾. Por ejemplo, los datos de un documento de investigación sobre dolencias de la espalda relacionadas con el trabajo, elaborado para la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo por Op de Beeck y Hermans, en el año 2000, indicaban que el 30% de la población trabajadora europea padecía lumbalgia, lo que la convertía en la dolencia relacionada con el trabajo más notificada⁽²⁾.

Más recientemente, la Sexta Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo de España, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y referida al año 2015, encontró que el dolor de espalda era el problema de salud más común declarado por los encuestados en el último año, afectando al 46% de ellos. Entre los mayores de 50 años, esta cifra ascendía al 55%⁽³⁾. A nivel europeo⁽⁴⁾, según diversas encuestas nacionales, el dolor de espalda representaba el 43% de los trastornos musculoesqueléticos⁽⁵⁾.

Los costes asociados a la lumbalgia suelen clasificarse en directos e indirectos⁽⁵⁾. Los costes directos están relacionados con la atención médica, mientras que los indirectos, más difíciles de cuantificar, se derivan del absentismo laboral y la pérdida de productividad. El impacto económico de la lumbalgia es comparable al de otras enfermedades prevalentes de alto coste, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, los trastornos mentales y las enfermedades autoinmunes⁽⁶⁾. Sin embargo, los análisis difieren entre los distintos entornos (Unión Europea, Estados Unidos, etc.), y faltan referencias sólidas para la comparación⁽⁷⁾.

Se han identificado ciertos perfiles de riesgo laboral como posibles factores que contribuyen al desarrollo del dolor lumbar⁽⁸⁾. Estos perfiles están asociados con el sector económico, el tipo de trabajo, las tareas laborales físicamente exigentes⁽⁹⁾, las prácticas de contratación e incluso los niveles de satisfacción laboral. Además, otros factores psicosociales parecen estar relacionados con los orígenes multifactoriales del dolor lumbar⁽¹⁰⁾.

Entre los factores que se están investigando actualmente como posibles contribuyentes al dolor lumbar, el síndrome de sensibilización central reviste especial importancia^(11,12). El síndrome de sensibilización central se caracteriza por una amplificación de la señalización neural dentro del sistema nervioso central, lo que conduce a una hipersensibilidad al dolor y otros estímulos sensoriales. Esta sensibilidad aumentada se asocia a menudo con una disregulación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal y del sistema nervioso autónomo^(13,14). Desde una perspectiva clínica, este fenómeno se observa como una reactividad exagerada de las neuronas nociceptivas centrales en respuesta a una entrada aferente crónica normal o incluso por debajo del umbral⁽¹¹⁾. Además, estas alteraciones neurofisiológicas también están moduladas por fenómenos biopsicosociales que afectan al paciente⁽¹⁵⁾.

La bibliografía existente relaciona la sensibilización central con el dolor musculoesquelético en general y con el dolor lumbar en particular; sin embargo, según nuestro conocimiento, las posibles contribuciones de la sensibilización central al dolor lumbar en el lugar de trabajo siguen sin investigarse, especialmente cuando el dolor no es lo suficientemente intenso como para provocar absentismo laboral. Sin embargo, es fundamental realizar estudios que analicen los factores que contribuyen a la discapacidad leve por dolor lumbar en la población activa. Estas investigaciones pueden ayudar a diseñar estrategias preventivas que impidan que la patología progrese hacia una discapacidad grave y el absentismo, lo que conlleva importantes costes económicos y biopsicosociales.

Reconociendo el amplio impacto del dolor lumbar, el objetivo principal de este estudio es determinar la contribución de la sensibilización central a la discapacidad asociada al dolor lumbar entre los hombres en un entorno industrial. También analizaremos la influencia de los riesgos físicos específicos del lugar de trabajo (evaluados mediante la evaluación de riesgos laborales) y los atributos sociodemográficos (edad y antigüedad en el puesto de trabajo) como posibles variables de confusión.

Métodos. Participantes y procedimiento

Diseñamos un estudio analítico transversal para investigar la relación entre el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) y la sensibilización central (CSI). Este estudio también tuvo en cuenta las características sociodemográficas (la edad y la antigüedad en el trabajo como posibles factores de confusión) y los riesgos físicos ocupacionales. Antes de comenzar el estudio, este fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA) (código de protocolo: PI18/363/ fecha de aprobación: 16/01/2019). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los sujetos que participaron en el estudio.

Se seleccionó aleatoriamente a 116 trabajadores manuales varones de una empresa manufacturera. Esta selección representaba un subconjunto de la población total de 406 personas que se dedicaban a procesos de fabricación, mantenimiento y almacenamiento dentro de la empresa.

Los criterios de inclusión exigían que los participantes tuvieran entre 18 y 61 años y que no estuvieran de baja por contingencia común o laboral. Los criterios de exclusión incluían antecedentes de cirugía de columna, presencia de señales de alarma relacionadas con problemas de columna lumbar o incapacidad para completar la evaluación y/o los cuestionarios.

Recopilación de datos y medidas

Para la recopilación de datos, se realizaron entrevistas individuales. Durante estas entrevistas, se preguntó a los participantes sobre su edad y antigüedad laboral. Todos los participantes también completaron los cuestionarios ODI y CSI (parte A).

Los datos se recopilaron a través de entrevistas individuales en las que los participantes informaron sobre su edad y antigüedad laboral. Todos los participantes completaron también el Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) y el Inventario de Sensibilización Central (CSI) (Parte A).

El ODI es un instrumento ampliamente utilizado para describir y clasificar las restricciones funcionales causadas por el dolor lumbar. Evalúa la discapacidad funcional permanente del paciente relacionada con esta afección. El ODI consta de 10 ítems, cada uno de los cuales se puntúa de 0 a 5, y las puntuaciones más altas indican una mayor discapacidad. Estos ítems abarcan diversos aspectos de la vida diaria, incluyendo actividades como viajar, dormir y la actividad sexual. El ODI es el cuestionario específico más utilizado en la literatura internacional para evaluar la discapacidad funcional relacionada con el dolor lumbar⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. El ODI ha sido utilizado en entornos laborales por Russo et al.⁽¹⁹⁾. La validez de la escala en español fue determinada por Flórez et al.⁽²⁰⁾. Su solidez la ha hecho popular en la investigación^(17,21). La prueba se considera el «estándar de oro» entre las herramientas para medir los resultados funcionales relacionados con el dolor lumbar⁽²²⁾.

El CSI es una prueba que evalúa los síntomas emocionales y somáticos asociados a la sensibilización central^(23,24). Ha sido validado al español por Cuesta-Vargas et al.⁽²⁴⁾. La parte A del CSI evalúa 25 síntomas relacionados con la salud comúnmente asociados a la sensibilización central, y es la parte más utilizada del cuestionario. Las respuestas se registran en función de la frecuencia de cada síntoma utilizando una escala Likert que va de 0 (nunca) a 4 (siempre), lo que da como resultado una puntuación total posible de 100. Las puntuaciones más altas indican un mayor grado de sensibilización central^(25,26).

Registramos los riesgos físicos ocupacionales asociados a cada puesto de trabajo, determinando la exposición de cada sujeto a los siguientes riesgos específicos:

- Posturas forzadas: incluyen posiciones corporales fijas o restringidas que ejercen una tensión excesiva sobre los músculos y tendones, posiciones que cargan las articulaciones de forma asimétrica y aquellas que crean cargas estáticas sobre los músculos⁽²⁷⁾.
- Manipulación manual de cargas: se entiende como cualquier operación que implique el transporte o la sujeción de una carga que incluya levantarla, colocarla, empujarla, tirar de ella o moverla⁽²⁸⁾.
- Movimientos repetitivos: Incluyen una serie de movimientos continuos que se mantienen durante el trabajo y que involucran al mismo grupo musculoesquelético, lo que provoca fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, en última instancia, lesiones⁽²⁹⁾.
- Vibraciones: se entienden como vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo o a todo el cuerpo, lo que supone riesgos para la salud, en particular dolor lumbar y lesiones de columna⁽³⁰⁾.

Análisis estadístico

Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas, se utilizaron índices como las medias y las desviaciones estándar. Para las variables cualitativas, se realizó un análisis de frecuencia para determinar los porcentajes.

Se construyeron modelos lineales generales univariantes para modelar la puntuación total del ODI en función de la puntuación total del CSI y en función de la exposición a cada uno de los factores de riesgo ocupacional de forma independiente (posturas forzadas, manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos y vibraciones). En cada modelo se incluyeron la edad, la antigüedad y el recuento total de riesgos ocupacionales a los que estaban expuestos los participantes como posibles factores de confusión. Se utilizó el eta cuadrado (η^2) como medida del tamaño del efecto en los modelos. Se interpretó categorizado como: $\eta^2 < 0,01$: «insignificante»; $0,01 \leq \eta^2 < 0,06$: «pequeño»; $0,06 \leq \eta^2 < 0,14$: «medio»; $\eta^2 \geq 0,14$: «grande»⁽³¹⁾.

La significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Para los cálculos se utilizó el programa SPSS 25.0 para Mac (IBM Corporation, Armonk, Nueva York, EE. UU.).

Resultados

El número total de participantes en el estudio fue de 116 sujetos (**Tabla 1**). No hubo abandonos y se realizaron todas las pruebas. La edad media fue de 45,86 ($\pm 5,68$) años (**Tabla 1**). La antigüedad en la empresa fue de 20,94 ($\pm 5,75$) (**Tabla 1**). En cuanto a los riesgos físicos laborales, la tabla 1 muestra que el 84,50 % estuvo expuesto a posturas forzadas, el 29,30 % a la manipulación manual de cargas, el 16,40 % a movimientos repetitivos y el 15,50 % a vibraciones. El número total medio de riesgos laborales a los que estuvieron expuestos los sujetos fue de 1,44 ($\pm 0,52$) (**Tabla 1**). La puntuación total media del ODI fue de 9,91 ($\pm 12,47$) (**Tabla 1**). En la puntuación total del CIS, los valores medios obtenidos fueron de 22,81 ($\pm 10,99$) (**Tabla 1**).

Tabla 1: Estadística descriptiva.

Posturas forzadas	84,50%
Manejo manual de cargas	29,30%
Movimientos repetidos	16,40%
Vibraciones	15,50%
Número total de riesgos laborales	1,44 ($\pm 0,52$)
Edad (años)	45,86 ($\pm 5,68$)
Antigüedad (años)	20,94 ($\pm 5,75$)
ODI	9,91 ($\pm 12,47$)
CSI	22,81 ($\pm 10,99$)

CSI: Inventario de Sensibilización Central. ODI: Índice de Discapacidad de Oswestry. Los datos se presentan como porcentajes (%) o media ($\pm$ DE)

Los resultados de los modelos lineales generales univariantes se presentan en las tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 2: Modelo lineal general univariable que modela la puntuación total del ODI en función de la puntuación total del CSI. Estimaciones de los parámetros.

Análisis univariable. Variable dependiente: puntuación total del ODI.	B	95% Confianza	Eta al cuadrado Tamaño del efecto	Valor p
		Intervalo para el límite inferior/ límite superior de B		
Edad	0,372	-0,144/0,887	0,018	0,156
Antigüedad	-0,499	-1,005/0,007	0,033	0,053
Número total de riesgos laborales	2,584	-1,700/6,868	0,013	0,235
Puntuación total del CSI	0,342	0,141/0,543	0,093	0,001

La prueba modificada de Breusch-Pagan para la heterocedasticidad probó la hipótesis nula de que la varianza de los errores no dependía de los valores de las variables independientes ($p = 0,184$). No se encontró significación estadística para los posibles factores de confusión: edad, antigüedad y número total de riesgos laborales a los que estaban expuestos los participantes. La puntuación total del CSI mostró una relación positiva significativa con la puntuación total del ODI ($p = 0,001$), lo que demuestra un tamaño del efecto medio ($\eta^2 = 0,093$) (Tabla 2).

Tabla 3: Modelo lineal general univariable que modela la puntuación total del ODI en función de la exposición a posturas forzadas. Estimaciones de los parámetros.

Análisis univariable. Variable dependiente: puntuación total del ODI.	B	95% Confianza	Eta al cuadrado Tamaño del efecto	Valor p
		Intervalo para el límite inferior/ límite superior de B		
Edad	0,409	-0,132/0,949	0,020	0,137
Antigüedad	-0,487	-1,016/0,043	0,029	0,071
Número total de riesgos laborales	3,820	-0,803/8,444	0,024	0,104
Posturas forzadas = no	-3,493	-10,185/3,199	0,010	0,303
Posturas forzadas = sí	Categoría de referencia			

La prueba modificada de Breusch-Pagan para heterocedasticidad probó la hipótesis nula de que la varianza de los errores no dependía de los valores de las variables independientes ($p = 0,062$). No se encontró significación estadística para los posibles factores de confusión: edad, antigüedad y número total de riesgos laborales a los que estaban expuestos los participantes. La exposición a posturas forzadas no mostró una relación significativa con la puntuación total del ODI ($p = 0,303$) (Tabla 3).

La prueba modificada de Breusch-Pagan para heterocedasticidad probó la hipótesis nula de que la varianza de los errores no dependía de los valores de las variables independientes ($p = 0,141$). No se encontró significación estadística para los posibles factores de confusión: edad, antigüedad y número total de riesgos laborales a los que estaban expuestos los participantes. La exposición a la manipulación manual de cargas no mostró una relación significativa con la puntuación total del ODI ($p = 0,578$) (Tabla 4).

Tabla 4: Modelo lineal general univariable que modela la puntuación total del ODI en función de la exposición a la manipulación manual de cargas. Estimaciones de los parámetros.

Análisis univariable. Variable dependiente: puntuación total del ODI.	B	95% Confianza	Eta al cuadrado Tamaño del efecto	Valor p
		Intervalo para el límite inferior/ límite superior de B		
Edad	0,436	-0,103/0,975	0,023	0,112
Antigüedad	-0,468	-0,999/0,062	0,027	0,083
Número total de riesgos laborales	4,193	-1,537/9,922	0,019	0,150
Manejo manual de cargas = no	1,814	-4,631/8,258	0,003	0,578
Manejo manual de cargas = si	Categoría de referencia			

Tabla 5: Modelo lineal general univariable que modela la puntuación total del ODI en función de la exposición a movimientos repetitivos. Estimaciones de los parámetros.

Análisis univariable. Variable dependiente: puntuación total del ODI.	B	95% Confianza	Eta al cuadrado Tamaño del efecto	Valor p
		Intervalo para el límite inferior/ límite superior de B		
Edad	0,450	-0,089/0,989	0,024	0,101
Antigüedad	-0,477	-1,007/0,053	0,028	0,077
Número total de riesgos laborales	2,174	-2,915/7,263	0,006	0,399
Movimientos repetidos = no	-2,926	-9,958/4,106	0,006	0,411
Movimientos repetidos = si	Categoría de referencia			

La prueba modificada de Breusch-Pagan para heterocedasticidad probó la hipótesis nula de que la varianza de los errores no dependía de los valores de las variables independientes ($p = 0,149$). No se encontró significación estadística para los posibles factores de confusión: edad, antigüedad y número total de riesgos laborales a los que estaban expuestos los participantes. La exposición a movimientos repetitivos no mostró una relación significativa con la puntuación total del ODI ($p = 0,411$) (Tabla 5).

La prueba modificada de Breusch-Pagan para la heterocedasticidad probó la hipótesis nula de que la varianza de los errores no dependía de los valores de las variables independientes ($p = 0,062$). No se encontró significación estadística para los posibles factores de confusión: edad, antigüedad y número total de riesgos laborales a los que estaban expuestos los participantes. La exposición a vibraciones no mostró una relación significativa con la puntuación total del ODI ($p = 0,303$) (Tabla 6).

Tabla 6: Modelo lineal general univariable que modela la puntuación total del ODI en función de la exposición a las vibraciones. Estimaciones de los parámetros.

Análisis univariable. Variable dependiente: puntuación total del ODI.	B	95% Confianza	Eta al cuadra- do Tamaño del efecto	Valor p
		Intervalo para el límite inferior/ límite superior de B		
Edad	0,409	-0,132/0,949	0,020	0,137
Antigüedad	-0,487	-1,016/0,043	0,029	0,071
Número total de riesgos laborales	3,820	-0,803/8,444	0,024	0,104
Vibraciones = no	3,493	-3,199/10,185	0,010	0,303
Vibraciones = si	Categoría de referen- cia			

Discusión

Los principales resultados de este estudio indican que, dentro de nuestra muestra de hombres adultos que trabajan en el sector industrial, una mayor sensibilización central se asocia con una mayor discapacidad relacionada con el dolor lumbar, lo que demuestra un tamaño del efecto moderado.

La descripción de los sujetos mostró que, en cuanto a la edad, nuestra muestra, con una media de 45,86 ($\pm 5,68$) años, se sitúa en la distribución de un país de la zona euro. En este contexto europeo, se ha propuesto que la edad media de los trabajadores europeos sería de 42,6 años en 2030⁽³²⁾. En España, según la Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo de 2021⁽³³⁾, el 55,2 % de los trabajadores se encontraba en el rango de edad comprendido entre los 31 y los 50 años. También se ha indicado que el 50,1 % de las personas empleadas en España tienen más de 45 años⁽³⁴⁾.

Ni la edad ni la antigüedad resultaron ser modelos de discapacidad asociados al dolor lumbar en nuestro estudio, lo que contradice los resultados de otras investigaciones^(35,36). El estudio de Lucha et al⁽³⁶⁾ indicó, con datos de la población española en 2020, que cada año adicional de edad aumentaba la probabilidad de padecer dolor lumbar. Esta no asociación en nuestro estudio puede deberse a las adaptaciones ergonómicas que la empresa ha realizado en sus procesos de trabajo, incluyendo medidas organizativas y la mecanización de algunos puestos de trabajo.

Las posturas forzadas⁽²⁷⁾ estaban presentes en el 84,50 % de toda la muestra. En la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo de 2015, se informó de una prevalencia del 57 % en las actividades industriales⁽³⁾. Por lo tanto, la muestra estudiada en esta investigación mostró un porcentaje más alto de exposición a posturas forzadas en comparación con los datos de referencia. Aunque la exposición a posturas forzadas no se relacionó con la discapacidad asociada al dolor lumbar en este estudio, el porcentaje de exposición por encima de los valores de referencia recomienda la adopción de medidas para tratar de reducir la exposición a este riesgo laboral.

La manipulación manual de cargas⁽²⁸⁾ estaba presente en el 29,30 % de la muestra. La Encuesta Nacional de Condiciones Laborales de 2015 informó de una tasa de exposición del 44 % en las actividades industriales⁽³⁾. La Encuesta Europea de Condiciones Laborales, en sus datos referidos a España, indicó que los operadores de plantas y máquinas tenían un 32,3 % de este riesgo en sus puestos de trabajo⁽³³⁾. Los datos actuales sugieren un alto nivel de mecanización y automatización en los procesos, ya que cualquier manipulación de cargas que supere los 3 kilogramos puede suponer un riesgo potencial para la zona lumbar^(28,37).

Se observaron movimientos repetitivos⁽²⁹⁾ en el 16,40 % de la muestra. La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo de 2015⁽³⁾ informó de una tasa de exposición del 69 % en todos los sectores y del 73 % en las actividades industriales. La Encuesta Europea sobre las Condiciones de Trabajo, en sus datos referidos a España, indicaba que los operarios de instalaciones y máquinas tenían un 72,8 % de este riesgo en sus puestos de trabajo. Por lo tanto, los valores observados en nuestra muestra están claramente por debajo de los valores de referencia, lo que sugiere una distribución adecuada del trabajo entre diversas tareas que ayuda a mitigar la exposición a este riesgo.

Las vibraciones^(30,38) estaban presentes en el 15,50 % de toda la muestra. La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo de 2015 informó de una tasa de exposición del 41 % en las actividades industriales⁽³⁾. La cifra del 15,5 % de esta muestra se atribuye al uso de carretillas elevadoras para almacenar piezas fabricadas. Esto tiene en cuenta la doble naturaleza de la exposición a las vibraciones, distinguiendo entre la exposición de manos y brazos a las herramientas y la exposición de todo el cuerpo a los sistemas de transporte. Cabe destacar que las vibraciones en manos y brazos son poco frecuentes en las industrias manufactureras.

En cuanto al riesgo físico laboral y su relación con el dolor lumbar en esta muestra, la exposición a la manipulación manual de cargas, los movimientos repetitivos y las vibraciones no mostraron ninguna asociación con la discapacidad relacionada con el dolor lumbar. Esto podría atribuirse a los bajos porcentajes de exposición a estos riesgos en nuestra muestra, en relación con los valores de referencia.

En cuanto al ODI, en el estudio de Brox et al.⁽³⁹⁾ se comunicaron valores medios del ODI de 1,6 ($\pm 3,5$) en el grupo de control, 25,2 ($\pm 12,2$) en el grupo de dolor lumbar subagudo y 43,5 ($\pm 13,3$) en el grupo de dolor crónico. La muestra actual mostró valores medios del ODI superiores a los observados en sujetos sanos; sin embargo, las puntuaciones fueron significativamente inferiores a las asociadas al dolor lumbar subagudo^(16,22). La puntuación total de la prueba indica estados de limitación funcional mínima para valores entre 0 y 20, mientras que los valores entre 21 y 40 indican una limitación moderada, los valores entre 41 y 60 una limitación grave, los valores entre 61 y 80 una discapacidad y las puntuaciones superiores a 80 representan la limitación funcional máxima. Teniendo en cuenta estos valores, se observó que, aunque las puntuaciones reflejadas en este trabajo eran bajas, estaban lejos del rango asintomático y, por lo tanto, ya indicaban ciertas limitaciones funcionales. En este punto, es importante destacar que, para evitar que el dolor lumbar alcance una condición limitante, se recomienda una evaluación temprana, junto con la valoración de los riesgos que podrían generarlo, con el fin de diseñar intervenciones personalizadas^(40,41).

En la presente investigación, los niveles más altos de sensibilización central, cuantificados mediante el CSI, se asociaron con un aumento de la discapacidad relacionada con el dolor lumbar. Este hallazgo concuerda con los resultados obtenidos por Akeda et al.^(42,43), quienes identificaron una correlación positiva entre ambas medidas en pacientes con dolor lumbar. Además, Tanaka et al.⁽⁴⁴⁾ informaron de que los pacientes con puntuaciones más altas en el CSI tenían una discapacidad funcional relacionada con el dolor significativamente mayor que aquellos con puntuaciones más bajas. Estos hallazgos parecen indicar que las puntuaciones del CSI pueden considerarse predictores de discapacidad⁽⁴⁵⁾. La neurociencia ha definido el concepto de sensibilización central como una amplificación de la señal neural dentro del sistema nervioso central que conduce a una hipersensibilización al dolor^(46,47). En pacientes con dolor lumbar crónico, se han evidenciado cambios neuroplásticos en el cerebro, lo que indica un aumento de la actividad cortical y una expansión de la representación cortical de la espalda, lo que refuerza la idea de procesos neurofisiológicos alterados a nivel supraespinal⁽⁴⁸⁾. Estos cambios neuroplásticos podrían ser la base de la sensibilización central, lo que podría conducir a una disminución de la funcionalidad.

La conexión entre el Inventario de Sensibilización Central (CSI) y los factores psicosociales ha sido un área de estudio importante. Investigaciones anteriores^(49,50) sugieren que esta relación ha llegado incluso a remodelar la comprensión neurofisiológica original del dolor. Esto plantea una pregunta crucial: ¿está el CSI más estrechamente relacionado con las medidas psicosociales que con las pruebas experi-

mentales de dolor⁽⁵¹⁻⁵³⁾? Este matiz es especialmente importante en un entorno no clínico, como el de este estudio. Comprender esta conexión más profunda puede ser decisivo para desarrollar estrategias de prevención más precisas y eficaces. Si los factores psicosociales desempeñan un papel más dominante en la sensibilización central de lo que se pensaba, las medidas preventivas deben ir más allá de las intervenciones puramente físicas para abordar los aspectos psicológicos y sociales. Esto permite un enfoque más holístico y potencialmente más exitoso para prevenir afecciones como el dolor crónico.

Ciertas limitaciones matizan los resultados de este estudio. La más importante es su naturaleza transversal; aunque se consideró que un diseño longitudinal era poco práctico debido a los retos previstos en cuanto a la disponibilidad de muestras, esta elección de diseño limita inherentemente nuestra capacidad para establecer relaciones causales. Además, la ejecución del estudio en una única ubicación geográfica plantea un reto a la hora de generalizar los resultados a los sectores manufactureros de diversas regiones. No obstante, se llevó a cabo una amplia caracterización descriptiva de la población del estudio para ayudar a identificar contextos en los que podrían surgir resultados similares.

Conclusiones

Los resultados sugieren que, entre los hombres del sector industrial que presentan limitaciones funcionales relacionadas con el dolor lumbar, la sensibilización central puede ser un factor contribuyente. Se demostró que esta asociación era independiente de la edad, la antigüedad en el trabajo y el recuento acumulativo de riesgos físicos laborales a los que estaban expuestos los sujetos, teniendo en cuenta que los porcentajes de exposición a la mayoría de los riesgos físicos estaban por debajo de los valores de referencia.

Bibliografía

1. Allan DB, Waddell G. An historical perspective on low back pain and disability. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1989;234:1–23.
2. Op de Beeck R, Hermans V. Research on work-related low back disorders [Internet]. European Agency for Safety and Health at Work. Luxemburg: Institute for Occupational Safety and Health; 2000 [cited 2025 May 3]. p. 67–67. Available from: https://osha.europa.eu/sites/default/files/TE3200273ENC_-_Work-related_Low_Back_Disorders.pdf
3. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2015 6a EWCS – España [Internet]. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Madrid: Ministerio de Empleo y Seguridad Social; 2017 [cited 2025 May 3]. p. 134–134. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/96082/Encuesta+Nacional+de+Condiciones+de+Trabajo+6a+EWCS.pdf/abd69b73-23ed-4c7f-bf8f-6b46f1998b45?t=1529925974398>
4. de Kok J, Vroonhof P, Snijders J, Roullis G, Clarke M, Peerebom K, et al. Work-related MSDs: prevalence, costs and demographics in the EU [Internet]. European Agency for Safety and Health at Work. Luxemburg: European Agency for Safety and Health at Work; 2019 [cited 2025 May 3]. p. 215–215. Available from: https://osha.europa.eu/sites/default/files/Work_related_MSDs_prevalence_costs_and_demographics_in_EU_summary.pdf
5. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet.* 2018 Jun 9;391(10137):2356–67.
6. Maniadakis N, Gray A. The economic burden of back pain in the UK. *Pain.* 2000 Jan;84(1):95–103.
7. Juniper M, Le TK, Mladsí D. The epidemiology, economic burden, and pharmacological treatment of chronic low back pain in France, Germany, Italy, Spain and the UK: a literature-based review. *Expert Opin Pharmacother.* 2009 Nov;10(16):2581–92.

- 8.** van den Hoogen HJ, Koes BW, van Eijk JT, Bouter LM, Devillé W. On the course of low back pain in general practice: a one year follow up study. *Ann Rheum Dis.* 1998 Jan;57(1):13–9.
- 9.** Essman M, Lin CY. The Role of Exercise in Treating Low Back Pain. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2025 Jun 10];21(8):267–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35946845/>
- 10.** Graveling R, Smith A, Hanson M. Musculoskeletal disorders: association with psychosocial risk factors at work [Internet]. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work – EU-OSHA; 2021 [cited 2025 May 3]. Available from: https://osha.europa.eu/sites/default/files/2021-11/MSDs_association_pshychosocial_risks_factors_at_work_report.pdf
- 11.** Opara JA, Saulicz E, Szczygiet JW, Szczygiet K. Is the Central Sensitization in Chronic Nonspecific Low Back Pain Structural Phenomenon or Psychological Reaction? A Narrative Review. *J Clin Med* [Internet]. 2025 Jan 1 [cited 2025 Jun 10];14(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39860583/>
- 12.** Arendt-Nielsen L, Morlion B, Perrot S, Dahan A, Dickenson A, Kress HG, et al. Assessment and manifestation of central sensitisation across different chronic pain conditions. *European Journal of Pain* (United Kingdom) [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2025 Jun 10];22(2):216–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29105941/>
- 13.** Woolf CJ. Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain.* 2011 Mar;152(3 Suppl):S2–15.
- 14.** Yunus MB. Fibromyalgia and Overlapping Disorders: The Unifying Concept of Central Sensitivity Syndromes. *Semin Arthritis Rheum* [Internet]. 2007 Jun [cited 2025 Jun 4];36(6):339–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17350675/>
- 15.** Martínez-Pintor F. El Síndrome de Sensibilización Central y los Trastornos Funcionales. *Psicosomática y psiquiatría*, ISSN-e 2565-0564, No 10, 2019, págs 54-58 [Internet]. 2019 [cited 2025 Jun 4];(10):54–8. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7483749&info=resumen&idoma=ENG>
- 16.** Alcántara-Bumbiedro S, Flórez-García MT, Echávarri-Pérez C, García-Pérez F. Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. *Rehabilitacion (Madr)* [Internet]. 2006 Jan 1 [cited 2025 Jun 3];40(3):150–8. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048712006748812>
- 17.** Lee J, Yoon C, Kim K, Cho M, Kim HC, Chung SG. Lumbar Stability in Healthy Individuals and Low Back Pain Patients Quantified by Wall Plank-and-Roll Test. *PM R.* 2019 May;11(5):483–94.
- 18.** Brodke DS, Goz V, Lawrence BD, Spiker WR, Neese A, Hung M. Oswestry Disability Index: a psychometric analysis with 1,610 patients. *Spine J.* 2017 Mar;17(3):321–7.
- 19.** Russo F, Di Tecco C, Russo S, Petrucci G, Vadalà G, Denaro V, et al. Importance of an Integrated Assessment of Functional Disability and Work Ability in Workers Affected by Low Back Pain. *Saf Health Work* [Internet]. 2024 Mar 1 [cited 2025 Jun 2];15(1):66–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38496286/>
- 20.** Flórez-García MA, García-Pérez F, García-Pérez J, Armenteros-Pedrerros A, Álvarez-Prado MD. Adaptación transcultural a la población española de la escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry. *Rehabilitacion (Madr).* 1995;29:138–45.
- 21.** Borrego-Jiménez PS, Sáez-Regidor ML, Borrego-Jiménez JM, Borrego-Jiménez PA, Borrego-Jiménez P, Borrego-Jiménez PS, et al. Análisis psicométrico del Cuestionario de Discapacidad del Dolor Lumbar de Oswestry. *Fisioterapia.* 2005 Oct;27(5):250–4.
- 22.** Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000 Nov 15;25(22):2940–52; discussion 2952.
- 23.** Roldán-Jiménez C, Pérez-Cruzado D, Neblett R, Gatchel R, Cuesta-Vargas A. Central Sensitization in Chronic Musculoskeletal Pain Disorders in Different Populations: A Cross-Sectional Study. *Pain Med.* 2020 Nov 1;21(11):2958–63.

- 24.** Cuesta-Vargas AI, Roldan-Jimenez C, Neblett R, Gatchel RJ. Cross-cultural adaptation and validity of the Spanish central sensitization inventory. *Springerplus*. 2016;5(1):1837.
- 25.** Neblett R, Cohen H, Choi Y, Hartzell MM, Williams M, Mayer TG, et al. The Central Sensitization Inventory (CSI): establishing clinically significant values for identifying central sensitivity syndromes in an outpatient chronic pain sample. *J Pain*. 2013 May;14(5):438–45.
- 26.** Mayer TG, Neblett R, Cohen H, Howard KJ, Choi YH, Williams MJ, et al. The development and psychometric validation of the central sensitization inventory. *Pain Pract*. 2012 Apr;12(4):276–85.
- 27.** Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a posturas forzadas [Internet]. Ministerio de Sanidad y Consumo, editor. *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2000 [cited 2025 May 3]. Available from: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/posturas.pdf>
- 28.** Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos/as a riesgos derivados de la manipulación manual de cargas [Internet]. Ministerio de Sanidad y Consumo, editor. *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1999 [cited 2025 May 3]. Available from: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/cargas.pdf>
- 29.** Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema. Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a movimientos repetidos de miembro superior [Internet]. Ministerio de Sanidad y Consumo, editor. *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2000 [cited 2025 May 3]. Available from: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/movimientos.pdf>
- 30.** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con las Vibraciones Mecánicas [Internet]. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, editor. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid, España: Ministerio de Trabajo e Inmigración; 2005 [cited 2025 May 3]. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/789467/Vibraciones.pdf/e35c5b4c-6aec-45a1-b569-68451a1b682e?t=1605800478635>
- 31.** Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Second Edition.
- 32.** ILO. El envejecimiento de la población europea tiene un lado positivo | Organización Internacional del Trabajo [Internet]. 2018 [cited 2025 Jun 2]. Available from: <https://www.ilo.org/resource/news/europes-ageing-population-comes-silver-lining>
- 33.** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Encuesta europea de condiciones de trabajo 2021. Datos de España. 2023 [cited 2025 Jun 2];(Estudios Técnicos). Available from: <http://cpage.mpr.gob.es>
- 34.** EFE. La mitad de los trabajadores en España ya tiene más de 45 años [Internet]. 2024 [cited 2025 Jun 2]. Available from: <https://efe.com/economia/2024-09-30/mitad-trabajadores-espana-tiene-mas-45-anos/>
- 35.** Jia N, Zhang M, Zhang H, Ling R, Liu Y, Li G, et al. Prevalence and risk factors analysis for low back pain among occupational groups in key industries of China. *BMC Public Health* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 Jun 2];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35931976/>
- 36.** Lucha-López MO, Hidalgo-García C, Monti-Ballano S, Márquez-Gonzalvo S, Ferrández-Laliena L, Müller-Thyssen-Urriarte J, et al. Body Mass Index and Its Influence on Chronic Low Back Pain in the Spanish Population: A Secondary Analysis from the European Health Survey (2020). *Biomedicines* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2025 Jun 10];11(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37626672/>
- 37.** Sauter M, Barthelme J, Müller C, Liebers F. Manual handling of heavy loads and low back pain among different occupational groups: results of the 2018 BIBB/BAuA employment survey. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2025 Jun 2];22(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34781946/>

- 38.** De la Iglesia- Huerta A. Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos [Internet]. Vol. 963, Nota Técnica de Prevención. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2013 [cited 2025 May 3]. Available from: <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/28-serie-ntp-numeros-961-a-995-ano-2013/nota-tecnica-de-prevencion-ntp-963>
- 39.** Brox JI, Storheim K, Holm I, Friis A, Reikerås O. Disability, pain, psychological factors and physical performance in healthy controls, patients with sub-acute and chronic low back pain: a case-control study. *J Rehabil Med*. 2005 Mar;37(2):95–9.
- 40.** Karppinen J, Simula AS, Holopainen R, Lausmaa M, Remes J, Paukkunen M, et al. Evaluation of training in guideline-oriented biopsychosocial management of low back pain in occupational health services: Protocol of a cluster randomized trial. *Health Sci Rep* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2025 Jun 3];4(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33728382/>
- 41.** Ryyänänen K, Oura P, Simula AS, Holopainen R, Paukkunen M, Lausmaa M, et al. Effectiveness of training in guideline-oriented biopsychosocial management of low-back pain in occupational health services – a cluster randomized controlled trial. *Scand J Work Environ Health*. 2021;47(5):367–76.
- 42.** Akeda K, Takegami N, Yamada J, Fujiwara T, Nishimura A, Sudo A. Central Sensitization in Chronic Low Back Pain: A Population-Based Study of a Japanese Mountain Village. *J Pain Res*. 2021;14:1271–80.
- 43.** Akeda K, Yamada J, Takegami N, Fujiwara T, Murata K, Kono T, et al. Evaluation of Central Sensitization Inventory in Patients Undergoing Elective Spine Surgery in a Multicenter Study. *Global Spine J*. 2023 Sep;13(7):1716–27.
- 44.** Tanaka K, Murata S, Nishigami T, Mibu A, Manfuku M, Shinohara Y, et al. The central sensitization inventory predict pain-related disability for musculoskeletal disorders in the primary care setting. *European Journal of Pain (United Kingdom)* [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2025 Jun 3];23(9):1640–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31233655/>
- 45.** Nagahori H, Miki T, Momma H. The relationship between the Keele STarT back screening tool, the short form of central sensitivity inventory and health-related quality of life in patients with low back pain. *Journal of Manual and Manipulative Therapy* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 3];30(6):350–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35282797/>
- 46.** Nijs J, Apeldoorn A, Hallegraeff H, Clark J, Smeets R, Malfliet A, et al. Low back pain: guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. *Pain Physician*. 2015;18(3):E333–46.
- 47.** Woolf CJ. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain* [Internet]. 2011 Mar [cited 2025 Jun 4];152(SUPPL.3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20961685/>
- 48.** Treede RD, Jensen TS, Campbell JN, Cruccu G, Dostrovsky JO, Griffin JW, et al. Neuropathic pain: re-definition and a grading system for clinical and research purposes. *Neurology*. 2008 Apr 29;70(18):1630–5.
- 49.** Holm LA, Nim CG, Lauridsen HH, Filtenborg JB, O'Neill SF. Convergent validity of the central sensitization inventory and experimental testing of pain sensitivity. *Scand J Pain* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2025 Jun 3];22(3):597–613. Available from: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/sjpain-2021-0090/html>
- 50.** O'Neill S, Manniche C, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Association between a composite score of pain sensitivity and clinical parameters in low-back pain. *Clinical Journal of Pain* [Internet]. 2014 [cited 2025 Jun 3];30(10):831–8. Available from: https://journals.lww.com/clinicalpain/fulltext/2014/10000/association_between_a_composite_score_of_pain.1.aspx
- 51.** Kregel J, Schumacher C, Dolphens M, Malfliet A, Goubert D, Lenoir D, et al. Convergent Validity of the Dutch Central Sensitization Inventory: Associations with Psychophysical Pain Measures, Quality of

Life, Disability, and Pain Cognitions in Patients with Chronic Spinal Pain. *Pain Practice* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2025 Jun 3];18(6):777–87. Available from: [/doi/pdf/10.1111/papr.12672](https://doi/pdf/10.1111/papr.12672)

52. Gervais-Hupé J, Pollice J, Sadi J, Carlesso LC. Validity of the central sensitization inventory with measures of sensitization in people with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2025 Jun 3];37(11):3125–32. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10067-018-4279-8>

53. Coronado RA, George SZ. The Central Sensitization Inventory and Pain Sensitivity Questionnaire: An exploration of construct validity and associations with widespread pain sensitivity among individuals with shoulder pain. *Musculoskelet Sci Pract* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2025 Jun 3];36:61–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2468781218301541?via%3Dihub>



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400005

Original Article

Ergonomic risks in truck maintenance: task characterization and analysis with a normative and descriptive approach

Riesgos ergonómicos en la mantención de camiones: caracterización de tareas y análisis con enfoque normativo y descriptivo

Gabriela P. Urrejola-Contreras¹ 0000-0002-8370-4550

Miguel Pérez-Lizama² 0000-0002-7257-1713

Boris Gary-Zambra³ 0000-0002-9809-3158

Daniela Pérez-Casanova⁴ 0000-0001-6701-0578

¹Universidad de Viña del Mar, Facultad de Ciencias de la Vida, Unidad de Ciencias Aplicadas, Viña del Mar, Chile

²Universidad de Viña del Mar, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Kinesiología, Viña del Mar, Chile

³Universidad de Viña del Mar, Facultad de Ingeniería, Negocios y Ciencias Agroambientales, Viña del Mar, Chile

⁴Investigador/a independiente, Santiago de Chile, Chile.

Correspondence

Gabriela Urrejola-Contreras
gabriela.urrejola@uvm.cl

Received: 01.10.2025

Accepted: 15.11.2025

Published: xx.12.2025

Authorship contribution

GU: Work design, data collection, drafting of the manuscript, and critical revision of its content. Final approval of the version to be published.

MP: Data analysis and interpretation, critical revision of its content. Final approval of the version to be published.

BG: Critical revision of its content. Final approval of the version to be published.

DP: Work design, data collection. Final approval of the version to be published.

Funding

This work did not receive any funding.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

How to cite

Urrejola-Contreras GP, Pérez-Lizama M, Gary-Zambra B, Pérez-Casanova D. Ergonomic risks in truck maintenance: task characterization and analysis with a normative and descriptive approach. Med Segur Trab (Internet). 2025;71(281):253-265. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400005

Abstract

Introduction: Physical ergonomic risks in the automotive sector contribute significantly to work-related musculoskeletal disorders, particularly low back pain. Evidence highlights high prevalence linked to manual load handling, awkward postures, and repetitive tasks. Research on heavy vehicle maintenance workers is scarce, underscoring the need to characterize risks and support preventive workplace interventions.

Method: This cross-sectional study in Santiago, Chile, assessed 256 male freight transport mechanics and cellar workers exposed to manual load handling. Evaluations included questionnaires, technical visits, and Chilean regulatory protocols: the MMH Guide and TS-WMSD Standard. These tools identified risks related to lifting, pushing, posture, repetition, and force, classifying them into levels requiring corrective measures. Data analysis employed descriptive statistics, prevalence, and percentages to characterize occupational risks and compare international methodologies.

Results: This study identified ergonomic risks among mechanics and cellar workers engaged in manual load handling. Lifting, lowering, and carrying tasks involved 206 workers, while 114 performed pushing and pulling. Mechanics predominated in the highest-risk categories (>60%), whereas cellar workers were more frequent in low/moderate levels. Main risks included vertical lifting position (70%), grip zone (56%), and trunk asymmetry (52%). According to the TS-WMSD protocol, repetitive movements and non-neutral postures reached 100% prevalence.

Conclusions: This study confirms significant ergonomic risks among mechanics and cellar workers. Mechanics face higher risks in lifting due to vertical positions, heavy loads, and postural asymmetry, while cellar staff encounter pushing/pulling hazards from poor grip zones. Limitations of the TS-WMSD protocol suggest complementing evaluations with REBA and NIOSH to enhance risk detection.

Keywords: Ergonomics; Workplace; Biomechanical Risk, Occupational health, Workload.

Resumen

Introducción: Los riesgos ergonómicos físicos en el sector automotriz contribuyen significativamente a los trastornos musculoesqueléticos laborales, especialmente dolor lumbar. La evidencia muestra alta prevalencia asociada a manipulación manual de cargas, posturas forzadas y tareas repetitivas. La investigación en mantenimiento de vehículos pesados es limitada, destacando la necesidad de caracterizar riesgos y apoyar intervenciones preventivas.

Método: Este estudio transversal en Santiago, Chile, evaluó a 256 hombres trabajadores mecánicos y de bodega expuestos a manipulación manual de cargas. La evaluación incluyó visitas técnicas, cuestionarios y protocolos chilenos: la Guía MMC y la Norma TMERT. Estas herramientas identificaron riesgos asociados a levantar, empujar, posturas, repetición y fuerza, clasificándolos en niveles que requieren medidas correctivas. El análisis usó estadísticas descriptivas, prevalencias y porcentajes, comparando metodologías internacionales de evaluación de riesgos laborales.

Resultados: Este estudio identificó riesgos ergonómicos en mecánicos y trabajadores de bodega involucrados en manipulación manual de cargas. Las tareas de levantar, bajar y transportar incluyeron a 206 trabajadores, mientras 114 realizaron empuje y tracción. Los mecánicos predominaron en los niveles de mayor riesgo (>60%), en tanto los bodegueros se concentraron en niveles bajo/moderado. Los principales riesgos fueron levantamiento vertical (70%), zona de agarre (56%) y asimetría del tronco (52%). El protocolo TMERT evidenció 100% de prevalencia en posturas no neutrales y movimientos repetitivos.

Conclusiones: Este estudio confirma riesgos ergonómicos significativos en mecánicos y trabajadores de bodega. Los mecánicos enfrentan mayores riesgos en levantamiento por posturas verticales, cargas pesadas y asimetrías, mientras que los bodegueros presentan riesgos en empuje/arrastre por zonas de agarre deficientes. Las limitaciones del protocolo TMERT sugieren complementar con REBA y NIOSH para mejorar la detección.

Palabras clave: Ergonomía; Lugar de trabajo; Riesgo biomecánico; Salud ocupacional.

Introduction

Physical ergonomic risks are one of the main causes of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs), and the automotive industry is no exception, showing a high prevalence of ailments particularly affecting the lower back, neck, and shoulders ⁽¹⁾. For instance, a study conducted in 50 Chinese automotive companies estimated a 32.8% prevalence of WMSDs among workers engaged in assembly and mechanical tasks ⁽²⁾. Similarly, research involving 43 automotive repair workshops found that 80% of workers performing vehicle maintenance experienced lower back pain. The variables most strongly associated with this pain were inappropriate postures such as squatting and insufficient rest time between task-related postural changes ⁽³⁾.

The automotive sector employs a large workforce subjected to highly repetitive tasks, prolonged working hours, and considerable physical demands across manufacturing, assembly, maintenance, and repair activities ⁽⁴⁻⁶⁾. However, the magnitude and nature of ergonomic risks can vary depending on the vehicle type and specific job tasks. For example, a study involving 496 small vehicle repair workshops identified different risk categories depending on the specific occupation of the mechanical worker. The highest postural risk was found among workers performing body repair tasks, while moderate risks were more prevalent in those involved in electronics and painting tasks ⁽⁷⁾. Furthermore, research conducted at Scania's truck manufacturing plant found significant variations in risk patterns across different truck models, concluding that such differences stemmed from variations in workstations ⁽⁸⁾. Consequently, results obtained in automated settings may not fully capture the ergonomic challenges inherent to manual truck maintenance work.

Although international studies have examined ergonomic risk factors in vehicle parts production and assembly systems, research specifically addressing the physical demands and ergonomic risks faced by heavy-duty vehicle maintenance and repair workers remains scarce. This is even more the case when considering studies focused on a population of workers performing specific tasks characterized by less standardized workspaces and minimal automation ⁽⁹⁾. In this regard, the main comparative difference with highly automated manufacturing plants lies in the fact that heavy vehicle maintenance workshops involve manual, physically demanding operations in confined spaces and the use of awkward postures.

Manual load handling is an inherent component of most mechanical operations, involving the lifting and lowering of objects at inadequate heights, unhealthy horizontal distances when carrying loads with the hands far from the spine, and asymmetric or twisting when coupling a load whose manual grip area is uncomfortable. These activities pose an ergonomic risk, especially when performed with awkward postures and in a repetitive manner ⁽¹⁰⁻¹²⁾.

Some research has identified the types of manual handling activities performed by workers engaged in truck maintenance and repair, concluding that the most aggravating factors include asymmetric load handling over the back, the distance between the hands and the back during lifting, poor grip, and inadequate coupling between the hand and the object due to the irregular characteristics of the load ⁽¹³⁾.

Various tools and guidelines are available to assess ergonomic risks, with general technical guidelines are typically used as an initial approach for risk identification. In Chile, this assessment is carried out using protocols and standards focused on identifying and controlling risk factors related to manual handling of loads (such as load weight, frequency, lifting distance, grip zones, body posture, and the presence of asymmetry or twisting during handling), as well as those associated with work-related musculoskeletal disorders including non-neutral postures, repetitive movements, pace and workload, exposure time, environmental conditions, and vibration ⁽¹⁴⁾.

Despite this, research specifically targeting mechanical workers remains limited, representing a critical knowledge gap given the ergonomic demands of this sector. Understanding these risks is essential not only for worker health but also for reducing absenteeism, improving productivity, and informing workplace interventions. Therefore, the aim of this study was to characterize ergonomic risks among workers involved in manual load handling in the heavy transport mechanical sector.

Methods

This was a cross-sectional study conducted in Santiago, Chile, in a company within the freight transport mechanics sector during August 2025. The company employs 256 male dedicated to truck repair and maintenance tasks. From this population, two occupational groups were selected for evaluation: mechanics and cellar workers, based on the nature of their tasks involving manual load handling. The inclusion criteria were a full-time work schedule (44 hours per week) and a permanent employment contract.

The evaluation process comprised three stages. In the first stage, a technical visit was carried out to identify the workers' occupations and their main tasks. During this visit, workers were invited to participate, and they voluntarily agreed to take part.

Regarding the tasks, those involving lifting, lowering, and carrying loads were performed by 206 individuals, while tasks involving pushing and pulling were carried out by 114 workers. Sixty-four workers performed both types of tasks; therefore, they were counted twice to identify the risk associated with each group of tasks performed. Figure 1.

In the second stage, the researcher administered a questionnaire on personal and work-related background to the workers to carry out a later characterization. In a third phase, the presence of work-related risks was assessed using two instruments currently in force under Chilean regulations: a) the Technical Guide for the Evaluation and Control of Risks Associated with Manual Handling of Loads (MMH), and b) the Technical Standard for the Identification and Evaluation of Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders (TS-WMSD).

Description of the protocols

Chilean Technical Guide for the Evaluation and Control of Risks Associated with Manual Material Handling (MMH)

Is a preventive protocol applicable to all companies handling loads over 3 kg. It has four stages—identification, evaluation, control, and assurance of risk mitigation. The process starts with key questions about lifting, pushing, or repetitive tasks to detect risks, classifying them as acceptable, critical, or non-critical. If risk is found, evaluation tools such as NIOSH, MAC, RAPP, or KIM are used to assign a risk score based on load weight, posture, frequency, and environment. Critical risks require immediate correction, and companies must periodically verify the effectiveness of control measures.

Technical Standard for the Identification and Evaluation of Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders (TS-WMSD).

Is a mandatory protocol focused on upper-limb musculoskeletal disorders. It uses a four-stage checklist covering task repetitiveness, posture, force, and recovery time through direct observation. Risk is classified using a color-coded system: green (acceptable), yellow (moderate), and red (critical). The standard also considers physical, environmental, organizational, and psychosocial factors, requiring specific validated methods if critical risks persist, thus supporting preventive actions and continuous improvement in occupational health.

Analysis and Statistics

All the data obtained were compiled in an Excel spreadsheet for subsequent analysis. For the analysis, descriptive statistics, measures of central tendency, and measures of dispersion were used. Percentage distributions and prevalence calculations were included to compare levels and patterns of risk, types of tasks, and occupations.

Ethical Considerations

The study considered the necessary ethical safeguards and obtained informed consent from the workers, which specified the voluntary nature of participation, the anonymity of the data, and its use exclusively for research purposes.

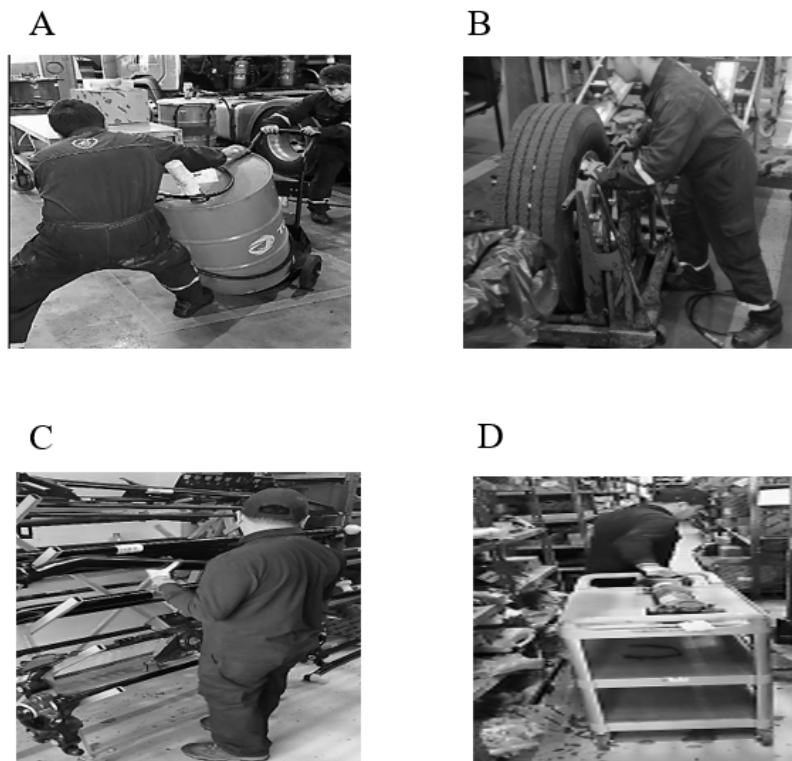


Figure 1: Examples of tasks performed in each workshop occupation.

A–B. Lifting, carrying, and lowering tasks, as well as pushing and pulling tasks, performed by a mechanic, respectively. C–D. Lifting, carrying, and lowering tasks, as well as pushing and pulling tasks, performed by a cellar worker, respectively.

Results

The largest number of workers were engaged in activities involving lifting, lowering, and carrying loads (206) in comparison to pushing and pulling activities (114). Some workers performed both types of tasks. For both activities, the age of workers was between 18 and 45 years of age. Regarding task occupation, the workers involved in lifting, lowering, and transporting loads, correspond to mechanic (128) and cellar worker (78) (Table 1).

Table 1. Descriptive characteristics of the workers by demographics and working conditions.

	Total	
	n	%
Workstation		
Mechanics	162	63.2%
Cell workers	84	32.7%
Painter	5	2.0%
Dent removal workers	5	2.0%
Task distribution		
Lifting, lowering, and transporting	206	80.5%
Pushing and pulling	114	44.5%
Weekly working hours		
Half time (22 hrs per week)	0	0%
33 hrs per week	0	0%
Full time (44 hrs per week)	256	100%
Age (yr)		
<18	0	0%
18-45	252	98.4%
>45	4	1.6%

Distribution of workers according to their risk level

Figure 2 displays the percentage distribution of workers across risk levels (low, moderate, and high) for lifting, lowering, and carrying activities. The lowest risk group has the lowest proportion of workers, while the highest risk group has the highest proportion (Fig. 2A). In addition, the cellar workers are more represented in the low and moderate risk levels compared to mechanics. However, at the highest risk level, most workers are mechanics, with a percentage over 60%, while cellar workers have a lower proportion in this category (Fig. 2B).

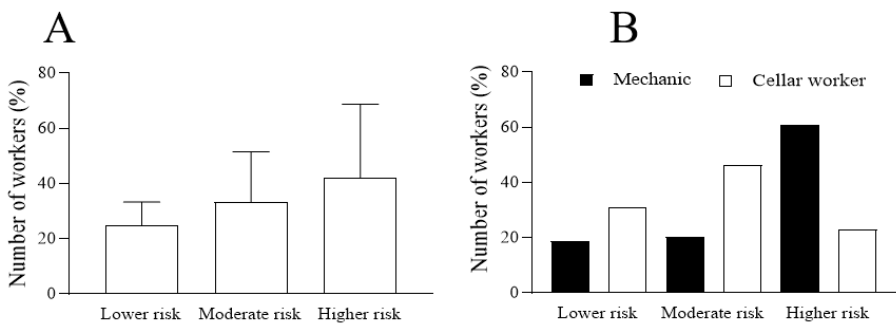


Figure 2. Percentage distribution of workers according to their risk level (low, moderate, and high) engaged in activities involving lifting, lowering, and carrying loads under MMH protocol.

A. An increase in the percentage of workers is observed as the risk level increases. B. Cellar workers are more represented in the low and moderate risk levels compared to mechanics. While, at the highest risk level, most workers are mechanics, with a percentage over 60%, while cellar workers have a lower proportion in this category.

Figure 3, shows the percentage of distribution workers according to their risk level (low, moderate, and high) engaged in activities involving pushing and pulling. workers with low and high risk have similar proportions, both close to 50%, while there is no representation in the moderate-risk category (Fig. 3A). Cellar workers are more represented in the low risk levels compared to mechanics. with a percentage over 60%, while they also predominate over mechanics in the lower-risk category. In contrast, mechanical workers have the greatest representation in the highest risk category, with a percentage close to 70%, while cellar workers have a lower percentage in this category (Fig. 3B).

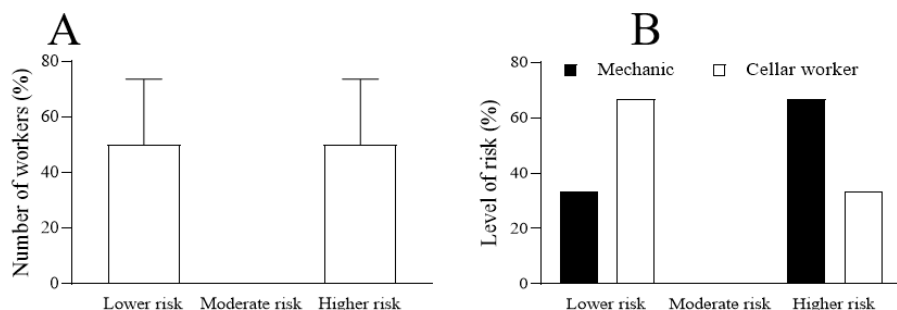


Figure 3. Percentage distribution of workers according to their risk level (low, moderate, and high) engaged in activities involving pushing and pulling under MMH protocol .

A. workers with low and high risk have similar proportions, both close to 50%, while there is no representation in the moderate-risk category. B. Cellar workers are more represented in the low risk levels compared to mechanics. with a percentage over 60%, while they also predominate over mechanics in the lower-risk category. In contrast, mechanical workers have the greatest representation in the highest-risk category, with a percentage close to 70%, while cellar workers have a lower percentage in this category.

Table 2 shows the cases and prevalence of main risks of lifting and lowering (206 workers evaluated) and push and pull (114 workers evaluated). The of loads over 10 kg is the most prevalent risk, at 60%. Both the weight of the load and the horizontal distance between the hands and the load have a prevalence of 44% each. Both the characteristic of the load and the asymmetry, rotation or inclination of the trunk have a prevalence of 52% each and the vertical lifting position have a prevalence of 70%. The grip zone is the main risk detected in push and pull with a prevalence of 56%.

Table 2. Prevalence of ergonomic risk factors according to the MMH protocol

Main risks detected in lifting and lowering	Cases (n)	Prevalence (%)
Loads exceeding 10 kg	124	60
Load characteristics	107	52
Weight of the load	91	44
Vertical lifting position	144	70
Horizontal distance between hands and load	91	44
Asymmetry, rotation or inclination of the trunk	107	52
Main risks detected in push and pull	Cases (n)	Prevalence (%)
Grip zone	64	56

According to the TS-WMSD protocol assessment, most workers were classified in the low-risk category (20%), although with great variability reflected in the error bar (standard deviation, Figure 4A). In contrast, the moderate and high-risk levels have considerably lower percentages, both below 5%, with little variability in the data (Fig. 4A). The figure 4B, shown the percentage distribution of workers according to their risk level (low, moderate, and high) for four occupational groups: dent removal workers, mechanics, cellar workers, and painters. Low risk: Mechanics represent the largest proportion in this category, with a percentage close to 60%, while the other groups have significantly lower values. Moderate and high risk: The distribution is more balanced among the four groups, with low percentages and no marked differences between them. It is observed that most mechanics are concentrated in the low-risk group, while the other groups have a more homogeneous distribution across the different risk levels (Fig. 4B).

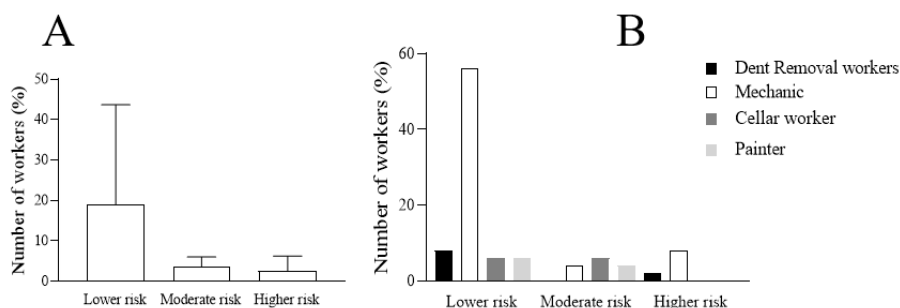


Figure 4. Percentage distribution of workers according to their risk level under TS-WMSD protocol.

A. Most workers are in the low-risk category (~20%) with high variability; moderate and high-risk levels are both below 5%. B. Mechanics show the highest proportion of low-risk workers (~60%), while other groups have lower values. Moderate and high-risk levels are evenly distributed across all occupations, with generally low percentages.

Main risks detected in workplaces according to the TS-WMSD protocol (Table 3). The presence of repetitive movements, the use of non-neutral postures and movements, cold exposure, lots of work for working hours and work pace imposed by other people have a prevalence of 100%, while use of vibrating tools and impact have a prevalence of 20%.

Table 3. Prevalence of ergonomic risk factors according to the TS-WMSD protocol

Main risks detected in jobs	Cases (n)	Prevalence (%)
Presence of repetitive movements	114	100
Use of non-neutral postures and movements	114	100
Cold exposure	114	100
Use of vibrating tools and impact	23	20
Lots of work for working hours	114	100
Work pace imposed by other people	114	100

Discussion

The study confirms the presence of ergonomic risk in the tasks performed by mechanics and cellar operators. Mechanics show a higher risk during vertical lifting tasks, while cellar operators are more exposed during pushing and pulling tasks due to poor grip zones, similar to findings reported in other studies^(15,16). Musculoskeletal disorders are mainly associated with forced work rhythms, non-neutral postures, and cold conditions.

A first analysis arises from differentiating the risk level in the activities performed by mechanics and cellar operators. The higher proportion of workers with high risk in lifting and lowering tasks is mainly determined by the vertical lifting position, loads exceeding 10 kg, load characteristics, and postural asymmetries—factors that increase physical effort^(17,18). The implication is clear: a greater vertical distance traveled with a load makes the task more demanding and physically taxing for the spinal muscles^(19,20). Likewise, design limitations restrict grip or handling when objects are not sufficiently ergonomic—whether due to their size, shape, or handle type—affecting the horizontal distance between the hands and spine and overloading the lumbar area and limbs during material handling⁽²¹⁻²³⁾.

In pushing and pulling tasks, mechanics again show the highest proportion of high-risk levels, mainly due to poor grip zones related to handle design, which interferes with the applied effort⁽²⁴⁾.

A second point relates to the application of the TS-WMSD protocol, where data appeared somewhat contradictory. Although most mechanics were classified as low risk, they simultaneously reported a high prevalence of risk factors such as non-neutral postures and repetitiveness⁽²⁵⁾. This discrepancy may be due to limitations of the instrument, such as the low sensitivity of the protocol to discriminate and detect risk in specific manual tasks, leading to an overestimation of risk across all exposures.

Therefore, it may have difficulties in sufficiently weighting the combination of repetitiveness and awkward posture if other variables such as intensity, duration, or exposure dose are not met⁽²⁶⁾. In other words, the instrument combines risk factors in low, moderate, and high magnitudes, and if the force or exposure time score is low, it could shift the result toward a low-risk condition, even when awkward postures have been observed. Conversely, and following this reasoning, if awkward postures occur over short periods of time, they may be assigned a low score, even when they are repetitive.

Therefore, the TS-WMSD protocol may struggle to adequately weight the combination of repetitiveness and awkward postures when other variables—such as intensity, duration, or exposure dose—are not met⁽²⁶⁾. In other words, the instrument combines risk factors in low, moderate, and high magnitudes, and if the force or exposure time score is low, the result could shift toward a low-risk condition even when awkward postures are observed. Conversely, following this logic, if awkward postures occur over short periods, they may be assigned a low score even when they are repetitive.

Furthermore, if this worker population had been evaluated using the REBA method (widely used to assess posture-related risk), a higher risk classification would likely have been observed even in tasks that the MMH considered moderate risk, since REBA is more sensitive to forced or repetitive postures, even when assessing light loads⁽²⁷⁾. In this sense, workers who experience trunk rotation, inclination, and excessive vertical postures during lifting could receive a higher risk weighting. Similarly, if the assessment had been conducted using the NIOSH equation for jobs involving lifting and lowering loads, postural risks in repetitive tasks might have been underestimated, as this method prioritizes load weight, distance, height, and lifting frequency—possibly resulting in a Lifting Index (LI) > 1, particularly due to load size⁽²⁸⁾.

Therefore, this comparison suggests that the evaluation carried out with Chilean regulatory protocols could be complemented with the REBA method to detect posture-related risks, while the NIOSH equation would primarily address the effects of weight, distance, and lifting frequency—minimizing bias and reducing the likelihood of overestimation or underestimation⁽²⁹⁻³¹⁾. This highlights that the recognition of ergonomic risk is heterogeneous and that workers' occupation, task nature, exposure time, and the sensitivity of assessment instruments must all be considered^(32,34).

Considering the methodology used in Chilean regulatory protocols and other internationally recognized standard tools or methods, such as the NIOSH lifting equation and the REBA method, it is important to emphasize that the main methodological differences lie in their focus, technical depth, and applicability. The Technical Guide for Manual Material Handling (MMH) proposes a progressive approach, starting with a basic identification stage and advancing toward a more in-depth evaluation that incorporates complementary methods such as the NIOSH equation and REBA. Specifically, the NIOSH lifting equation uses a numerical, precise, and quantitative approach that requires biomechanical knowledge and highly specialized technical training for its application. The REBA method, on the other hand, assigns scores based on observed postures, introducing a subjective dimension.

The TS-WMSD protocol, in addition to detecting biomechanical risks, integrates ergonomic analysis with clinical criteria and addresses them through a continuous medical surveillance program aimed at risk mitigation. Therefore, this tool can be applied in a mixed context involving both ergonomics and occupational health (Appendix 1).

Finally, ergonomic risks are widespread among mechanics and cellar operators in freight transport workshops. Mechanics are particularly affected by vertical lifting tasks and poorly designed workstations, while cellar operators are more exposed to pushing and pulling risks linked to inadequate grip zones. These findings underscore the need for occupation-specific ergonomic assessments and preventive strategies to reduce musculoskeletal disorders and improve workplace safety.

Limitations

The main limitations of this study include the exclusive use of Chilean regulatory protocols (MMH and TS-WMSD), whose sensitivity to detect certain postural or repetitive risk factors may be limited, potentially leading to an over- or underestimation of actual risk. Additionally, the cross-sectional design prevents establishing causal relationships between ergonomic exposure and musculoskeletal disorders, suggesting that future studies should incorporate international tools and longitudinal follow-up for a more comprehensive assessment.

Bibliografía

1. Zare M, Bodin J, Sagot J, Roquelaure Y. Quantification of exposure to risk postures in truck assembly operators: neck, back, arms and wrists. *Int J Environ Res Salud Pública*. 2020;17(7):6062. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17176062>
2. Zhang H, Deng H, Jia N, Chen F, Li X, Cao L, et al. Epidemiological study of work-related musculoskeletal disorders and related risk factors among automobile maintenance workers. *Work*. 2023;76(3):1219–31. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-220412>
3. Shern T, Subramaniam A, Purushothaman V. Prevalence of low back pain and associated risk factors among car mechanics in Malacca, Malaysia. *Inti Journal [Internet]*. 2020;37. Available in: <https://inti-journal.intimal.edu.my/>
4. Spallek, M., Kuhn, W., Uibel, S. et al. Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en la industria automotriz debido al trabajo repetitivo: implicaciones para la rehabilitación. *J Occup Med Toxicol*. 2010; 5 ,6. DOI: <https://doi.org/10.1186/1745-6673-5-6>
5. Sirzai H, Dundar EA. A cross-sectional study determining the prevalence of musculoskeletal diseases in automotive factory workers: Occupational musculoskeletal diseases. *J Surg Med*. 2022;6(10):868-72. DOI: <https://doi.org/10.28982/josam.1050531>
6. Hosseini, Z.S.J., Mokhtarinia, H.R., Vahedi, M. et al. Prevalence and multivariate analysis of risk factors associated with musculoskeletal disorders among automotive assembly workers: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2025; 25, 2710. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23987-4>
7. Adesope W, Onawumi A, Adeyanju S, Ajayeoba A, Oyetunji O, Fajobi M, et al. Effects of ergonomic intervention approach on Some occupational hazards in automobile workshop in south western Ni-

geria. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment* [Internet]. 2024;20(4):936–46. Available in: <https://www.azojete.com.ng/index.php/azojete/article/view/996>

8. Zare M, Malingue A, Hoglund R, Biau S, Roquelaure Y. Evaluation of ergonomic physical risk factors in a truck manufacturing plant: case study in SCANIA Production Angers. *Ind Health*. 2016;54(2):163–76. DOI: 10.2486/indhealth.2015-0055.

9. Cardoso M, Fulton F, McKinnon C, Callaghan, J. P., Johnson, M. J., & Albert, W. Ergonomic evaluation of a new truck seat design: a field study. *International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE*, 2019; 25(3), 331–343. DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1348056>

10. Tamene A, Mulugeta H, Ashenafi T, Thygerson S. Musculoskeletal disorders and associated factors among vehicle repair workers in Hawassa City, Southern Ethiopia. *Journal of Environmental and Public Health*. 2020;1:9472357. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/9472357>

11. Liaqat S, Jawad M, Rauf W, Zahra M. Frequency of work-related low back pain and disability among automobile mechanics in Lahore: low back pain and disability in automobile mechanics. *Pakistan Journal of Physical Therapy (PJPT)*. 2020;3(3):20–3. DOI: <https://doi.org/10.52229/pjpt.v3i3.906>

12. Kamarudzaman M, Rahman M, Zaki N. Risk assessment of pushing and pulling (RAPP) among mechanics at tyre service center. *En Singapore: Springer*; 2024. p. 675–85. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-0169-8_56

13. Morales-Perrazo L, Ramón-Díaz L, Collantes-Vaca S, Aldas-Salazar D. Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas: caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada”. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*. 2019;6(1):17–26. DOI: <https://doi.org/10.26423/rctu.v6i1.328>.

14. Villanueva C, Cornejo P, Olivares F, Pisón M, Verasay N. Visión sobre las normas relacionadas a la detección y control de los factores de riesgo de TMERT y MMC desde la ergonomía: ¿son un aporte para la intervención ergonómica y la transformación del trabajo?: ergonomía, vigilancia y calificación de los TME. *Atacama Journal of Health Sciences* [Internet]. 1 (Supl 2):P7-C04. Available in: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Ibarra-Villanueva/publication/363349729_Vision_sobre_las_normas_relacionadas_a_la_deteccion_y_control_de_los_factores_de_riesgo_de_TMERT_y MMC_desde_la_ergonomia_son_un_aporte_para_la_intervencion_ergonomica_y_la_trasformacion_del_trabajo/links/6318d5cd071ea12e36162f58/Vision-sobre-las-normas-relacionadas-a-la-deteccion-y-control-de-los-factores-de-riesgo-de-TMERT-y-MMC-desde-la-ergonomia-son-un-aporte-para-la-intervencion-ergonomica-y-la-trasformacion-del-trabajo.pdf

15. Eynipour A, Arjmand N, Dianat I, Soltanian A, Heidarimoghadam R. Assessing musculoskeletal disorder risks in an automobile part manufacturing factory: a comparison study of biomechanical and ergonomic tools. *Health Scope*. 2024;13(2):e139610. DOI: <https://doi.org/10.5812/healthscope-139610> .

16. Nazemi H, Salmani M, Sabokroozrozbahani F, Ebadi Y, Fathallah F, Parnianpour M. Musculoskeletal injury risk assessment and intervention at a car manufacturer using various ergonomics and biomechanical tools. *Scientia Iranica*. 2025;1–29. DOI: 10.24200/sci.2025.64576.9028

17. Orgianus Y, Achiraeniwati E, Rausan M, Oemar H. Optimizing ergonomic work facilities in distribution logistics to prevent manual lifting injuries. *Acta Logistica (AL)*. 2024;11(4):615–25. DOI: <https://doi.org/10.22306c/al.v11i5.559>

18. Flores-Guillén R, Palomino-Baldeón J. Cambio del nivel de riesgo ergonómico en posturas forzadas y movimiento repetitivo por rediseño de máquina sopladora de botellas de plástico. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab* [Internet]. 2023;32(4):330–44. Available in: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S302011602023000400007&lng=es.

19. Lim S. Exposures to select risk factors can be estimated from a continuous stream of inertial sensor measurements during a variety of lifting-lowering tasks. *Ergonomics*. 2024;67(11):1596–611. DOI: <https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2343949>

- 20.** Fang N, Zhang C, Lv J. Effects of vertical lifting distance on upper-body muscle fatigue. *Int J Environ Res Salud Pública*. 2021;18(10):5468. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18105468>
- 21.** Donisi L, Cesarelli G, Capodaglio E, Panigazzi M, D'Addio G, Cesarelli M, et al. A logistic regression model for biomechanical risk classification in lifting tasks. *Diagnostics*. 2022;12(11):2624. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112624>
- 22.** Dewantari N, Taqdisillah C, Mangaranap R, Mariawatti A, Herlina L. Optimizing worker safety: A case study on lifting load and body posture in rice cellar operations. *Journal Industrial Services*. 2024;10(1):63–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.62870/jiss.v10i1.24479>
- 23.** Kumar R, Banga H, Kumar R, Singh S, Singh S, Scutaru M, et al. Ergonomic evaluation of workstation design using taguchi experimental approach: a case of an automotive. *Int J Interact Des Manuf*. 15:481–98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00776-y>
- 24.** Wang, M. J., Chung, H. C., & Chen, H. C. The effect of handle angle on MAWL, wrist posture, RPE, and heart rate. *Human factors*. 2020; 42(4), 553–565. DOI: <https://doi.org/10.1518/001872000779698079>
- 25.** Hafez K. Occupational discomfort and injuries among automotive technicians in Jeddah, Saudi Arabia: A cross-sectional study. *Work*. 2022;73(4):1203–16. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-210522>
- 26.** Grooten, W.J.A., & Johansson, E. Observational methods for assessing ergonomic risks of work-related musculoskeletal disorders: A scoping review. *Journal of Health Sciences*. 2018; 16 (Special), 8–38. DOI: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840>
- 27.** Tanase M, Chivu O, Tapirdea A, Nitoi D, Petrescu V. Research regarding works ergonomics in automotive repair shop. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng*. 2021; 1182 012078; DOI: [doi:10.1088/1757-899X/1182/1/012078](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1182/1/012078)
- 28.** Kamarudzaman M, Rahman M, Zaki N. Manual Handling Risk Assessment using NIOSH Lifting Equation among Mechanics at Tyre Service Centre. *Human Factors and Ergonomics Journal (HFEJ)* 2022; 7 (2): 20 – 27. Available in: https://hfej.hfem.org/wp-content/uploads/2022/12/Paper-3-MAZLI-NA_HFEJ_2022_niosh-lifting-equation-revised.pdf
- 29.** Asadi N, Sadeghi M. Investigating the relationship between environmental and cognitive ergonomics with work-related musculoskeletal disorders: A case study in an automobile industry. *Work*. 2025;80(2):514–27. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-240275>
- 30.** Mahboobi M, Taghipour M, Ali Azadeh M. Assessing ergonomic risk factors using combined data envelopment analysis and conventional methods for an auto parts manufacturer. *Work*. 2020;67(1):113–28. DOI: <https://doi.org/10.3233/WOR-203257>
- 31.** Oktavera R, Sarifudin M, Cahyono W, Fais M, Deviyanti I. Evaluating and mitigating musculoskeletal risks among the operators: a case study in a small-scale automotive repair workshop. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2025;11(4):372–81. DOI: [10.29303/jppipa.v11i4.10682](https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10682)
- 32.** Oliver-Hernández C, Li S, Aguado-Benedí M, Mateo-Rodríguez I. New challenges regarding the intervention of musculoskeletal risk in truck service garages. *Sustainability*. 2021;14(21):181. DOI: <https://doi.org/10.3390/su1401018>
- 33.** Rodríguez Díez-Caballero B, Alfonso-Beltrán J, Bautista I, Barrios C. Occupational risk factors for shoulder chronic tendinosis pathology in the Spanish automotive manufacturing sector: a case-control study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(818). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03801-5>
- 34.** Chintada A, Umasankar V. Improvement of productivity by implementing occupational ergonomics. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2022;39(1):59–72. DOI: <https://doi.org/10.1080/21681015.2021.1958936>

Appendix 1

Comparative Table:

Chilean Technical Guide vs NIOSH vs REBA vs TS-WMSD Protocol

Criterion	Chilean Technical Guide* (MMH)	NIOSH Lifting Equation	REBA (Rapid Entire Body Assessment)	TS-WMSD Protocol
Main focus	Prevention and control of risks in manual handling of loads or people	Quantitative risk assessment for lifting tasks	Overall postural assessment (whole body)	Surveillance of work-related musculoskeletal disorders in upper limbs
Type of tasks assessed	Lifting, lowering, carrying, pushing, and pulling	Vertical lifting of inanimate loads	Tasks involving awkward or sustained postures	Activities with repetitive movements, force, sustained postures
Applicability	Chile, with legal support (Law 20.001 and Supreme Decree No. 63)	International, especially USA	International, particularly for quick field assessments	Chile, mandatory in contexts with biomechanical exposure
Variables considered	Weight, frequency, posture, duration, load characteristics, environment	Load weight, initial/final height, horizontal distance, frequency, twisting, asymmetry, grip	Angles of body segments, load, dynamic and static activity	Frequency, force, posture, recovery, symptoms, clinical results
Methodology	Identification (basic and advanced) + technical evaluation using different methods (MAC, KIM, NIOSH)	Mathematical formula with multipliers and Recommended Weight Limit (RWL)	Scoring based on observed posture + force + repetitiveness	Exposure assessment + periodic clinical surveillance + risk classification
Level of expertise required	Low for identification; medium-high for evaluation	High (requires specific calculations)	Medium (requires observation and basic ergonomics knowledge)	Medium-high (requires health and ergonomics professionals)
Final outcome	Determines acceptable, critical, or evaluation-needed condition	Lifting Index (LI), risk if LI > 1	Risk level (very low to very high) with recommended actions	Risk classification (low, medium, high) and referral for medical surveillance
Advantages	Legally enforceable in Chile and detailed	Accurate and scientifically validated for lifting	Quick, practical, comprehensive; useful for prioritizing interventions	Integrates occupational health with risk management; clinical and preventive approach
Limitations	Focused on national context; less useful outside Chile	Limited to symmetrical lifting and standard tasks	Subjectivity in observation; less detailed for force and frequency	Limited to upper limbs; requires specific conditions for application

* Chilean regulation: Technical guide for the evaluation and control of risks associated with manual load handling.

** Chilean regulation: Surveillance protocol for work-related musculoskeletal disorders.



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400006

Artículo original

Saturación de oxígeno muscular según sexo y composición corporal en trabajos repetitivos con carga

Muscle oxygen saturation according to sex and body composition in repetitive work with load

Guido Clemente Solari-Montenegro¹ 0000-0002-6413-3764

Montserrat Elliot Rivera-Iratchet² 0000-0003-1343-5233

¹Académico de la Universidad de Antofagasta, Facultad de Ciencias de la salud, Departamento de Ciencias de la Rehabilitación y Movimiento Humano, Centro de investigación en Fisiología y Medicina de Altura. Antofagasta, Chile.

²Académica de la Universidad de Antofagasta, Facultad de Ciencias de la salud, Departamento de Ciencias de la Rehabilitación y Movimiento Humano. Antofagasta, Chile.

Correspondencia

Montserrat Elliot Rivera-Iratchet
monserrat.rivera@uantof.cl

Recibido: 20.10.2025

Aceptado: 04.12.2025

Publicado: 22.12.2025

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Financiación

No se ha recibido financiación.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

Agradecimientos

El estudio titulado "SATURACIÓN DE OXÍGENO MUSCULAR SEGÚN SEXO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN TRABAJOS REPETITIVOS CON CARGA" fue apoyado por el Centro de Investigación en Fisiología y Medicina de Altura de la Universidad de Antofagasta, que proporcionó parte del equipamiento utilizado en la investigación.

Cómo citar este trabajo

Solari-Montenegro GC, Rivera-Iratchet ME. Saturación de oxígeno muscular según sexo y composición corporal en trabajos repetitivos con carga. Med Segur Trab (Internet). 2025;71(281):266-278. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400006

Resumen

Se identificó la saturación tisular de oxígeno muscular (SmO_2) durante movimientos repetitivos de flexión de codo con cargas progresivas y su relación con la composición corporal, metabolismo basal y sexo.

Mediante un diseño mixto: cuasiexperimental con medidas repetidas y análisis correlacional transversal, se exploró en 10 mujeres y 10 hombres jóvenes, la SmO_2 en tres sesiones de 20 minutos con cargas del 10 %, 20 % y 30 % de la fuerza máxima. Se midió la SmO_2 al inicio (minuto 0), min10 y min 20 mediante espectroscopía de infrarrojo cercano. Adicionalmente se midió composición corporal, metabolismo basal y % agua mediante bioimpedancia. Los datos se analizaron con ANOVA, correlaciones de Pearson y d de Cohen para tamaño del efecto, con nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Los hombres presentaron significativamente mayor peso (80,10 vs 66,30 kg), masa magra (62,06 vs 43,30 kg) y metabolismo basal (1.768,40 vs 1.356,40 cal/día), con tamaños de efecto grandes (d entre 2,00 y 3,12). No hubo diferencias significativas entre sexos en ninguna medición de SmO_2 , solo la medida de SmO_2 con 10 % al minuto 0 mostró tendencia ($p = 0,092$). Las únicas correlaciones significativas entre variables antropométricas fueron IMC/masa grasa ($r = +0,829$, $p < 0,001$) y masa magra/metabolismo basal ($r = +0,698$, $p = 0,001$).

En conclusión, el estudio reveló diferencias sexuales en composición corporal y metabolismo basal con gran tamaño del efecto, sin relaciones estadísticamente significativas entre SmO_2 y variables composición corporal. Sin embargo, la SmO_2 mostró un comportamiento similar entre sexos en las mayores cargas.

Palabras claves: Oxigenación muscular, Fisiología, Ergonomía, Espectroscopía de infrarrojo cercano.

Abstract

Muscle oxygen tissue saturation (SmO_2) was identified during repetitive elbow flexion movements with progressive loads and its relationship with body composition, basal metabolism, and gender.

Using a mixed design: quasi-experimental with repeated measures and cross-sectional correlational analysis, SmO_2 was explored in 10 young women and 10 young men in three 20-minute sessions with loads of 10%, 20% and 30% of maximum strength. SmO_2 was measured at baseline (minute 0), minute 10 and minute 20 using near-infrared spectroscopy. In addition, body composition, basal metabolism and % water was measured using bioimpedance. The data were analysed using ANOVA, Pearson's correlations and Cohen's d for effect size, with a significance level of $\alpha = 0.05$.

Men had significantly higher weight (80.10 vs. 66.30 kg), lean mass (62.06 vs. 43.30 kg) and basal metabolism (1,768.40 vs. 1,356.40 cal/day), with large effect sizes (d between 2.00 and 3.12). There were no significant differences between sexes in any SmO_2 measurement, only the SmO_2 measurement at 10% at minute 0 showed a trend ($p = 0.092$). The only significant correlations between anthropometric variables were BMI/fat mass ($r = +0.829$, $p < 0.001$) and lean mass/basal metabolic rate ($r = +0.698$, $p = 0.001$).

In conclusion, the study revealed sex differences in body composition and basal metabolism with a large effect size, with no statistically significant relationships between SmO_2 and body composition variables. However, SmO_2 showed similar behaviour between sexes at higher loads.

Keywords: Muscle oxygenation, Physiology, Ergonomics, Near-infrared spectroscopy.

Introducción

En el rendimiento muscular durante el trabajo repetitivo con resistencia localizada, la capacidad oxidativa del músculo constituye una determinante fisiológica de importancia dado que refleja el delicado equilibrio entre la entrega de oxígeno al tejido y su consumo metabólico intramuscular. En este ambiente la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS en inglés) constituye una técnica no invasiva que permite monitorear algunas variaciones de saturación tisular (SmO_2) abriendo una ventana a la comprensión de los mecanismos de perfusión, difusión y metabolismo muscular local de gran aplicabilidad para analizar tareas laborales repetitivas causantes de fatiga, dolor, incapacidad y trastornos musculoesqueléticos en el trabajo^(1,2).

Durante las contracciones musculares con carga creciente, la demanda de oxígeno se incrementa y genera un progresivo descenso de la SmO_2 particularmente cuando la carga sobrepasa la capacidad vascular destinada a abastecer la demanda metabólica. Esto se observa con claridad en protocolos con contracciones musculares isométricas, en donde intensidades elevadas de trabajo muscular generan drásticos descensos de SmO_2 . En tanto se observan variaciones mínimas o nulas en intensidades bajas de contracción muscular en virtud del adecuado suministro de oxígeno⁽³⁾.

En el contexto del trabajo repetitivo con carga, la SmO_2 , valorada mediante espectroscopía de infrarrojo cercano, ofrece valiosa información respecto de la relación entre la perfusión local, el consumo metabólico y la fatiga muscular. Aunque la demanda de oxígeno durante el esfuerzo es un factor determinante, la variabilidad individual en la respuesta oxidativa no se puede explicar solo por la intensidad de la carga. Estudios recientes han evidenciado la asociación positiva entre la tasa metabólica basal e indicadores de consumo de oxígeno, cosa que sugiere que las diferencias de la tasa metabólica basal entre individuos podrían modular la recuperación oxidativa y las oscilaciones de SmO_2 durante el trabajo.⁽⁴⁾ Por lo anterior, el presente estudio incluyó el metabolismo basal como covariable primaria. Tasas metabólicas elevadas podrían incrementar la demanda sistémica de sustratos a partir de un entorno circulatorio más activo y constituir una variable de interés a para observar si las diferencias individuales de carga metabólica basal afectan la dinámica de saturación de oxígeno muscular durante esfuerzos incrementales⁽¹²⁾.

Por otra parte, estudios recientes han demostrado que la masa libre de grasa está significativamente relacionada con la capacidad de consumo de oxígeno y que mayores porcentajes de grasa corporal se asocian a la disminución de dicha capacidad, lo que sugiere la necesidad de considerar estas variables en la valoración de la SmO_2 , más allá de la carga aplicada.^(5,6) Además, La masa libre de grasa consume más oxígeno y una mayor proporción de grasa no solo podría atenuar la señal óptica, sino también, afectar la perfusión microvascular y la difusión de oxígeno. Por lo anterior, en la presente investigación, se incluyó la composición corporal como covariable de interés.

Por otra parte -en protocolos de trabajo muscular dinámico y con porcentajes de carga variados- se ha observado que el índice de oxigenación tisular desciende en la medida que la carga muscular se incrementa y que las fases de acortamiento y alargamiento del músculo pueden modular la saturación debido a efectos derivados de la perfusión diferida y/o a la compresión vascular local generada durante la contracción muscular. A partir de observaciones como estas se podría inferir que la respuesta depende del porcentaje de carga y tiempo de contracción/relajación^(7,8).

La proporción de masa grasa actúa como modulador del comportamiento oxidativo muscular. A saber, a mayor cantidad de tejido adiposo localizado, mayor atenuación de señal óptica del NIRS, mayor afectación de su profundidad de penetración e incremento del error sistemático de las mediciones de saturación⁽⁷⁾. Se ha demostrado que -en reposo- individuos con mayor masa grasa generan valores de saturación más elevados muy probablemente por alteración de la señal óptica de NIRS. Además, la cantidad de tejido graso podría afectar la perfusión microvascular, la difusión de oxígeno y el volumen intravascular disponible para la distribución de oxígeno. Por el contrario, sujetos con menor porcentaje graso poseen mayor capacidad de desaturación y reoxigenación (SmO_2) durante esfuerzos intermitentes, pero intensos^(7,8,9).

La contracción muscular constituye un sustrato metabólico demandante de oxígeno y su incremento se asocia a una mayor capacidad oxidativa (mayor volumen mitocondrial, incremento de capilares funcionales, mejor densidad vascular), cuestión que incrementa la relación entre consumo y entrega de oxígeno. Por lo anterior, diferencias individuales en composición corporal podrían modular las respuestas de la saturación de oxígeno durante un protocolo de carga progresiva, especialmente en niveles elevados de carga muscular^(10, 11).

Por otra parte, existen factores asociados a las diferencias biológicas entre hombres y mujeres, tales como la composición corporal, variaciones de perfusión sanguínea local, diámetro vascular o eficiencia de difusión, entre otras, que podrían afectar la respuesta de SmO_2 según sexo considerando que -por ello- podrían adoptar diferentes estrategias de uso de oxígeno durante el trabajo muscular^(10, 13, 14).

En este contexto, el objetivo del presente estudio es identificar el comportamiento de la SmO_2 y sus eventuales relaciones con la composición corporal (masa grasa, masa magra, % de agua corporal), metabolismo basal y sexo, al someter una muestra de sujetos a trabajo repetitivo de flexión de codo con cargas musculares progresivas bajas y moderadas.

Planteamiento del problema

“La composición corporal, metabolismo basal, % de agua corporal y sexo, podrían afectar la capacidad oxidativa muscular (SmO_2). Esta capacidad moduladora no ha sido investigada simultáneamente en hombres y mujeres expuestos a trabajo muscular progresivo bajo/moderado (10%, 20% y 30% de su contracción muscular máxima voluntaria -o $CmMV$ -) durante tareas manuales con trabajo repetitivo de flexión de codo”.

Hipótesis:

“La masa grasa corporal, masa libre de grasa, índice de masa corporal, el porcentaje de agua corporal, metabolismo basal, la edad y sexo, se relacionan -con diversa intensidad- entre ellos y con la SmO_2 , durante la ejecución de tareas repetitivas de flexión de codo con cargas de trabajo muscular creciente”

Método

- **Diseño.** Se utilizó un diseño de estudio cuasiexperimental, cuantitativo y correlacional para comparar las respuestas de SmO_2 . (variables dependientes) entre hombres y mujeres según variables independientes (composición corporal, metabolismo basal, edad, sexo) durante la ejecución de trabajo repetido con carga.
- **Participantes.** Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia de 20 sujetos distribuidos equitativamente en dos grupos (10 mujeres y 10 hombres) con edades entre 18 y 25 años y criterios de inclusión tales como, otorgar su consentimiento informado para participar en el estudio, no presentar ningún problema en el cribado preliminar para evaluar el impacto funcional y la discapacidad de las extremidades superiores mediante el QuickDASH⁽¹⁵⁾ y para evaluar la presencia y distribución de los síntomas musculoesqueléticos en diversas zonas del cuerpo, mediante el Cuestionario Musculoesquelético Nórdico (NMQ)⁽¹⁶⁾.

Los criterios de exclusión fueron la presencia de dolor, cualquier trastorno musculoesquelético ocurrido en los 30 días anteriores a la aplicación del protocolo, hipertensión no controlada médicamente, índice de masa corporal (IMC) ≥ 35 kg/m², participación simultánea en trabajos o deportes que impliquen tareas repetitivas de las extremidades superiores y alto riesgo de absentismo a las sesiones del estudio. El protocolo del estudio y los procedimientos de consentimiento informado fueron revisados y aprobados por el Comité Ético de Investigación Científica de la Universidad de Antofagasta (certificado N° 493/2024).

- **Instrumentos.** Al inicio del trabajo, la contracción voluntaria máxima isométrica de los flexores del codo de la extremidad dominante se evaluó con sujeto sentado. espalda apoyada completamente en la pared, hombro en 0° de abducción, codo flexionado a 90°, antebrazo supinado y la empuñadura del

dinamómetro digital agarrada con su mano dominante ⁽¹⁷⁾. Se utilizó un dispositivo Tindeq Progresor 200, diseñado para medición de fuerza isométrica y solicitó dos esfuerzos voluntarios máximos, cada uno sostenido por 3 segundos, con un intervalo de descanso de 3 minutos entre ellos, para minimizar fatiga y asegurar recuperación completa. El valor final para considerar fue aquel con mayor valor obtenido en cualquiera de los dos esfuerzos.

Una vez obtenido el valor de la CmVM para cada sujeto, se procedió a calcular el 10%,20% y 30% y determinar el peso exacto que debía contener cada objeto -o bolsa- a desplazar. Para todas las evaluaciones de la contracción muscular máxima voluntaria, hubo especial consideración en la motivación verbal utilizada para asegurar el esfuerzo máximo sostenido de cada sujeto, asimismo con la posición corporal de todos los sujetos.

La medición de la composición corporal, metabolismo basal y % de agua corporal se realizó utilizando un Bioimpedanciómetro (Biodynamics Modelo 310e, Body Composition Analyzer). Para ello se instruyó previamente a los sujetos no beber alcohol 24 horas antes de la prueba y no realizar ejercicios -o comer- al menos 4 horas antes de la prueba (para evitar deshidratación y variaciones de peso corporal), además no debían declarar consumo de medicamentos diuréticos, cafeína, presentar presencia de algún cuadro febril por alguna afección de salud concomitante. Acorde al protocolo del equipo, el sujeto a medir debe estar acostado boca arriba con la manos alejadas -al menos- 6 pulgadas del cuerpo y palmas de las manos apuntando hacia la camilla. Los pies deben estar separados 6 pulgadas. El tobillo y la muñeca derecha deben estar expuestos y la zona de instalación limpia con alcohol y eventual depilado para adherir los 4 electrodos. En la mano, un electrodo se adhiere en la interlinea de la muñeca y otro en la base del tercer metacarpiiano. En el pie, un electrodo se adhiere en la interlinea de tobillo y otro en la base del tercer metatarsiano. Una vez instalados los electrodos, a ellos se conectan los cables sensores., en esas condiciones se opera el equipo para obtiene los datos de metabolismo basal y composición corporal.

Protocolo

- **Altura del plano de trabajo:** Los sujetos trabajaron en posición de pie y la tarea manual se ejecutó sobre la superficie de una camilla eléctrica regulable en altura y ajustada según la medida antropométrica de cada sujeto (espina iliaca anterosuperior/suelo) para que el trabajo manual ejecutara en un rango articular de codo de 90°.

Carga y objeto movilizado en la tarea repetitiva: En la tarea manual se utilizó una bolsa de tela con asas blandas para permitir un buen acoplamiento o agarre. Para evitar desplazamiento y tamaño excesivo, la bolsa se relleno con trozos geométricos de plomo hasta completar el peso equivalente al % de la MVIC. Cada sujeto fue sometido a tres sesiones de trabajo diario de 20 minutos de duración, las sesiones estaban separadas entre sí por una hora de reposo para eliminar cualquier remanente de molestia. En cada sesión de trabajo el sujeto realizó una tarea cíclica que consistía en coger las asas de la bolsa, elevarla 15 cm y luego apoyarla a 15 cm de distancia hacia su izquierda, en seguida realizar el movimiento a la inversa para cerrar el ciclo. La tarea se ejecutó a un ritmo de un ciclo cada dos segundos, marcados por el sonido de un metrónomo programado para aquello y supervisado permanentemente por un investigador presente.

- **Distribución de sesiones:** En cada sesión diaria, el ciclo y el ritmo de trabajo manual fue siempre el mismo. Solo se modificó el peso de la bolsa a movilizar según el siguiente orden: En la primera sesión el peso de la bolsa fue del 10% de CmMV (seguida de una hora de descanso). En la segunda sesión el peso de la bolsa fue del 20% CmMV (seguida de una hora de descanso). Finalmente, en la tercera sesión el peso de la bolsa fue del 30% CmMV.
- **Monitoreo de durante las sesiones:** En cada sesión se monitoreó simultáneamente los músculos flexores de codo. El primer registro se realizó inmediatamente antes de iniciar la primera sesión (minuto cero), el segundo se realizó al minuto 10 y finalmente el tercer registro, se realizó al minuto 20 inmediatamente concluida la sesión.

Para valorar la SpO₂, se utilizó un monitor de SmO₂ en tiempo real (Near-infrared spectroscopy -NIRS- no invasivo, marca MOXI) con sensores instalados en los vientres musculares acorde a la metodología descrita por Kauppi et al. ⁽¹⁸⁾. La preparación de la piel incluyó limpieza y eventual rasurado antes de la colocación del sensor.

• **Análisis estadístico:** Se realizó con apoyo del programa SPSS (versión 23.0, IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). Todos los datos fueron organizados en una matriz Excel para identificar estadísticos descriptivos y supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk). Para todas las pruebas estadísticas el nivel de significación se fijó en $\alpha = 0,05$. Las estadísticas descriptivas se presentan como medias y desviaciones estándar, valores máximos y mínimos. Para comparar las respuestas de las variables dependientes e independientes, se aplicó la prueba ANOVA, r de Pearson y d de Cohen para estimar el tamaño del efecto.

Resultados

En algunas condiciones de carga de trabajo(20 % y 30 %) se reporta -en mujeres- un menor registro de SmO₂, dicha situación se explica por el abandono debido a molestias musculares ocasionadas por la actividad repetitiva. Los casos con datos faltantes no se imputaron y fueron excluidos del análisis en esas condiciones específicas.

Como se expone en la Tabla 1, en materia de composición corporal, los hombres presentaron -en promedio- un peso corporal(80,10 kg) y masa libre de grasa(62,06 kg) significativamente mayor que las mujeres(66,30 kg y 43,30 kg, respectivamente), mientras que ellas mostraron mayor masa grasa media(25,01 kg vs 18,30 kg).

Se observa además que la variabilidad (DE) del porcentaje de agua corporal fue bastante mayor en hombres(10,70) que en mujeres ^(1,13).

Por otra parte, los valores medios de la SmO₂ al 10 % de la carga, fueron más altos en los hombres y con menor dispersión en los tres tiempos monitoreados (minuto 0, 10 y 20).

Finalmente, se puede observar también que en la medida que los porcentajes de carga se incrementan(20 %, 30 %), las diferencias de SmO₂ entre los sexos se tienden a reducir y los intervalos de confianza se solapan en varios de los registros.

Tabla 1. Distribución estadística de composición corporal y SmO₂ en hombres y mujeres.

Variable	Sexo	n	Media	D.E	Mín.	Máx.
Peso (kg)	Mujer	10	66,30	8,23	55	80
	Hombre	10	80,10	8,03	69	90
	Total	20	73,20	10,62	55	90
Estatura (cm)	Mujer	10	159,80	5,71	153	170
	Hombre	10	174,80	5,81	165	182
	Total	20	167,30	9,52	153	182
IMC (kg/m ²)	Mujer	10	26,40	4,74	22	36
	Hombre	10	23,86	4,64	17	32
	Total	20	25,13	4,75	17	36
Masa grasa (kg)	Mujer	10	25,01	11,63	15	55
	Hombre	10	18,30	4,19	14	27
	Total	20	21,66	9,18	14	55
Masa libre de grasa (kg)	Mujer	10	43,30	3,02	39	51
	Hombre	10	62,06	7,38	50	73
	Total	20	52,68	11,08	39	73
Metabolismo basal (cal/día)	Mujer	10	1.356,40	109,23	1.270	1.577

	Hombre	10	1.768,40	248,21	1.233	2.029
	Total	20	1.562,40	281,97	1.233	2.029
Agua corporal (%)	Mujer	10	67,83	1,13	66	70
	Hombre	10	60,94	10,70	42	70
	Total	20	64,39	8,21	42	70
Edad (años)	Mujer	10	22,30	1,16	20	24
	Hombre	10	23,00	1,49	21	25
	Total	20	22,65	1,35	20	25
SmO ₂ 10 % min 0	Mujer	10	70,35	28,09	0	96
	Hombre	10	86,90	8,58	74	96
	Total	20	78,63	21,92	0	96
SmO ₂ con 10 % min 10	Mujer	10	71,20	28,41	0	98
	Hombre	10	86,10	8,99	72	96
	Total	20	78,65	21,89	0	98
SmO ₂ con 10 % min 20	Mujer	10	72,80	28,76	0	98
	Hombre	10	85,55	9,69	71	95
	Total	20	79,18	21,89	0	98
SmO ₂ con 20 % min 0	Mujer	9	90,56	7,78	72	99
	Hombre	9	91,00	3,74	85	96
	Total	18	90,78	5,93	72	99
SmO ₂ con 20 % min 10	Mujer	9	89,44	7,33	73	98
	Hombre	7	87,00	7,85	73	95
	Total	16	88,38	7,41	73	98
SmO ₂ con 20 % min 20	Mujer	9	87,56	13,83	53	96
	Hombre	7	87,71	8,44	75	96
	Total	16	87,63	11,42	53	96
SmO ₂ con 30 % min 0	Mujer	10	90,50	8,66	72	98
	Hombre	8	86,13	9,64	72	96
	Total	18	88,56	9,11	72	98
SmO ₂ con 30 % min 10	Mujer	7	89,14	9,21	73	97
	Hombre	4	82,00	13,24	65	93
	Total	11	86,55	10,79	65	97
SmO ₂ con 30 % min 20	Mujer	5	87,80	10,62	73	96
	Hombre	3	84,00	15,62	66	94
	Total	8	86,38	11,75	66	96

DE= desviación estándar

Al analizar los resultados entre sexos (ANOVA) -Tabla 2- y desagregar las variables que mostraron diferencias significativas, se observa que hombres y mujeres difieren significativamente en peso ($F(1,18) = 14,391$, $p = 0,001$), estatura: ($F(1,18) = 33,908$, $p < 0,001$), masa magra -o masa libre de grasa- (MLG, Kg) ($F(1,18) = 55,390$, $p < 0,001$) y metabolismo basal (cal/día) ($F(1,18) = 23,081$, $p < 0,001$).

En la misma tabla, se describe algunas variables en las que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre sexos. A saber, el IMC ($F = 1,468$, $p = 0,241$), masa grasa (MG_kg) ($F = 2,949$, $p = 0,103$), % de agua corporal ($F = 4,099$, $p = 0,058$) y edad: ($F = 1,374$, $p = 0,256$)

Se aprecia además que no hubo diferencias significativas entre sexos en ningún valor de SmO₂ considerando sus distintas cargas y tiempos de medición. Todos los valores de p fueron mayores a 0,05.

Es necesario comentar que para las variables % agua corporal ($p = 0,058$) y SmO_2 a 10 % en minuto 0 ($p = 0,092$), los valores de p estuvieron cerca de 0,05 y mostraron una sutil tendencia, pero sin alcanzar significancia estadística.

Tabla 2. Comparación de variables fisiológicas y de composición corporal entre sexos (ANOVA)

Variable / condición	Suma de cuadrados Inter grupos	gl entre grupos	Suma de cuadrados Inter grupos	Suma de cuadrados intragrupo	gl intra	Suma de cuadrados intragrupo	F	p
Peso (kg)	952,200	1	952,200	1.191,000	18	66,167	14,391	0,001
Estatura(cm)	1.125,000	1	1.125,000	597,200	18	33,178	33,908	< 0,001
IMC (kg/m ²)	32,258	1	32,258	395,624	18	21,979	1,468	0,241
Masa grasa (MG,_kg)	225,121	1	225,121	1.374,149	18	76,342	2,949	0,103
Masa libre de grasa (MLG,_kg)	1.759,688	1	1.759,688	571,844	18	31,769	55,390	< 0,001
Metabolismo basa(cal/dial)	848.720,000	1	848.720,000	661.874,800	18	36.770,822	23,081	< 0,001
Agua corporal (%)	237,360	1	237,360	1.042,425	18	57,912	4,099	0,058
Edad(años)	2,450	1	2,450	32,100	18	1,783	1,374	0,256
SmO_2 10 % min 0	1.369,513	1	1.369,513	7.762,925	18	431,274	3,176	0,092
SmO_2 10 % min 10	1.110,050	1	1.110,050	7.994,500	18	444,139	2,499	0,131
SmO_2 10 % min 20	812,813	1	812,813	8.290,825	18	460,601	1,765	0,201
SmO_2 20 % min 0	0,889	1	0,889	596,222	16	37,264	0,024	0,879
SmO_2 20 % min 10	23,528	1	23,528	800,222	14	57,159	0,412	0,532
SmO_2 20 % min 20	0,099	1	0,099	1.957,651	14	139,832	0,001	0,979
SmO_2 30 % min 0	85,069	1	85,069	1.325,375	16	82,836	1,027	0,326
SmO_2 30 % min 10	129,870	1	129,870	1.034,857	9	114,984	1,129	0,316
SmO_2 30 % min 20	27,075	1	27,075	938,800	6	156,467	0,173	0,692

F= Estadístico que indica cuánto mayor es la variabilidad entre grupos respecto a la variabilidad dentro de grupos. Si $F > 1$, existen diferencias significativas en la variabilidad.

p = valor p asociado al estadístico F , expresa la probabilidad de que no haya diferencia de medias. Cuando $p > 0,05$, no hay evidencia suficiente para afirmar diferencias significativas.

gl = grados de libertad

Como se muestra en la Tabla 3, al estimar el tamaño del efecto y obtener los valores de d de Cohen, se observa que las diferencias de sexo explican una proporción considerable de la variabilidad para el peso, estatura, masa libre de grasa y metabolismo basal, todas con efecto grande o muy grande.

Tabla 3. Tamaño del efecto en variables con diferencias significativas

Variable	F	Suma cuadrados Inter grupos	Suma de cuadrados Intra grupos	Tamaño del efecto	d de Cohen
Peso (kg)	14,391	952,200	1.191,000	grande	2,00
Estatura(cm)	33,908	1.125,000	597,200	muy grande	2,56
Masa libre de grasa (kg)	55,390	1.759,688	571,844	muy grande	3,12
Metabolismo basal (cal/día)	23,081	848.720,000	661.874,800	grande	2,37

F = Estadístico que indica cuánto mayor es la variabilidad entre grupos respecto a la variabilidad dentro de grupos. Si $F > 1$, existen diferencias significativas en la variabilidad.

Para explorar las asociaciones entre variables antropométricas (IMC, masa grasa, masa libre de grasa, porcentaje de agua corporal, ingesta calórica) y SMO₂ bajo distintas condiciones de carga muscular y momentos de medición, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson(r) teniendo presente que toda vez que r fuera cercano a +1 existe correlación es positiva y fuerte, si r es cercano a -1 la correlación es negativa y fuerte y si r es cercano a 0 existe poca -o ninguna- correlación.

Las principales observaciones se describen en la Tabla 4. en la que se aprecia que las variables antropométricas tienen relaciones moderadas o nulas con las mediciones de saturación muscular, excepto la estrecha relación entre IMC y masa grasa.

En la citada tabla 4 se observa que el IMC se asocia fuertemente con la masa grasa ($r = +0,829$, $p < 0,001$), confirmando la relación esperada entre este índice y la grasa corporal.

No se observa correlación significativa entre IMC y masa grasa con metabolismo basal, porcentaje de agua y SMO₂.

La masa libre de grasa mostró fuerte correlación positiva con el metabolismo basal ($r = +0,698$, $p = 0,001$), sugiriendo que quienes tienen mayor masa libre de grasa tienden a consumir más calorías, o bien, que la relación refleja necesidades metabólicas superiores, o poseen hábitos alimentarios distintos.

La masa libre de grasa se correlaciona negativamente con el porcentaje de agua corporal ($r = -0,524$, $p = 0,018$), es decir, en esta muestra un mayor contenido de masa libre de grasa podría estar asociado a menores proporciones de agua corporal y podría deberse a que los compartimentos de agua corporal no siempre se distribuyen -en todas las personas- proporcionalmente con la masa magra.

Finalmente, diferentes mediciones de SMO₂. están altamente correlacionadas entre sí, con r de 0,848 hasta 0,979, todas con significancia $p < 0,001$. indicando una fuerte consistencia interna. Las mediciones de SMO₂ bajo distintas condiciones parecen captar un comportamiento fisiológico común o estrechamente relacionado.

En esta muestra, las asociaciones más claras se encuentran entre variables antropométricas (especialmente IMC y masa grasa). Las relaciones entre los compartimentos corporales (grasa, masa libre de grasa, porcentaje de agua) y las mediciones de SMO₂ no mostraron evidencias consistentes de correlaciones lineales fuertes aparte de las que ya fueron destacadas.

Tabla 4. Correlaciones entre pares de variables estadísticamente significativas (r de Pearson) y efecto moderado/ fuerte.

Par correlacionado	r (Pearson)	P (bilateral)	Interpretación
IMC / MG_kg	+0,829	< 0,001	IMC y masa grasa altamente asociadas. Correlación positiva fuerte y significativa:
MLG/ Met. basal	+0,698	0,001	Mayor masa libre de grasa relacionada con mayor consumo calórico. Correlación positiva fuerte.

MLG / % agua corporal	-0,524	0,018	Mayor masa libre de grasa asociada con menor porcentaje de agua corporal. Correlación negativa moderada.
SMO ₂ en codo (entre sí)	0,848 a 0,979	< 0,001	Altas correlaciones entre las diferentes condiciones de medición de saturación muscular. Fuerte consistencia interna.

Discusion

De modo coincidente con lo reportado por otros investigadores, los resultados del presente estudio confirman algunas diferencias significativas entre hombres y mujeres en materia de composición corporal y metabolismo basal. Particularmente el peso, estatura, MLG y metabolismo basal fueron variables que en los hombres presentaron valores mayores que las mujeres con tamaños de efecto grande -o muy grande- acorde a los valores de d de Cohen, cuestión que resulta bastante razonable y ampliamente documentada en virtud del dimorfismo sexual de la masa magra y metabolismo basal^(19,20).

Según lo reportado por algunos autores, la masa libre de grasa es el principal determinante del gasto energético en reposo. En esta materia, en el presente estudio se observó - particularmente en los hombres- una fuerte correlación entre MLG y metabolismo basal ($r = 0,698$, $p = 0,001$) seguramente relacionada con su requerimiento energético superior. En tanto, el IMC se correlacionó fuertemente con la masa grasa ($r = 0,829$), confirmando su utilidad como indicador general de adiposidad, aunque con notorias limitaciones al momento de estimar la composición corporal específica^(21,22).

Por otra parte, el % de agua corporal reportó mayores variaciones en hombres que en mujeres ($DE=10.70$ vs $DE=1.13$), diferencia que podría estar relacionada con la razonable diferencia en la distribución de la masa magra e hidratación de los tejidos. La correlación negativa hallada entre MLG y el porcentaje de agua corporal ($r = -0,524$, $p = 0,018$) sugiere una compleja interacción entre los compartimentos corporales, especialmente considerando que la masa magra incluye componentes con contenido hídrico diverso. Esta relación amerita un estudio paricular⁽²³⁾.

En materia de saturación muscular de oxígeno (SmO₂), fueron los hombres quienes mostraron valores más altos específicamente en las mediciones con el 10 % de carga y en el minuto 0 o monitoreo inicial, aunque las diferencias ($p = 0,092$) no alcanzaron niveles suficientes para la significancia estadística. Las diferencias de SmO₂ entre sexos disminuyeron a medida que aumentó la carga (20 % y 30 %) y los intervalos de confianza se solaparon lo que podría suponer una respuesta fisiológica similar entre hombres y mujeres si las exigencias de carga muscular se mantuvieran en incremento. Lo descrito coincide con lo reportado por otros autores que también han concluido que la capacidad oxidativa muscular no se diferenciaba por sexo⁽¹⁰⁾.

En materia de SmO₂ observó una marcada dispersión en mujeres, probablemente vinculada a la heterogeneidad anatómica/funcional individual. A saber, se ha reportado que las mujeres mantienen niveles de SmO₂ más altos que los hombres durante ejercicio incremental, sugiriendo un patrón de perfusión distinto. O bien, podría ser la expresión de la variabilidad biológica real en la perfusión microvascular, composición tisular o estrategia de oxigenación muscular, y no solo la probabilidad de error en la medición^(28, 29).

La falta de correlaciones significativas entre SmO₂ y variables antropométricas (como masa grasa o IMC) sugiere que la saturación muscular de oxígeno podría depender más de factores funcionales como el flujo sanguíneo local, la eficiencia mitocondrial o la capilarización del tejido muscular, que de la composición corpora^(24, 25).

Finalmente, se observaron diferencias entre hombres y mujeres, particularmente en las variables de composición corporal, masa grasa, masa libre de grasa y metabolismo basal (con tamaños de efecto de gran magnitud). Dichas diferencias confirman el papel del dimorfismo sexual en materia de fisiología corporal, particularmente en términos de masa magra y metabolismo basal o gasto energético.

La SmO₂ fue mostrando un comportamiento más similar entre hombres y mujeres conforme la carga muscular se incrementaba, sin presentar asociaciones estadísticamente significativas con alguna

variable antropométrica, lo que podría suponer que la saturación de oxígeno muscular podría estar modulada por mecanismos fisiológicos distintos a la composición corporal. La alta consistencia entre las mediciones de SmO_2 confirma la utilidad del monitoreo continuo en estudios de fisiología del ejercicio^(26,27).

Como limitaciones del estudio podemos citar el tamaño de la muestra a la que los autores optaron en virtud del estudio exploratorio / cuasiexperimental, para estudiar una materia poco explorada y con escasos datos previos para precisar la variabilidad y tamaño muestral óptimos. Por lo anterior, el análisis estadístico no solo se refiere a la significancia estadística (p), sino además al tamaño del efecto (d de Cohen) en un intento de valorar la magnitud de las diferencias observadas. El estudio consideró criterios de inclusión, pero no controló la variabilidad individual, nivel de entrenamiento físico, dieta, factores hormonales y otros que podrían incidir en la respuesta de SmO_2 . Finalmente, para minimizar la interferencia de las mediciones de SmO_2 solo se preparó adecuadamente la piel (limpieza y depilado) antes de la colocación de cada sensor.

Este estudio aporta información interesante para la ergonomía y su aplicación al trabajo en virtud de las diferencias descritas en trabajadores hombres y mujeres -especialmente en composición corporal- y podría ser complementada con otros estudios de exposición controlada a mayores exigencias que permitan aproximarse a la identificación real de riesgos disergonómicos ocupacionales asociados al trabajo repetitivo para mejorar las evaluaciones de las personas, de las condiciones de trabajo, salud y seguridad.

Referencias

1. Perrey S, Ferrari M. Muscle oximetry in sports science: A systematic review. *Sports Med.* 2018;48(3):597–616.
2. Jeskanen T, Ylinen V, Valtonen RIP, Tulppo MP. Reproducibility and sex differences in muscle oxygenation during brachial artery occlusion in healthy participants. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2024;44(2):388–95. doi:10.1111/cpf.12886
3. Hicks A, McGill S, Hughson RL. Tissue oxygenation by near infrared spectroscopy and muscle blood flow during isometric contractions of the forearm. *Can J Appl Physiol.* 1999;24(3):216–30. doi:10.1139/h99-018
4. New bioelectrical impedancebased equations to estimate resting metabolic rate in young athletes. *Methods Protoc.* 2025;8(3):53. DOI: 10.3390/mps8030053.
5. The Impact of Body Composition on Cardiorespiratory Fitness in Adult Females. *BMC Public Health.* 2024;25: 1258. DOI: 10.1186/s12889-025-22453-5.
6. Crisafulli O, Bottoni G, Lacetera J, et al. Bioimpedance analysis of fatfree mass and its subcomponents and relative associations with maximal oxygen consumption in facioscapulohumeral dystrophy. *Eur J Appl Physiol.* 2025;125:157165. DOI: 10.1007/s00421-024-05581-5.
7. Rocés de Argila P, Jurado A, López Alonso M, Granados C, Vergara J, Munguía M. Time variability of muscle oxygen saturation during graded maximal exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2025; [Epub ahead of print]. doi:10.1007/s00421-025-05871-6
8. Wüst RCI, Klawitter E, Andersen DC, Skovgaard D, Pallesen H, Rosenkilde M. Muscle oxygenation during dynamic plantar flexion exercise: combining BOLD MRI with traditional physiological measurements. *Physiol Rep.* 2016;4(18):e12868. doi:10.14814/phy2.12868
9. Van Beekvelt MCP, Borghuis MS, van Engelen BGM, Wevers RA, Colier WNJM. Adipose tissue thickness affects in vivo quantitative near IR spectroscopy in human skeletal muscle. *Clin Sci (Lond).* 2001;101(2):21–8.

- 10.** Niemeijer VM, Jansen JP, van Dijk T, Spee RF, Meijer EJ, Kemps HMC, et al. The influence of adipose tissue on spatially resolved near infrared spectroscopy derived skeletal muscle oxygenation: The extent of the problem. *Physiol Meas*. 2017;38(3):539–54. doi:10.1088/1361-6579/aa5dd5
- 11.** Nasserri N, Kleiser S, Ostojic D, Karen T, Wolf M. Quantifying the effect of adipose tissue in muscle oximetry by near infrared spectroscopy. *Biomed Opt Express*. 2016;7(11):4605–19. doi:10.1364/BOE.7.004605
- 12.** Beever AT, Tripp TR, Zhang J, MacInnis MJ, et al. NIRS derived skeletal muscle oxidative capacity is correlated with aerobic fitness and independent of sex. *J Appl Physiol*. 2020;129(3):558–68. doi:10.1152/jappphysiol.00017.2020
- 13.** Poole DC, Musch TI. Capillary-mitochondrial oxygen transport in muscle: paradigm shifts. *Function (Oxf)*. 2023;4(3):zqad013. doi:10.1093/function/zqa
- 14.** Zurlo F, Larson K, Bogardus C, Ravussin E. Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *J Clin Invest*. 1990;86(5):1423–7. doi:10.1172/JCI114857
- 15.** Jeskanen T, Ylinen V, Valtonen RIP, Tulppo MP. Reproducibility and sex differences in muscle oxygenation during brachial artery occlusion in healthy participants. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2024;44(2):388–95. doi:10.1111/cpf.12886
- 16.** Pérez S, Sánchez-Jiménez JL, Martín Marzano-Felisatti J, Encarnación-Martínez A, Salvador-Palmer R, Priego-Quesada JI. Reliability of threshold determination using portable muscle oxygenation monitors during exercise testing: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2023; 13:12649. doi:10.1038/s41598-023-39651-z
- 17.** Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006; 7:44. doi:10.1186/1471-2474-7-44
- 18.** Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. 1987;18(3):233–7.
- 19.** Nuzzo JL, Taylor JL, Gandevia SC. Measurement of upper and lower limb muscle strength and voluntary activation. *J Appl Physiol*(1985). 2019;126(3):513–43. doi:10.1152/jappphysiol.00569.2018
- 20.** Kauppi P, et al. [Metodología de posicionamiento de sensores NIRS]. 2017.
- 21.** Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2007;21(3):415–30. doi: 10.1016/j.beem.2007.04.007
- 22.** Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2001;21(5):1226–43. doi:10.1016/S0261-5614(01)00292-2
- 23.** Müller MJ, Bösny-Westphal A, Krawczak M. Genetic studies of common types of obesity: a critique of the current use of phenotypes. *Obes Rev*. 2011;11(8):612–8. doi:10.1111/j.1467-789X.2010.00772.x
- 24.** Nuttall FQ. Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutr Today*. 2015;50(3):117–28. doi:10.1097/NT.0000000000000092
- 25.** Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: new physiological modeling approach. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1999;276(6):E995–1003. doi:10.1152/ajpendo.1999.276.6.E995
- 26.** Bhambhani Y. Muscle oxygenation trends during dynamic exercise measured by near infrared spectroscopy. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(4):504–23. doi:10.1139/h04-033
- 27.** Ferrari M, Muthalib M, Quaresima V. The use of near-infrared spectroscopy in understanding skeletal muscle physiology: recent developments. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2011;369(1955):4577–90. doi:10.1098/rsta.2011.0230

- 28.** Sendra Pérez C, Priego Quesada JI, Salvador Palmer R, Murias JM, Encarnación Martínez A. Sex-related differences in profiles of muscle oxygen saturation of different muscles in trained cyclists during graded cycling exercise. *J Appl Physiol.* 2023;135(5):1092–1101. doi:10.1152/jappphysiol.00420.2023
- 29.** Gonzalez, A. M., Mangine, G. T., Pinzone, A. G., Beyer, K. S., & Townsend, J. R.(2024). Dinámica de saturación de oxígeno muscular durante ejercicios de resistencia de la parte superior del cuerpo. *Sensors*, 24(20), 6668. <https://doi.org/10.3390/s24206668>[tps://doi.org/10.1152/jappphysiol.00420.2023](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00420.2023)



doi: 10.4321/s0465-546x2025000400007

Inspección médica

La inteligencia artificial como estrategia de eficiencia y sostenibilidad en la gestión de la incapacidad temporal en España

Artificial intelligence as a strategy for efficiency and sustainability in the management of temporary disability in Spain

Raúl Regal-Ramos¹  0000-0000-0000-0000

¹Unidad Médica del Equipo de Valoración de Incapacidades. Dirección Provincial del Instituto Nacional de la Seguridad Social. Madrid. España

Correspondencia

Raúl Jesús Regal Ramos
raul-jesus.regal@seg-social.es

Recibido: 24.07.2025

Aceptado: 12.11.2025

Publicado: 22.12.2025

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para el autor del presente artículo.

Cómo citar este trabajo

Regal-Ramos R. La inteligencia artificial como estrategia de eficiencia y sostenibilidad en la gestión de la incapacidad temporal en España. Med Segur Trab (Internet). 2025;71(281):279-286. doi: 10.4321/s0465-546x2025000400007

 BY-NC-SA 4.0

Resumen

La Incapacidad Temporal (IT) se ha erigido en el principal desafío financiero y de gestión para la sostenibilidad del sistema de Seguridad Social español. Con un gasto anual que ha escalado hasta superar los 14.000 millones de euros en 2023¹ y proyectándose por encima de los 16.500 millones para 2024, esta partida representa ya cerca del 1% del Producto Interior Bruto de España².

Las respuestas tradicionales han demostrado ser insuficientes y el riesgo de insostenibilidad es inminente. Esta propuesta presenta la Inteligencia Artificial (IA) como la solución tecnológica y estratégica indispensable para revertir esta tendencia. La IA permitirá al Instituto Nacional de la Seguridad Social transformar su gestión de la IT, pasando de un modelo predominantemente reactivo a uno predictivo, proactivo y altamente eficiente. En particular, la IA podría:

- Identificar y gestionar proactivamente bajas de alto riesgo de prolongación, acortando su duración innecesaria de forma significativa.
- Optimizar la asignación de recursos de control, enfocándolos donde son realmente necesarios y evitando la burocratización.
- Apoyar la toma de decisiones con datos precisos, garantizando equidad y efectividad.
- Contribuir a la detección de patrones de uso indebido o fraude.

Se estima un ahorro potencial de entre el 5% y el 15% del gasto anual en IT, equivalente a entre 700 y 2.500 millones de euros anuales.

La inversión en IA debe entenderse como una estrategia de alto retorno, orientada a garantizar la sostenibilidad del sistema, mejorar la eficiencia en la gestión pública y favorecer el bienestar y la reincorporación de los trabajadores.

Palabras clave: Medicina evaluadora; Incapacidad laboral; Incapacidad Temporal; Inteligencia artificial; Predictores pronósticos.

Abstract

Temporary Disability (TD) has emerged as the main financial and management challenge for the sustainability of the Spanish Social Security system. With annual spending exceeding €14 billion in 2023¹ and projected to surpass €16.5 billion in 2024, this expenditure already represents nearly 1% of Spain's Gross Domestic Product² (GDP).

Traditional responses have proven insufficient, and the risk of unsustainability is imminent.

This proposal presents Artificial Intelligence (AI) as the essential technological and strategic solution to reverse this trend. AI will enable the National Social Security Institute to transform its management of TD, shifting from a predominantly reactive model to one that is predictive, proactive, and highly efficient. Specifically, AI could:

- Identify and proactively manage high-risk long-term sick leaves, significantly reducing unnecessary durations.
- Optimize the allocation of control resources, focusing them where they are truly needed and avoiding bureaucratization.
- Support decision-making with accurate data, ensuring fairness and effectiveness.
- Contribute to the detection of misuse patterns or fraud.

A potential savings of between 5% and 15% of annual TD expenditure is estimated, equivalent to between €700 million and €2.5 billion per year.

Investment in AI should be understood as a high-return strategy aimed at ensuring system sustainability, improving public management efficiency, and promoting worker well-being and reintegration.

Keywords: Evaluative medicine; Work incapacity; Temporary disability; Artificial intelligence, Predictive predictors.

Introducción

La Incapacidad Temporal (IT) se ha convertido en un área de creciente preocupación en España debido a su impacto financiero y de gestión.

Constituyendo una piedra angular de la protección social, su sostenibilidad se ve amenazada por el constante incremento del gasto, el número de procesos y la prolongación de la duración de las bajas. Este fenómeno no solo afecta a la viabilidad económica del sistema de Seguridad Social, sino que también tiene profundas implicaciones para la salud pública y la productividad laboral.

El sistema español de IT, gestionado principalmente por el Instituto Nacional de la Seguridad Social (INSS) en coordinación con las Mutuas Colaboradoras y los Servicios Públicos de Salud, se enfrenta a una compleja interacción de factores demográficos, epidemiológicos y laborales³.

A pesar de los esfuerzos normativos y operativos, las tendencias al alza persisten, lo que sugiere la necesidad de soluciones innovadoras. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como una tecnología con el potencial de transformar la gestión de la IT, ofreciendo capacidades predictivas y analíticas que superan las limitaciones de los métodos tradicionales. La aplicación de la IA en la gestión de la salud y las prestaciones no es novedosa; se ha explorado en la optimización de diagnósticos, la personalización de tratamientos y la gestión de recursos sanitarios⁴. Sin embargo, su potencial para una gestión proactiva y orientada al ahorro en el ámbito específico de la IT en España requiere un análisis detallado.

El presente artículo tiene como objetivo analizar la evolución cuantitativa de la IT en España, identificar los principales factores asociados a su incremento y proponer un marco estratégico para la aplicación de la IA en este ámbito

Métodos

Este estudio se basa en un análisis descriptivo y conceptual de datos macroeconómicos y estadísticos oficiales disponibles públicamente, complementado con una revisión del potencial teórico y aplicado de la IA en contextos análogos de gestión de la salud y servicios sociales. La metodología comprende:

- Fuentes de datos oficiales y variables analizadas. Se han utilizado datos primarios procedentes de organismos oficiales españoles para cuantificar la evolución de la IT y el contexto socioeconómico:
 - a. Secretaría de Estado de la Seguridad Social y Pensiones (Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones). Se han consultado Anuarios de Estadísticas de la Seguridad Social, Resúmenes Estadísticos de Incapacidad Temporal e Informes de Gestión del Sistema de la Seguridad Social desde 2005 hasta las últimas proyecciones disponibles para 2024. Variables clave incluyen: gasto total en IT (millones de euros), número de procesos de IT (por contingencia), duración media de los procesos (días) y distribución de las bajas por duración y patología^{3,5,6}.
 - b. Instituto Nacional de Estadística (INE). Se han utilizado datos de la Encuesta de Población Activa (EPA) para información demográfica y laboral (edad media de la población activa, tasa de temporalidad) y de la Contabilidad Nacional de España para el Producto Interior Bruto (PIB) nominal, permitiendo el cálculo de la ratio Gasto IT/PIB^{7,8}.
 - c. Proyecciones económicas de medios especializados con base en datos oficiales⁹.
- Análisis cuantitativo de tendencias. Se realizó un análisis de series temporales del gasto en IT, el número de procesos y la duración media para identificar patrones y tasas de crecimiento desde 2005 hasta 2024. La relación del gasto en IT con el PIB se utilizó como un indicador de la presión económica sobre el sistema.

- Marco conceptual para la aplicación de la IA. La propuesta de intervención con IA se fundamenta en los siguientes pilares conceptuales, basados en la literatura sobre IA en salud y gestión pública:
 - a. Predicción de riesgo. Utilización de modelos de Machine Learning (ej., regresión logística, árboles de decisión, redes neuronales) para predecir la probabilidad de prolongación de una baja, basándose en variables demográficas, diagnósticas, de historial de IT y laborales. La entrada de datos incluiría información estructurada de los informes médicos y administrativos.
 - b. Optimización de recursos. Diseño de algoritmos que, basándose en las predicciones de riesgo, asignen de forma inteligente los recursos de inspección y seguimiento del INSS, maximizando la eficiencia de las intervenciones.
 - c. Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD). Desarrollo de interfaces que integren la información procesada por la IA, ofreciendo recomendaciones a los profesionales del INSS para mejorar la consistencia y la calidad de las valoraciones de IT.
 - d. Detección de anomalías y fraude. Aplicación de técnicas de clustering y detección de outliers para identificar patrones inusuales en los datos de IT que puedan indicar un uso indebido o fraudulento de la prestación.

El modelo conceptual propuesto es coherente con experiencias internacionales en el uso de IA para priorización clínica, auditoría automatizada y gestión del absentismo laboral¹⁰.

- Metodología para la estimación de ahorro potencial:

La estimación del ahorro potencial (5-15% del gasto anual) es una proyección basada en:

- a. Analogía con casos de éxito. Referencia a la eficiencia demostrada por la IA en la optimización de procesos complejos en otros sistemas de salud o administraciones públicas, donde se han reportado mejoras de eficiencia y reducciones de costes similares al aplicar modelos predictivos y de optimización¹⁰.
- b. Reducción hipotética de la duración. Estimación del impacto financiero de una reducción porcentual (ej., 5-10%) en la duración de las bajas de media y larga duración (que concentran la mayor parte del gasto), facilitada por intervenciones proactivas guiadas por la IA¹¹.
- c. Optimización de costes operativos. Consideración de la reducción de gastos administrativos y de control al dirigir los recursos de manera más eficiente¹².
- d. Recuperación por fraude. Cuantificación del impacto potencial de una mayor detección y prevención de actividades fraudulentas¹³.

Estas estimaciones deben considerarse como escenarios de referencia teórica, pendientes de validación empírica a través de pilotos operativos y auditorías.

Resultados

El análisis de los datos oficiales revela una preocupante tendencia alcista en los indicadores clave de la IT en España, con una repercusión económica significativa.

- Evolución del Gasto en IT:

El gasto en prestaciones económicas por IT ha mostrado un crecimiento sostenido y acelerado. Si en 2005 se situaba en aproximadamente 5.000 millones de euros³, alcanzó los 7.800 millones de euros en 2019. Tras los picos asociados a la pandemia de COVID-19, la cifra consolidada para 2022 superó los 12.500 millones de euros y las estimaciones para 2023 se confirmaron en 14.000 millones de euros. Las proyecciones para 2024 lo sitúan en el rango de 14.600 millones a 16.500 millones de euros⁹.

Este incremento representa un crecimiento acumulado del 230% en menos de dos décadas, lo que plantea una amenaza estructural para la sostenibilidad del sistema contributivo.

- Impacto en el Producto Interior Bruto (PIB):

La proporción del gasto en IT respecto al PIB nacional ha experimentado un aumento crítico. En 2005 representaba aproximadamente el 0,55% del PIB; en 2024 se sitúa entre el 0,92% y el 1,04%, según los escenarios proyectados⁸. Este incremento es un claro indicador de la presión creciente que la IT ejerce sobre la economía nacional.

- Número de procesos y duración media:

El número de procesos de IT por contingencias comunes superó los 5,5 millones en 2022⁵. La duración media general se mantiene en torno a los 40-45 días⁵; sin embargo, el análisis por tramos de duración revela que las bajas de media y larga duración (especialmente aquellas superiores a 90 o 180 días) son las que concentran el mayor volumen de gasto⁵.

- Factores contribuyentes y limitaciones actuales:

Se observa una fuerte correlación entre el aumento de la IT y el envejecimiento de la población activa (edad media de 43,5 años en 2024⁷), lo que se asocia a una mayor prevalencia de enfermedades crónicas y tiempos de recuperación prolongados. Las patologías musculoesqueléticas y los trastornos de salud mental son las principales causas de IT de larga duración^{3,5}.

Las medidas tradicionales de control y gestión se ven limitadas por la fragmentación de la información entre los distintos actores (INSS, Mutuas, Servicios de Salud autonómicos) y un enfoque inherentemente reactivo, que limita la capacidad preventiva y dificulta intervenciones tempranas con potencial de acortar o evitar bajas prolongadas.

Discusión

Los resultados evidencian que la IT constituye uno de los retos estructurales más relevantes para la sostenibilidad del sistema de Seguridad Social en España. El constante crecimiento del gasto y su creciente peso en el PIB nacional confirman que las estrategias actuales son insuficientes para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de esta prestación.

En este contexto, la IA se presenta como una herramienta estratégica de transformación del modelo de gestión, con un alto potencial para mejorar los procesos, reducir el gasto y apoyar de forma activa la labor de los profesionales encargados de la gestión de estos procesos. La aplicación de la IA, tal como se propone, permite un cambio de paradigma de una gestión reactiva a una proactiva y predictiva, en aspectos como:

- Identificar precozmente trabajadores con riesgo de baja prolongada. Los modelos predictivos pueden señalar desde el inicio del proceso aquellos casos con alta probabilidad de cronificación, lo que permite intervenir con programas personalizados
- Optimizar la intervención en patologías específicas. Dada la alta incidencia y duración de las bajas por trastornos mentales y musculoesqueléticos, la IA puede ayudar a identificar subtipos de pacientes que se benefician más de ciertas intervenciones o a detectar patrones de riesgo ocupacional asociados a estas patologías. Esto tiene un impacto directo en la prevención primaria y secundaria en el entorno laboral¹⁴.
- Mejorar la equidad y la eficiencia en la evaluación. Los Sistemas de Soporte a la Decisión (SSD) basados en IA pueden ayudar a los profesionales a aplicar criterios de valoración más consistentes y objetivos, reduciendo la variabilidad y garantizando que las decisiones se basen en la evidencia más completa posible. Esto es crucial para la percepción de justicia del sistema por parte de los trabajadores.
- Contribuir a la prevención del absentismo y la salud ocupacional. Al identificar patrones de IT en sectores o profesiones específicas, la IA puede informar políticas de prevención de riesgos laborales y programas de promoción de la salud en el trabajo, impactando no solo en la reducción de la IT sino en la mejora general de la salud de la población trabajadora. Este enfoque permitiría a Mutuas, servicios

de prevención y empresas actuar sobre factores de riesgo ergonómico, psicosocial o ambiental de forma más temprana y costo-efectiva¹⁵.

La estimación de un ahorro potencial entre 700 millones y 2.500 millones de euros anuales subraya la magnitud de la oportunidad. Este ahorro no se busca a expensas de la protección del trabajador, sino mediante la optimización de procesos, la prevención de la cronificación de las bajas y la lucha contra el fraude, liberando recursos para reforzar el propio sistema de Seguridad Social. La inversión en infraestructuras y talento en IA, aunque significativa, se amortizaría rápidamente frente a los recurrentes ahorros esperados.

LIMITACIONES

Es fundamental reconocer que esta propuesta se basa en un marco conceptual y un análisis de datos existentes, y no en los resultados de una implementación experimental real de la IA en el INSS. Su efectividad real dependerá de varios factores críticos:

- La calidad y gestión de los datos disponibles (integridad de los datos, estructura, anonimización).
- La interoperabilidad entre sistemas del INSS, Mutuas y Servicios de Salud autonómicos.
- La aceptación por parte de los profesionales sanitarios, evaluadores y técnicos.
- La capacidad institucional de implementar modelos avanzados de IA con garantías técnicas, jurídicas y éticas

CONCLUSIONES

La IT en España representa un desafío socioeconómico de creciente magnitud, cuya tendencia al alza compromete la sostenibilidad del sistema de Seguridad Social si no se adoptan medidas innovadoras. En este escenario, la aplicación de la IA ofrece una vía transformadora con un alto potencial de impacto. Mediante algoritmos predictivos, sistemas de apoyo a la decisión, modelos de optimización y detección de patrones anómalos, la IA puede:

- Predecir el riesgo de bajas prolongadas y facilitar intervenciones personalizadas.
- Optimizar la asignación de recursos médicos y administrativos.
- Aumentar la transparencia y la equidad en la valoración de las prestaciones.
- Contribuir a la reducción del fraude y el uso indebido de la IT.

Se estima que la implementación adecuada de estas herramientas podría generar un ahorro de entre 700 y 2.500 millones de euros anuales, equivalente al 5–15% del gasto total en IT, al tiempo que mejora la eficiencia operativa del INSS

Se recomienda priorizar la puesta en marcha de programas piloto, la inversión estratégica en capacidades técnicas y humanas, y el desarrollo de un marco normativo específico que garantice una implementación ética, transparente y eficaz de la IA en el ámbito de la IT.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La aplicación de la IA en un ámbito tan sensible como la salud y las prestaciones sociales conlleva importantes consideraciones éticas. La transparencia de los algoritmos, la garantía de la privacidad de los datos sensibles y la evitación de sesgos discriminatorios son requisitos no negociables. El marco normativo de la Ley de IA de la UE¹⁶ proporcionará una guía esencial para una implementación responsable. Además, la necesidad de formación y adaptación del personal del INSS y de las Mutuas será crucial para una adopción exitosa y para garantizar que la IA sea una herramienta de apoyo, y no un reemplazo, del juicio profesional.

El diseño de la propuesta contempla la necesidad ineludible de adherirse estrictamente al Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea y la legislación española de protección de datos, asegurando la anonimización, seguridad y privacidad de la información sanitaria. La gestión de la IA se basará en principios de transparencia, comprensibilidad, equidad y no discriminación, según lo establecido por el Reglamento de IA de la UE^{14,16}.

Bibliografía

1. Granado O. El gasto en Incapacidad Temporal [Internet]. Madrid: Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea); 2024 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://fedea.net/el-gasto-en-incapacidad-temporal/>
2. Instituto Nacional de Estadística (INE). Avance 4T 2024 PIB [Internet]. Madrid: INE; 2025 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/avCINTR4T24.htm>
3. Secretaría de Estado de la Seguridad Social y Pensiones. Anuario de Estadísticas de la Seguridad Social [Internet]. Madrid: Gobierno de España; varios años [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/AnuariosEstadisticos>
4. Topol E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44–56. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41591-019-0300-7>
5. Secretaría de Estado de la Seguridad Social y Pensiones. Resumen Estadístico de Incapacidad Temporal [Internet]. Madrid: Gobierno de España; varios años [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/IncapacidadTemporal>
6. Secretaría de Estado de la Seguridad Social y Pensiones. Informes de Gestión del Sistema de la Seguridad Social [Internet]. Madrid: Gobierno de España; varios años [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/InformacionUtil/MemoriasyPublicaciones/MemoriasActividad>
7. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta de Población Activa (EPA) [Internet]. Madrid: INE; varios años [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176918&menu=resultados&idp=1254735572981
8. Instituto Nacional de Estadística (INE). Contabilidad Nacional de España: Producto Interior Bruto (PIB) [Internet]. Madrid: INE; varios años [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176901&menu=resultados&idp=1254735572981
9. El Economista. El coste de las bajas laborales bate récord en 2024 con más de 14.600 millones [Internet]. Madrid: El Economista; 2025 feb [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/13242147/02/25/el-coste-de-las-bajas-laborales-bate-record-en-2024-con-mas-de-14600-millones.html>
10. OECD. Artificial Intelligence in Society [Internet]. Paris: OECD Publishing; 2019 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

- 11.** Busch IL, van Gennep M, Krol M, Brouwers EPM, van Weeghel J, Joosen MCW. Supporting sustainable workforce management for worker illness absence through predictive analytics: A proof-of-concept study. *Eng Proc.* 2025;84(1):17. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-4591/84/1/17>
- 12.** Thoughtful Automation. The Impact of AI on Healthcare Administrative Costs: 2025 Benchmark Report [Internet]. Thoughtful.ai; 2025 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.thoughtful.ai/blog/the-impact-of-ai-on-healthcare-administrative-costs---2025-benchmark-report>
- 13.** International Social Security Association (ISSA). Detecting fraud in health care through emerging technologies [Internet]. Ginebra: ISSA; 2022 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.issa.int/analysis/detecting-fraud-health-care-through-emerging-technologies>
- 14.** Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). Guías y regulaciones sobre protección de datos [Internet]. Madrid: AEPD; [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.aepd.es/>
- 15.** Asociación de Mutuas de Accidentes de Trabajo (AMAT). Informes de gestión y memorias anuales [Internet]. Madrid: AMAT; [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://amat.es/estadisticas/>
- 16.** Parlamento Europeo y Consejo. Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de marzo de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (Ley de IA) [Internet]. Diario Oficial de la Unión Europea; 2024 mar 13 [citado 23 de julio de 2025]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024R1689>



Listado de personas que han evaluado artículos en 2025

El Equipo editorial de la revista agradece la participación de las siguientes personas como evaluadoras/es de trabajos durante el año 2025.

Esperanza Alonso Jiménez – Comisión Deontológica Nacional de Enfermería

Teresa Álvarez Bayona – Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

María José Cabello Heranz – Subdirección General de Coordinación de Unidades Médicas

Beatriz Casal Pardo – MAS Prevención

María Catherine de Wilde Calero – Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria

Miguel Ángel Daniel Calvo – MAS Prevención

Alejandro Fernández Montero – Clínica Universitaria de Navarra

Rocío Guardiola Wanden-Berghe – Centro de Salud Mental Infantil de San Vicente del Raspeig, Hospital General Universitario Dr. Balmis de Alicante

Begoña Martínez Jarreta – Universidad de Zaragoza

Emilio Martínez de Victoria Muñoz – Universidad de Granada

José Miguel Martínez Martínez – Alberta University

Álvaro Moisés Pérez Franco – Centro de Salud de Playa Blanca, Gerencia del Área de Salud de Lanzarote

Bernardo Moreno Jiménez – Universidad Autónoma de Madrid

Antonio Mourin Pedraza – Universidad ECCI Bogotá

Aida Pérez Fernández – Universidad de Murcia

María Trinidad Rodríguez Vargas – Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria

Elena Ronda Pérez – Universidad de Alicante

Juan Carlos Rueda Garrido – Vitaly Prevención

Javier Sainz González – Instituto Nacional de la Seguridad Social

María Sanz Lorente – Centro de Salud Pública de Manises, Conselleria de Sanidad.

Ana Pilar Secades Álvarez – Ibermutua Asturiana

M^a Teófila Vicente-Herrero – Universitat de les Illes Balears

Gabriela P. Urrejola-Contreras – Universidad de Viña del Mar

María Villaplana García – Universidad de Murcia