

# Intervenciones ergonómicas en trabajadores que realizan manejo manual de cargas: una revisión sistemática

Jorge Arturo Pérez Aldrete<sup>(1)</sup>, Ana Anaya-Velasco<sup>(2)</sup>, Carolina Aranda Beltrán<sup>(3)</sup>, Miguel Alfonso Mercado Ramírez<sup>(4)</sup>

<sup>1</sup>MCST. Médico Operativo, Medicina del Trabajo, Instituto Mexicano del Seguro Social. Guadalajara Jalisco, México. <https://orcid.org/0009-0006-8927-9176>

<sup>2</sup>DCST. Profesor Investigador Titular "A". Departamento promoción, preservación y desarrollo de la salud, Centro universitario del Sur Universidad de Guadalajara. Ciudad Guzmán Jalisco, México. <https://orcid.org/0000-0003-1137-9645>

<sup>3</sup>DCSP. Profesor Investigador Titular "C", Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias de La Salud, Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, México. <https://orcid.org/0000-0003-1388-8849>

<sup>4</sup>DCSP. Jefe del laboratorio de Salud Pública, Departamento de Salud Pública, Centro Universitario de Ciencias de La Salud, Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, México. <https://orcid.org/0000-0002-6314-332X>

## Correspondencia:

Jorge Arturo Pérez Aldrete

Dirección postal: Menbir 1130, Col. Altamira, Zapopan, Jalisco, México, C.P.45160

Correo electrónico: drjazer@gmail.com

**La cita de este artículo es:** Jorge Arturo Pérez Aldrete et al. Intervenciones ergonómicas en trabajadores que realizan manejo manual de cargas: una revisión sistemática. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):234-250

## RESUMEN.

**Introducción:** Los trastornos musculoesqueléticos asociados al manejo de cargas representan una problemática para la salud laboral; Intervenciones ergonómicas buscan reducir exposición y malestar físico derivados de estas tareas. Este estudio identificó y analizó intervenciones ergonómicas en entornos laborales.

**Material y métodos:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo directrices PRISMA, de estudios publicados entre 2020 y 2025 que aplicaran intervenciones ergonómicas orientadas a disminuir factores de riesgo o molestias musculoesqueléticas en trabajadores que realizan manejo manual de cargas.

## ERGONOMIC INTERVENTIONS IN WORKERS CARRYING OUT MANUAL MATERIAL HANDLING: A SYSTEMATIC REVIEW

### ABSTRACT

**Introduction:** Work-related musculoskeletal disorders associated with manual load handling represent a significant occupational health concern. Ergonomic interventions aim to reduce exposure and physical discomfort derived from these tasks. This study identified and analyzed ergonomic interventions implemented in workplace settings.

**Resultados:** De 276 registros, siete estudios cumplieron criterios, predominaron diseños cuasiexperimentales, con intervenciones que abordaron, capacitación, rediseño físico, ayudas mecánicas y ajustes organizacionales. La heterogeneidad metodológica impidió metaanálisis.

**Conclusiones.:** Las intervenciones mostraron efectos favorables, pero su efectividad depende de correspondencia entre diagnóstico y acción y el soporte organizacional. Se requiere estandarizar mediciones, seguimiento longitudinal y mayor participación de los trabajadores.

**Palabras Clave:** Intervenciones ergonómicas; Manipulación manual de cargas; Trastornos musculoesqueléticos; Ergonomía; Salud ocupacional.

**Materials and Methods:** A systematic review was following PRISMA guidelines, including studies published between 2020 and 2025 that applied ergonomic interventions aimed at reducing risk factors or musculoskeletal symptoms in workers performing manual material handling.

**Results:** Of the 276 records identified, seven studies met the eligibility criteria. Most employed quasi-experimental designs and included interventions such as training, physical workstation redesign, mechanical aids, and organizational adjustments. Due to methodological heterogeneity, a meta-analysis was not feasible.

**Conclusions.:** The interventions demonstrated positive effects; however, their effectiveness depends on the alignment between diagnosis and action, as well as organizational support. Standardized measurement methods, longitudinal follow-up, and greater worker participation are required.

**Keywords:** Ergonomic Interventions; Manual Material Handling; Musculoskeletal Disorders; Ergonomics; Occupational Health.

---

**Fecha de recepción:** 2 de diciembre de 2025

**Fecha de aceptación:** 14 de junio de 2026

---

## Introducción

La ergonomía como disciplina estudia las interacciones entre las personas y los componentes de un sistema, con el fin de optimizar el bienestar humano y el desempeño global. Se estructura en tres dominios: físico (posturas, manipulación de materiales, movimientos repetitivos), cognitivo (procesos mentales y carga de trabajo) y organizacional (diseño del trabajo, estructuras y procesos sociotécnicos), integrando un enfoque holístico de salud y eficiencia laboral<sup>(1)</sup>.

Una intervención ergonómica implica modificar tareas, puestos o sistemas con base en principios científicos, con el objetivo de disminuir molestias musculoesqueléticas y reducir la

frecuencia y gravedad de lesiones<sup>(2)</sup>. Por tanto, para considerarse como efectiva, deberá ser un proceso planificado orientado a eliminar o minimizar factores de riesgo ergonómicos y/o sus efectos sobre la salud de los trabajadores; estas intervenciones pueden incluir medidas de ingeniería (rediseño de herramientas y uso de ayudas mecánicas), acciones administrativas (reorganización de tareas, rotación, ajustes trabajo-descanso) y estrategias educativas (capacitación, hábitos posturales, pausas activas y ejercicios), sin perder de vista que su eficacia dependerá del soporte organizacional, la evaluación psicosocial y el liderazgo que garantice recursos y cumplimiento, además, hay que tener en cuenta que intervenciones multidimensionales, es decir que combinan varios componentes con enfoque

contextualizado y sustentado en la evaluación de riesgos, muestran mayores beneficios que las centradas exclusivamente en educación o capacitación<sup>(3)</sup>.

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WRMDs) por sus siglas en inglés, se vinculan con condiciones laborales que implican alto esfuerzo físico, Manejo manual de cargas (MMC), exposición a posturas forzadas y trabajos repetitivos, que comprometen la comodidad, seguridad y eficiencia de los trabajadores<sup>(4)</sup>.

Entre estos factores el MMC destaca como una de las actividades más demandantes, definido como aquellas tareas en las que el trabajador debe levantar, sostener, transportar o desplazar objetos sin asistencia mecánica, se encuentra presente en diversos sectores como la construcción, manufactura, transporte o el traslado de pacientes en entornos sanitarios, etc., generando esfuerzo muscular elevado que puede ocasionar fatiga, lesiones agudas por sobreesfuerzo o trastornos degenerativos en la región lumbar cuando se realizan de manera repetitiva o en posturas inadecuadas<sup>(5)</sup>.

No es casualidad que el MMC sea reconocido como el segundo factor de riesgo más común en los lugares de trabajo, mostrando asociación significativa con la prevalencia de dolor lumbar<sup>(6)</sup>, condición que afecta 568 millones de personas a nivel mundial, representando la principal causa de discapacidad en 160 países<sup>(7)</sup> y la segunda causa de ausentismo laboral, con un impacto superior a cualquier otra condición médica<sup>(8)</sup>, además de ser la causa más frecuente de discapacidad relacionada con el trabajo, con prevalencia puntual promedio cercana al 30% y el principal motivo de salida prematura de la fuerza laboral<sup>(9)</sup>. Dado este escenario, el presente estudio se centra específicamente en el manejo manual de cargas como un problema prioritario para la salud ocupacional y un punto crítico de intervención ergonómica.

Diversas intervenciones ergonómicas se han desarrollado para disminuir la exposición a factores de riesgo y prevenir lesiones musculoesqueléticas

asociadas al trabajo. Sin embargo, su efectividad ha mostrado variabilidad según el contexto laboral. Entre 2010 y 2025, múltiples revisiones sistemáticas han evaluado estos enfoques en distintos sectores, evidenciando resultados heterogéneos y la necesidad de estrategias mejor fundamentadas y adaptadas al entorno de trabajo. En 2010 Driessen et al.<sup>(9)</sup>, reportaron evidencia limitada de intervenciones físicas y organizacionales para prevenir dolor lumbar y cervical. De forma similar, la capacitación aislada ha mostrado beneficios modestos, ya que, aunque incrementa el conocimiento, no produce cambios conductuales consistentes ni reduce trastornos musculoesqueléticos (TME)<sup>(10)</sup>. La rotación de puestos presenta efectos moderados, pero dependientes del contexto y la forma de implementación<sup>(11)</sup>. En entornos sanitarios, intervenciones combinadas, educativas, organizacionales y físicas, han demostrado mayor efectividad, aunque con evidencia de baja calidad, muestras pequeñas y escasez de estudios controlados<sup>(12,13)</sup>. En el sector industrial, rediseños físicos, pausas y capacitación han sido útiles, pero nuevamente con estudios predominantemente observacionales<sup>(14)</sup>.

Por otro lado, la ergonomía participativa en salud mostró reducciones de TME y mejoras en seguridad, aunque dependientes del apoyo institucional<sup>(15)</sup>, una revisión desde un enfoque realista realizada por Hansen et al. (2024)<sup>(16)</sup> identificó que la efectividad de la ergonomía participativa depende de varios factores clave: partir de las necesidades reales de los trabajadores, garantizar un clima de implementación equitativo, clarificar roles y responsabilidades, y asegurar recursos suficientes. Este enfoque resalta que la eficacia de una intervención no solo depende del tipo de componente ergonómico aplicado, sino del contexto organizacional en el que se implementa y del grado de participación y apoyo disponibles.

En conjunto, las revisiones previas muestran que, aunque las intervenciones ergonómicas pueden reducir la exposición al riesgo y las

molestias musculoesqueléticas, la mayoría de los estudios se ha centrado en personal sanitario, mientras que solo una revisión abordó directamente a trabajadores expuestos al manejo manual de cargas. Esto evidencia una brecha de conocimiento en un grupo ocupacional particularmente vulnerable, poco estudiado pese a su alta demanda física y elevada prevalencia de TME. Además, la heterogeneidad metodológica, la ausencia de criterios de medición estandarizados, el predominio de muestras pequeñas y la falta de seguimientos longitudinales dificultan establecer conclusiones sólidas sobre cuáles intervenciones son más efectivas y en qué condiciones, limitando la transferencia del conocimiento a entornos donde el MMC es parte cotidiana del trabajo.

Ante esta situación, el propósito de esta revisión sistemática fue identificar y analizar los elementos estructurales, metodológicos y contextuales que componen las intervenciones ergonómicas orientadas a reducir los factores de riesgo y las molestias musculoesqueléticas asociadas al manejo manual de cargas en entornos laborales con presencia de MMC. Asimismo, se buscó evaluar la correspondencia entre el diagnóstico del riesgo y las estrategias de intervención aplicadas, así como sintetizar los resultados en términos de efectividad, sostenibilidad y participación de los trabajadores.

Dada la heterogeneidad de los estudios disponibles y la ausencia de datos comparables no fue posible realizar un metaanálisis, los resultados se obtuvieron siguiendo los lineamientos PRISMA 2020 y empleando la herramienta ROBINS-I para evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos.

## Material y Métodos

Se sigue la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), el protocolo fue registrado en PROSPERO (CRD420251013764) para asegurar transparencia y facilitar su consulta por otros investigadores interesados en ergonomía, manejo

manual de cargas y molestias musculoesqueléticas, en la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso de revisión bibliográfica y selección de estudios.

### Estrategia de búsqueda

Se realiza una búsqueda en cuatro bases de datos (PubMed, Scopus, NIOSHTIC-2 y Web of Science), tres editoriales (MDPI, BMC Musculoskeletal Disorders y Taylor & Francis) y la biblioteca SciELO, cubriendo del 1 de enero de 2020 al 31 de septiembre de 2025. Una búsqueda preliminar mostró que el uso de algoritmos complejos reducía en exceso los resultados; por ello, se ampliaron los criterios utilizando como términos principales “Ergonomic Intervention” e “Intervención Ergonómica”, restringidos al título. Esto debido a que, al incluir resumen o palabras clave, la mayoría de los registros aludían a intervenciones ergonómicas como sugerencias o recomendaciones y no como el objetivo central del estudio, lo cual no se alinea con los criterios de inclusión.

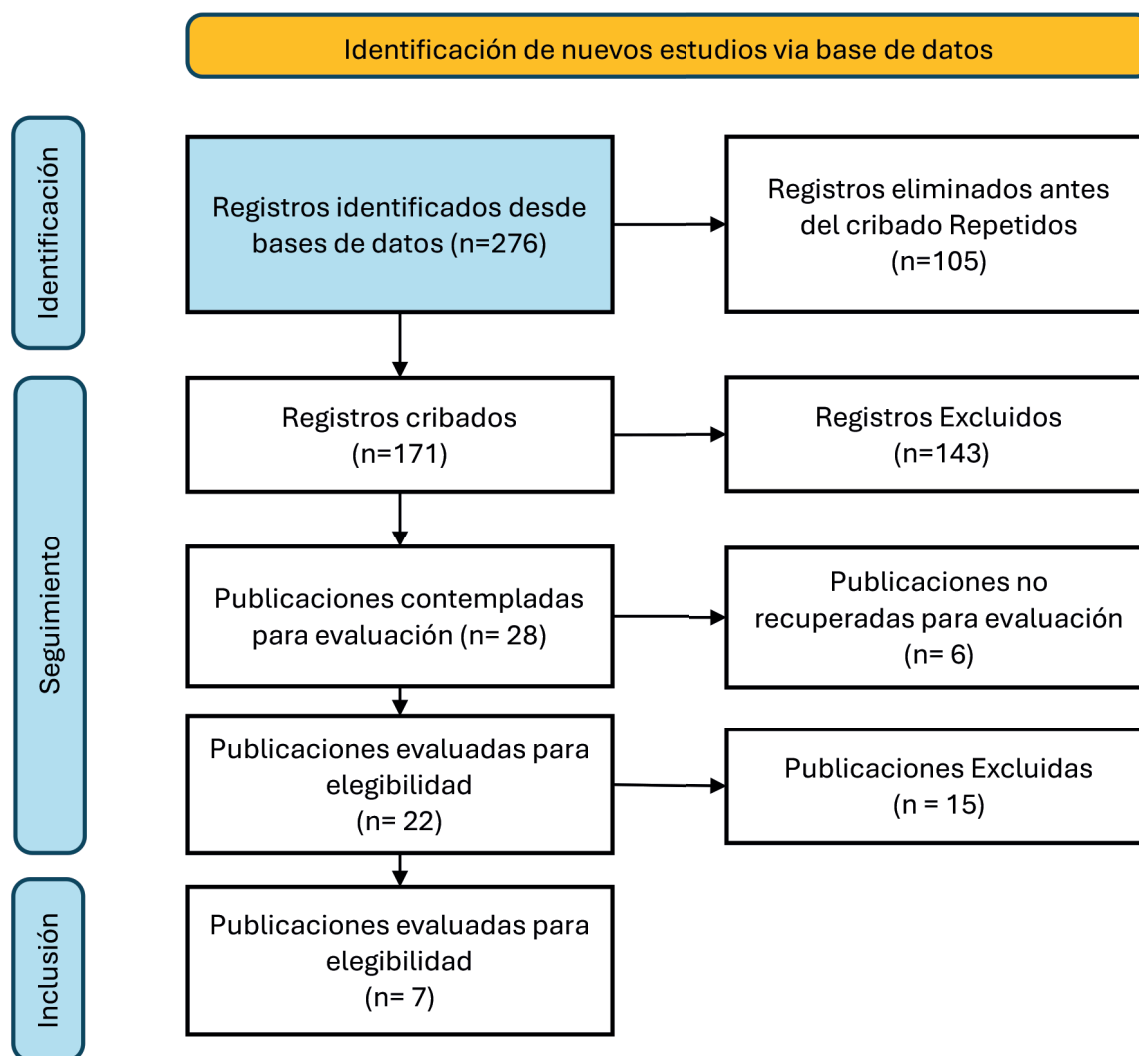
### Criterios de Inclusión

Esta revisión incluyó artículos originales en inglés o español, de fácil acceso, con enfoque cuantitativo y realizados en entornos laborales. Se consideraron trabajadores que realizan manejo manual de cargas de forma habitual, independientemente del sector económico. Las intervenciones debían estar fundamentadas en principios ergonómicos y describir claramente sus componentes y resultados, orientados a reducir el riesgo por manipulación de cargas y/o las molestias musculoesqueléticas. Se aceptaron estudios aleatorizados o no aleatorizados, cuasiexperimentales pre-post, cohortes prospectivas o retrospectivas y casos y controles.

### Criterios de Exclusión

Se excluyeron protocolos, artículos incompletos, literatura gris (tesis, tesinas) y otras revisiones sistemáticas. También se descartaron estudios fuera del contexto laboral, así como aquellos

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO PRIMA.



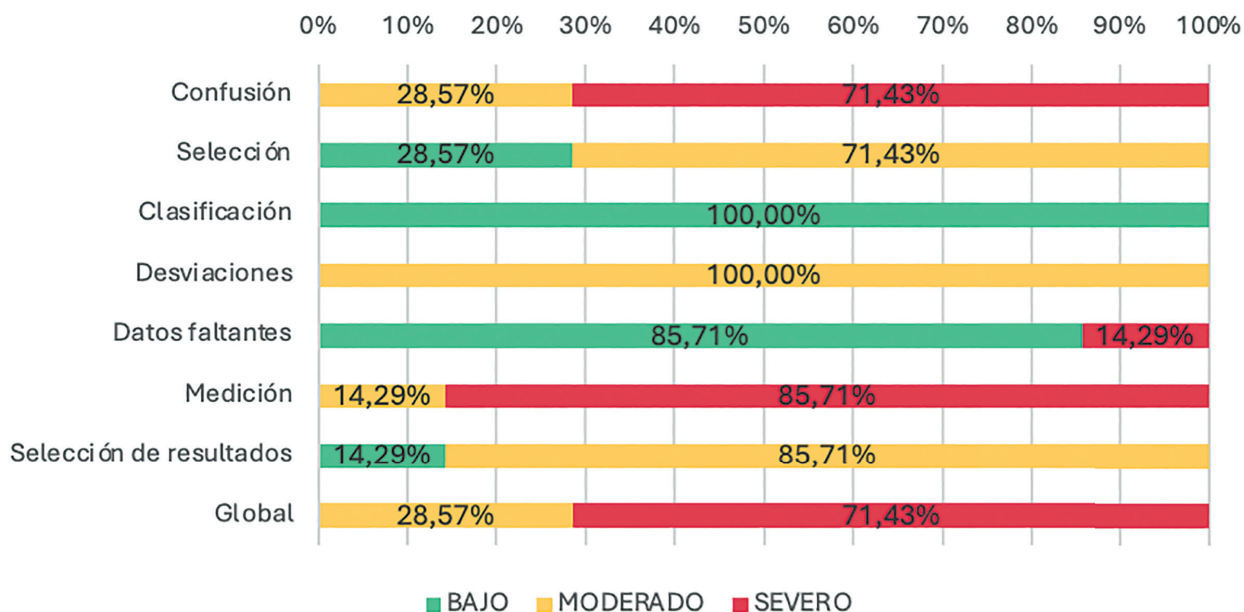
realizados en puestos administrativos, gerenciales u oficinas. No se consideraron investigaciones en personal de salud cuando la manipulación de cargas se refirió a movilización de pacientes. Se excluyeron trabajos sin intervención ergonómica aplicada, propuestas no implementadas, estudios que no describieran claramente la intervención o sus componentes, investigaciones centradas únicamente en métodos o escalas de evaluación y artículos orientados a la prueba de exoesqueletos.

#### Evaluación riesgo de sesgo

La calidad metodológica se evaluó mediante la herramienta ROBINS-I (Figura 2), que analiza siete dominios de sesgo: confusión, selección de participantes, clasificación de la intervención, desviaciones de la intervención prevista, datos faltantes, medición de desenlaces y selección del resultado informado.

Cada dominio se calificó como riesgo bajo, moderado, serio, crítico o sin información

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DEL RIESGO DE SESGO POR DOMINIOS DEL INSTRUMENTO ROBINS-I.



suficiente. La evaluación se aplicó únicamente a los siete estudios incluidos, con el fin de describir su validez interna, sin constituir un criterio de selección para la revisión.

#### Extracción de Datos

La extracción de datos fue realizada entre abril y octubre del 2025, por dos investigadores de manera independiente, mediante una plantilla estandarizada que registró tipo y elementos de la intervención, objetivo, herramienta ergonómica utilizada, diseño, características de la muestra, y condiciones de aplicación. También se recopilaron resultados relacionados con reducción de riesgo por manejo manual de cargas, molestias musculoesqueléticas, funcionalidad física, ausentismo, productividad, satisfacción y costos. Debido a la heterogeneidad de diseños, medidas e indicadores, no fue posible realizar metaanálisis. Los resultados integran y comparan los hallazgos conforme a los objetivos de cada intervención.

#### Resultados

Mediante la estrategia de búsqueda se identificaron 276 registros. Tras eliminar 105 duplicados, se evaluaron 171 títulos y resúmenes, de los cuales 28 estudios se consideraron elegibles para su revisión a texto completo, de los cuales se recuperaron 22. La revisión de texto completo identificó 7 artículos que cumplían con los criterios de inclusión. Este proceso se detalla en el diagrama PRISMA (Figura 1).

Los estudios incluidos proceden de diversas regiones geográficas, con mayor presencia de Asia ( $\approx 53.5\%$ ), seguida de la Unión Europea ( $\approx 21\%$ ), Américas ( $\approx 19\%$ ), Oceanía ( $\approx 3.5\%$ ) y África ( $\approx 3\%$ ). Ninguno de los artículos fue realizado en México, lo cual evidencia la escasa producción científica regional sobre intervenciones ergonómicas en manejo manual de cargas.

Se observó una mayoría de diseños cuasiexperimentales con mediciones pre y post intervención. Las muestras fueron heterogéneas,

con tamaños entre 9 y 1,243 participantes y una clara predominancia masculina. La edad también varió ampliamente, desde trabajadores jóvenes hasta poblaciones con adultos mayores. Para evaluar los factores de riesgo se utilizaron principalmente RULA (28.6%) [1]17[77]19, REBA (14.3%) [27]18 y QEC (28.6%)[144]20 [156]21, mientras que las molestias musculoesqueléticas se midieron sobre todo mediante el NMQ (71.4%) [19]4 [27]18 [77]19 [144]20 [156]21. Algunos estudios no especificaron los instrumentos empleados o recurrieron a cuestionarios ad hoc, lo que limita la comparabilidad. Esta variabilidad en poblaciones, herramientas y contextos subraya la necesidad de examinar detalladamente los componentes de cada intervención y su relación con los resultados observados.

La evaluación metodológica mediante ROBINS-I mostró un riesgo global de sesgo serio en cinco de los siete estudios incluidos, principalmente debido a diseños cuasiexperimentales sin grupo control, lo que limita la atribución causal de los cambios observados. Los dominios más afectados fueron confusión, por falta de control de variables externas, y medición de desenlaces, dada la dependencia de autoinformes y la ausencia de cegamiento. En contraste, los dominios de clasificación de la intervención y datos faltantes presentaron bajo riesgo en todos los estudios, reflejando una adecuada descripción de las acciones ergonómicas y mínima pérdida de participantes. Los estudios [19]4 y [27]18 mostraron el mejor desempeño metodológico relativo, mientras que [144]20 y [156]21 concentraron los mayores riesgos. En conjunto, estos resultados indican que, aunque las intervenciones ergonómicas reportan efectos favorables, la calidad de la evidencia es limitada y las conclusiones deben interpretarse con cautela.

Las intervenciones ergonómicas identificadas integraron distintos componentes, principalmente capacitación, rediseño físico, uso de herramientas, ajustes organizativos y, en algunos casos, participación de los trabajadores.

El análisis mostró que la mayoría de los estudios aplicaron estrategias multicomponentes, combinando elementos educativos, técnicos y organizacionales, como se observa en la Tabla 1, lo que permitió abordar el riesgo desde distintos niveles de actuación, como se detalla a continuación.

La capacitación fue el elemento más frecuente (86%), presente en seis estudios, con modalidades que oscilaron entre entrenamiento práctico y programas estructurados, esta recurrencia sugiere que la educación ergonómica constituye una estrategia básica, accesible y adaptable a distintos entornos laborales.

El rediseño físico (57%) presente en cuatro investigaciones, mediante ajustes en estaciones de trabajo, disposición de herramientas y reorganización del espacio para disminuir la carga física, especialmente relevante en contextos industriales o productivos con presencia de tareas repetitivas, por otro lado, cinco estudios incorporaron ayudas mecánicas, como carros, elevadores o bancos ergonómicos, especialmente en tareas con manipulación intensiva de materiales.

Las modificaciones organizativas, como pausas o redistribución del flujo de trabajo, se reportaron en dos trabajos (28.5%), siendo orientadas no solo a disminuir la carga física continua, sino también mejorar la recuperación y reducir la fatiga acumulada. La participación del trabajador estuvo presente en tres estudios, influenciando la pertinencia contextual de las soluciones.

Además, en cinco estudios (71.4%) se documentaron elementos complementarios como materiales educativos y apoyo institucional, que funcionaron como facilitadores del proceso de cambio y del sostenimiento de la intervención a largo plazo.

En conjunto, los resultados indican que las intervenciones más sólidas integraron una combinación de al menos tres componentes, principalmente capacitación, rediseño físico y participación de los trabajadores. No obstante, algunos estudios reportaron efectos positivos con

estrategias más focalizadas, lo que sugiere que la efectividad no depende únicamente del número de elementos aplicados, sino de su pertinencia y adecuación al riesgo identificado.

Una vez identificados los componentes de cada intervención, se evaluó su efectividad considerando dos dimensiones: la reducción de factores de riesgo ergonómico (FR) y la disminución de molestias musculoesqueléticas (MME). La Tabla 2 sintetiza la relación entre los elementos incluidos y el nivel de efectividad alcanzado, permitiendo reconocer patrones y combinaciones más consistentes con mejores resultados.

#### **Síntesis narrativa**

Se elaboró una síntesis narrativa para integrar e interpretar los hallazgos cuantitativos y metodológicos de los estudios incluidos, con el fin de profundizar en los patrones y significados asociados a las intervenciones ergonómicas en manejo manual de cargas. Este análisis permitió abordar dimensiones transversales, tipo de población, distribución por género, naturaleza de las tareas, manifestación del riesgo, coherencia entre diagnóstico e intervención y formas de medición, que no emergen únicamente del contraste técnico de resultados. La síntesis se organizó en siete ejes interpretativos contruidos de manera inductiva, los cuales evidencian cómo las condiciones laborales, los enfoques de intervención y las decisiones metodológicas configuran la experiencia del riesgo y sus efectos en el cuerpo trabajador, destacando la necesidad de comprender estos procesos desde una perspectiva integral y contextualizada.

#### **Tipo de población y entorno laboral**

Los estudios incluidos abarcan diversos sectores laborales, agrícola, manufacturero, metalúrgico, automotriz y petrolero, donde el manejo manual de cargas constituye una tarea estructural y fuente constante de riesgo. Aunque varían en organización y nivel de tecnificación, todos comparten altas demandas físicas y exposición

a posturas forzadas, levantamientos repetitivos y esfuerzos sostenidos.

Las intervenciones aplicadas respondieron a estos contextos específicos: ayudas mecánicas y reorganización del trabajo en agricultura; rediseños de estaciones en manufactura; capacitación técnica y ajustes posturales en fundición; combinaciones de rediseño y formación en la industria del caucho; y programas educativos en entornos petroleros. En conjunto, los estudios muestran que la ergonomía operó como un proceso de adecuación contextual para disminuir la carga física dentro de sistemas productivos altamente demandantes, más que como sustitución tecnológica del trabajo manual.

#### **Género y trabajo físico**

Los estudios incluidos muestran una marcada predominancia masculina, coherente con la composición de los sectores industriales, agrícolas y energéticos evaluados. En varios casos la muestra fue exclusivamente masculina [1]17[156]21, mientras que en otros la participación femenina fue marginal o no reportada. Esta distribución no refleja un sesgo metodológico, sino la persistente división sexual del trabajo, donde las tareas de esfuerzo físico y manejo manual de cargas se asignan culturalmente a los hombres.

Este patrón implica una vulnerabilidad específica: el cuerpo masculino, considerado “apto” para el trabajo pesado, queda expuesto de manera crónica a cargas elevadas, posturas forzadas y riesgo acumulado de TME. La ausencia de análisis diferenciados por sexo limita la comprensión de estas dinámicas y subraya la necesidad de incorporar una perspectiva de género bidireccional. No se trata solo de incluir más mujeres en los estudios, sino de cuestionar los modelos laborales que normalizan la sobreexposición masculina y de diseñar intervenciones ergonómicas más inclusivas y contextualizadas para todos los trabajadores.

#### **Actividades de manejo manual de cargas**

En los siete estudios incluidos, el manejo manual de cargas aparece como un componente estructural

**TABLA 1 . ELEMENTOS QUE INTEGRAN LAS INTERVENCIONES.**

#	Título	Capacitación / Educación	Rediseño físico / Ingeniería
1	Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment: A Case Study in a Farming Organization of Korea	Capacitación participativa práctica durante todo el ciclo agrícola; educación informal mediante sesiones participativas	Reorganización de tareas agrícolas durante el ciclo productivo; rediseño de la disposición del entorno de trabajo
15	The use of electromyography and kinematic measurements of the lumbar spine during ergonomic intervention among workers of the production line of a foundry	Instrucción individual directa por fisioterapeuta sobre técnica de levantamiento y postura, previa a evaluación EMG	
19	Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among flour factory workers	Sesiones semanales teórico-prácticas sobre postura, MMC, pausas activas y ergonomía aplicada; componente organizacional	Ajuste del espacio de embolsado con nueva disposición de banda y selladora; rediseño de estación de trabajo
27	Impact of ergonomic interventions on musculoskeletal health among Thai para rubber workers	Capacitación estructurada en tres niveles: urbana, semiurbana y rural; contenido teórico-práctico en MMC y ergonomía general	Redistribución del área de carga y transporte en cooperativas mediante reubicación de puestos de trabajo
77	Ergonomic Interventions in Lighting Products Manufacturing Plant		Modificación del banco de pruebas (burning test table) para eliminar necesidad de levantamiento
144	Ergonomic interventions to improve musculoskeletal disorders among vehicle assembly workers: a one-year longitudinal study	Entrenamiento ergonómico trimestral, entrega de folleto ilustrado, y educación continua en campo	
156	The impact of ergonomic-educational interventions on reduction of musculoskeletal symptoms among employees of oil and gas installations in Iran	Intervención educativa multimodal: sesiones formales, video, carteles, folletos y refuerzo digital por correo electrónico	

EMG= Electromiografía, MMC= Manejo manual de cargas

TABLA 1 . ELEMENTOS QUE INTEGRAN LAS INTERVENCIONES.

Herramientas / Ayudas mecánicas	Pausas / Organización del tiempo	Participación del trabajador	Otros elementos en intervención
Carretillas motorizadas, clasificadoras automáticas, bancos ergonómicos, equipo de enfriamiento	Ajustes en los ciclos de trabajo-descanso; fisioterapia preventiva integrada	Ergonomía participativa: los trabajadores colaboraron en el análisis del ciclo productivo y codiseñaron soluciones con el equipo técnico	Participación institucional en rediseño agrícola; enfoque preventivo continuo
			Intervención dirigida y aplicada por fisioterapeuta especializado
Cinta transportadora ajustable, selladora automática, elevador	Implementación de pausas activas programadas y reestructuración de carga laboral	Diagnóstico participativo y retroalimentación activa durante implementación; trabajadores involucrados en ajustes	Participación de expertos externos; fuerte respaldo institucional
Montacargas hidráulico, banda transportadora, pallets rediseñados			
Carrito rodante (wheel tray) para transporte entre estaciones			
Escalones dobles ajustables como soporte mecánico para postura y alcance			Distribución de materiales ilustrados como refuerzo educativo
		Se utilizó retroalimentación de trabajadores para adaptar materiales educativos, pero no participaron en diseño ni evaluación de la intervención	Distribución de folletos, carteles, video y seguimiento por email; compromiso institucional transversal

TABLA 2. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN Y EFECTIVIDAD.

#	Título	Capacitación	Rediseño	Ayudas Mecánicas	Organización
1	Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment: A Case Study in a Farming Organization of Korea	✓	✓	✓	✓
15	The use of electromyography and kinematic measurements of the lumbar spine during ergonomic intervention among workers of the production line of a foundry	✓			
19	Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among flour factory workers	✓	✓	✓	✓
27	Impact of ergonomic interventions on musculoskeletal health among Thai para rubber workers	✓	✓	✓	
77	Ergonomic Interventions in Lighting Products Manufacturing Plant	✓	✓	✓	
144	Ergonomic interventions to improve musculoskeletal disorders among vehicle assembly workers: a one-year longitudinal study	✓		✓	
156	The impact of ergonomic-educational interventions on reduction of musculoskeletal symptoms among employees of oil and gas installations in Iran	✓			

FR= Factores de Riesgo, MME=Molestias Musculo-esqueléticas, EMG= Electromiografía, MMC= Manejo manual de cargas, RULA= Rapid Upper Limb Assessment, EMG = Electromiografía, REBA= Rapid Entire Body Assessment, QEC= Quick Exposure Check, VAS= Escala analógica visual, NMQ = Nordic Musculoskeletal Questionnaire

del trabajo físico, aunque con variaciones en forma, frecuencia y contexto. Desde labores agrícolas y manufactura hasta fundición y sector petrolero, las tareas implicaron levantamientos, empujes y manipulación de objetos pesados, generalmente en entornos con bajo nivel de automatización. Estas actividades generaron patrones recurrentes de sobrecarga biomecánica, asociados a posturas forzadas, movimientos repetitivos y condiciones ambientales adversas.

La evidencia muestra que el MMC continúa siendo una práctica cotidiana en múltiples sectores, donde la escasez de ayudas mecánicas, la falta

de pausas y la normalización del esfuerzo físico contribuyen a invisibilizar el riesgo ergonómico. En conjunto, los estudios resaltan la necesidad de intervenciones contextualizadas que reduzcan la exposición, atiendan los determinantes organizacionales y culturales del esfuerzo físico y mitiguen la carga musculoesquelética derivada del manejo manual de cargas.

#### Manifestación del riesgo

Los estudios revisados muestran que las molestias musculoesqueléticas fueron el principal indicador de afectación física asociada al MMC. En todos

TABLA 2. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN Y EFECTIVIDAD.

Participación del Trabajador	Otros elementos	Reducción FR	Reducción MME	Mejoría
✓	✓	Si	Si	Mejoras observadas en RULA y molestias, pero sin estadística formal
	✓	Si	No	Mejoró en riesgo muscular (EMG), pero no evaluó molestias musculoesqueléticas
✓	✓	No	Si	Solo mejoró síntomas ( $p < 0.05$ ); sin medición formal de riesgo
		Si	Si	REBA bajó significativamente ( $> 50\%$ ); síntomas múltiples con $p < 0.001$
		Si	Si	RULA bajó de 7 a 2 y 3; reducción en síntomas, pero muestra pequeña
	✓	Si	Si	QEC, VAS, NMQ con $p < 0.05$ ; seguimiento anual
✓	✓	si	si	Mejora estadística clara en QEC y síntomas; gran muestra, múltiples áreas

los sectores analizados, las MME reflejaron la acumulación de tensiones derivadas de posturas forzadas, levantamientos repetitivos y manipulación de objetos pesados. Las zonas más afectadas fueron la región lumbar, hombros, cuello y extremidades superiores. Las intervenciones combinadas, rediseño del puesto, capacitación o incorporación de ayudas mecánicas, mostraron reducciones claras en la intensidad de molestias, mientras que los sectores agrícola, metalúrgico y petrolero presentaron prevalencias más altas, especialmente en trabajadores de mayor edad o expuestos a condiciones ambientales adversas.

La medición se basó principalmente en cuestionarios autoadministrados, especialmente el NMQ, con un solo estudio que incorporó mediciones objetivas como electromiografía. Predominó un enfoque diagnóstico más que de seguimiento, con escasa evaluación longitudinal. Esta falta de medición objetiva y de seguimiento sistemático limita la capacidad para evaluar la persistencia o redistribución del dolor. En conjunto, las MME emergen como un indicador central del impacto del MMC; sin embargo, su medición requiere fortalecerse mediante métodos más rigurosos y objetivos para evaluar

eficazmente el efecto real de las intervenciones ergonómicas.

### **Intervenciones y su adecuación al diagnóstico**

La correspondencia entre el diagnóstico ergonómico y la intervención aplicada emerge como un determinante central de la efectividad en los siete estudios analizados. Los casos con mejores resultados muestran una alineación directa entre los riesgos identificados y las estrategias de control implementadas. Así, estudios como Jin et al. (2025)<sup>(20)</sup>, Hemati et al. (2020)<sup>(4)</sup> o Masahuling y Saman (2020)<sup>(19)</sup> vincularon posturas forzadas, levantamientos frecuentes o alturas inadecuadas con rediseños físicos, ajustes del entorno y capacitación técnica, logrando reducciones consistentes en puntuaciones RULA/QEC y en molestias musculoesqueléticas.

De forma similar, Kee (2022)<sup>(17)</sup> integró un diagnóstico participativo que derivó en mejoras contextualizadas en herramientas y organización del trabajo.

En contraste, otras investigaciones mostraron intervenciones menos articuladas con el diagnóstico inicial. Błaszczyk y Ogurkowska (2022)<sup>(2)</sup> centraron sus acciones en entrenamiento postural sin modificar las condiciones estructurales del puesto, y Khoshakhlagh et al. (2022)<sup>(21)</sup> aplicaron únicamente capacitación, obteniendo reducciones parciales. Del mismo modo, Joomjee et al. (2025)<sup>(18)</sup> careció de mediciones cuantitativas específicas para MMC, lo que limitó la interpretación de los resultados.

Un hallazgo transversal es la ausencia de herramientas de diagnóstico específicas para manejo manual de cargas, como la ecuación de levantamiento de NIOSH o el método MAC, la mayoría de los estudios utilizó métodos posturales (RULA, REBA, QEC), útiles pero insuficientes para caracterizar variables críticas como peso, frecuencia o distancias de levantamiento, lo que compromete la precisión de las decisiones ergonómicas.

En conjunto, la evidencia indica que la efectividad de una intervención depende menos del número

de componentes aplicados y más de su pertinencia técnica, su ajuste al riesgo real y su fundamentación diagnóstica. Fortalecer la evaluación previa mediante instrumentos específicos para MMC permitiría diseñar intervenciones más precisas, sostenibles y transferibles a entornos laborales con alta demanda física.

### **Resultados y formas de medición**

La evaluación de los resultados muestra una marcada heterogeneidad en los instrumentos aplicados, el análisis estadístico y el seguimiento temporal. Aunque todos los estudios reportaron mejoras posteriores a la intervención, las diferencias metodológicas limitan la comparabilidad y la fortaleza de las conclusiones.

Para medir molestias musculoesqueléticas (MME), la mayoría empleó cuestionarios estandarizados como el NMQ o el CMDQ; sin embargo, algunos recurrieron a autoinformes no validados, lo que compromete la fiabilidad entre contextos. En la evaluación del riesgo postural, predominaron RULA, REBA y QEC, mientras que solo un estudio integró mediciones objetivas mediante electromiografía y análisis cinemático. Un hallazgo crítico fue que ninguna intervención utilizó herramientas específicas para manejo manual de cargas, como la ecuación revisada de NIOSH o el método MAC, lo que limita la caracterización precisa del riesgo físico y su relación con los cambios postintervención.

En el análisis estadístico, menos de la mitad de los estudios reportaron resultados significativos, y la mayoría describió los cambios sin estimar tamaños del efecto o intervalos de confianza. Asimismo, casi todos los estudios evaluaron efectos inmediatos; únicamente uno incorporó seguimiento longitudinal, imprescindible para valorar la sostenibilidad de las mejoras.

En conjunto, los estudios confirman beneficios ergonómicos, pero la falta de estandarización de instrumentos, la ausencia de métricas específicas para MMC, la debilidad estadística y el escaso seguimiento temporal evidencian la necesidad

de procedimientos de evaluación más robustos y comparables.

#### **Duración y sostenibilidad de las intervenciones**

La evaluación de la sostenibilidad temporal de las intervenciones ergonómicas constituye una de las áreas más débiles entre los estudios analizados. Aunque todos reportan efectos positivos inmediatos posteriores a la implementación, la mayoría se limita a un diseño de tipo pre-post, sin incorporar seguimiento longitudinal ni mecanismos formales para evaluar la permanencia de los cambios en el tiempo.

De los siete estudios revisados, solo Jin et al. (2025)<sup>(20)</sup> realizaron un seguimiento prolongado de un año, que permitió verificar la persistencia de las mejoras posturales y la reducción sostenida de molestias musculoesqueléticas en trabajadores de líneas de ensamblaje automotriz.

Este diseño longitudinal se distingue como el más robusto del conjunto, al incorporar mediciones periódicas y retroalimentación continua. En contraste, la mayoría de los demás trabajos, como Hemati et al. (2020)<sup>(4)</sup>, Masahuling & Saman (2020)<sup>(19)</sup>, Kee (2022)<sup>(17)</sup>, Joomjee et al. (2025)<sup>(18)</sup> y Khoshakhlagh et al. (2022)<sup>(21)</sup>, efectuaron únicamente evaluaciones inmediatas tras la intervención, sin incluir mediciones diferidas o revisiones posteriores. En estos casos, los resultados reflejan mejoras en la percepción del malestar o en las puntuaciones de riesgo postural, pero no existe evidencia de su mantenimiento o estabilidad a mediano plazo.

Asimismo, los estudios revisados no documentan estrategias explícitas de institucionalización de los cambios ergonómicos dentro de las organizaciones evaluadas. No se hace referencia a la incorporación de los ajustes en procedimientos operativos, ni a su seguimiento por parte de los departamentos de salud ocupacional o seguridad industrial. Esto sugiere que muchas intervenciones fueron concebidas como proyectos piloto o experiencias experimentales, sin continuidad programática ni integración en los sistemas de gestión ergonómica de las empresas.

En los casos que involucraron rediseños físicos o ayudas mecánicas (Kee, 2022<sup>(17)</sup>; Masahuling & Saman, 2020<sup>(19)</sup>), no se evaluó la permanencia de su uso una vez concluido el estudio, ni la existencia de barreras económicas, logísticas o culturales que pudieran limitar su adopción sostenida.

De igual forma, la adherencia de los trabajadores y la aceptación organizacional, elementos determinantes en la eficacia a largo plazo, fueron poco exploradas o mencionadas de forma tangencial. La falta de seguimiento y de evaluación sostenida limita la validez práctica y externa de los resultados, ya que las mejoras inmediatas observadas no necesariamente se traducen en cambios estables en la exposición al riesgo. En contextos laborales reales, la efectividad de las intervenciones ergonómicas depende tanto del diseño inicial como de su capacidad para mantenerse, adaptarse y consolidarse dentro de los sistemas de trabajo.

La evidencia disponible indica que la duración y sostenibilidad de las intervenciones fueron escasamente consideradas en los estudios revisados. Este vacío metodológico representa una limitación crítica en la literatura actual sobre manejo manual de cargas y constituye una prioridad para futuras investigaciones, que deberán incorporar seguimiento longitudinal, monitoreo organizacional y estrategias de mantenimiento de las mejoras ergonómicas a largo plazo.

#### **Participación de los trabajadores**

La participación de los trabajadores en las intervenciones ergonómicas fue limitada y heterogénea. Solo Kee (2022)<sup>(17)</sup> aplicó un enfoque explícito de ergonomía participativa, integrando a los trabajadores en el diagnóstico, el diseño y la evaluación, lo que favoreció la adopción y sostenibilidad de los cambios. En los demás estudios, la participación se restringió al llenado de cuestionarios, observaciones o cumplimiento de instrucciones, sin involucramiento real en la toma de decisiones. Esta dinámica vertical

redujo la adecuación contextual de las medidas y debilitó su permanencia en el tiempo. Tampoco se documentó la participación de mandos intermedios o responsables de seguridad, actores clave para institucionalizar las mejoras, ni se exploraron las percepciones y estrategias adaptativas de los trabajadores, desaprovechando una fuente importante de conocimiento ergonómico.

En conjunto, se observa que las intervenciones ergonómicas pueden reducir el riesgo físico y mejorar el bienestar, pero su efectividad depende de la coherencia entre diagnóstico, acción y evaluación, así como de la integración activa del trabajador. Persisten vacíos relevantes: ausencia de herramientas específicas para MMC, escaso soporte estadístico, falta de seguimiento longitudinal y débil incorporación de mecanismos participativos. Avanzar hacia modelos más precisos, sostenibles y contextualizados requiere articular el rigor técnico con la realidad operativa de los entornos donde el manejo manual de cargas constituye un componente estructural del trabajo.

## Conclusiones

Esta revisión sistemática permitió identificar y analizar los componentes estructurales, metodológicos y los resultados de las intervenciones ergonómicas orientadas a reducir factores de riesgo y molestias musculoesqueléticas en trabajadores expuestos a MMC. Los siete estudios incluidos, todos con diseño cuasiexperimental pre-post, abarcaron sectores altamente demandantes físicamente (agrícola, manufacturero, metalúrgico, automotriz y petrolero), caracterizados por baja automatización y tareas con esfuerzo físico continuo.

Respecto al primer objetivo específico, se identificaron cinco elementos centrales en las intervenciones: capacitación, rediseño físico, ayudas mecánicas, controles administrativos y participación del trabajador. Aunque la mayoría de los estudios combinó al menos dos componentes, la implementación fue heterogénea y poco

estandarizada. En algunos casos, se incorporaron acciones complementarias, como evaluaciones clínicas o asesoría técnica puntual, agrupadas para este estudio, bajo la categoría de otros elementos. En cuanto al segundo objetivo, el análisis de los resultados mostró que las intervenciones fueron más efectivas cuando existió coherencia entre el diagnóstico ergonómico y la acción aplicada, y cuando las estrategias fueron multicomponente. Cuatro estudios alcanzaron niveles altos de efectividad, destacando aquellos que integraron rediseño físico, capacitación continua y participación del trabajador.

Sin embargo, esta revisión evidencia limitaciones críticas que restringen la calidad de la evidencia y su aplicabilidad, por un lado, se hace evidente que aunque el manejo manual de cargas fue un factor de riesgo central en todos los estudios, ninguno empleó herramientas específicas para su evaluación.

Métodos como RULA, REBA o QEC permiten estimar la carga postural, pero no contemplan variables esenciales del MMC como peso, frecuencia, distancias vertical y horizontal, asimetría o agarre, lo que restringe la precisión del diagnóstico y dificulta estimar la exposición real.

La ausencia total de métodos especializados para estimación de riesgos como el método MAC o de herramientas específicas de evaluación como la Ecuación de Levantamiento de NIOSH o el análisis biomecánico de las tareas, limita la precisión del diagnóstico y la capacidad de estimar el nivel real de exposición, en consecuencia, las mejoras reportadas podrían reflejar únicamente reducciones posturales y no disminuciones efectivas del riesgo asociado a la manipulación de cargas.

Esta omisión metodológica implica que las intervenciones no cumplen con los criterios técnicos establecidos en la normativa nacional e internacional, que exige evaluaciones específicas del MMC mediante herramientas validadas. La falta de diagnósticos especializados impide determinar si las tareas intervenidas estaban dentro o fuera

de los límites permisibles de la normatividad, comprometiendo la alineación entre la práctica ergonómica y la regulación vigente.

A eso se le suma, la evaluación con ROBINS-I que evidencia limitaciones adicionales como ausencia de grupo control, uso dominante de mediciones subjetivas, escaso seguimiento longitudinal y participación limitada de los trabajadores.

La escasa presencia de estudios con seguimiento a largo plazo constituye una de las limitaciones más importantes identificadas en esta revisión. La mayoría de las intervenciones fueron evaluadas únicamente en el corto plazo, lo que impide determinar si las mejoras observadas en la exposición al riesgo o en las molestias musculoesqueléticas se mantienen con el tiempo. La ausencia de evaluaciones prolongadas limita la comprensión de la sostenibilidad real de las medidas ergonómicas, su integración en la práctica cotidiana y su capacidad para modificar de manera estable las condiciones de trabajo. Incorporar diseños longitudinales robustos es esencial para valorar la permanencia del efecto preventivo y generar evidencia aplicable a la toma de decisiones en los entornos laborales donde el manejo manual de cargas constituye una demanda continua.

En conjunto, los hallazgos confirman que las intervenciones ergonómicas producen efectos positivos sobre la salud musculoesquelética y la exposición al riesgo físico; sin embargo, su impacto depende directamente de la calidad del diagnóstico, la coherencia técnica entre riesgo y acción, y el contexto organizacional que las sostiene.

Finalmente, esta revisión aporta evidencia aplicable para la práctica ergonómica en entornos con exposición a carga manual y subraya la necesidad de fortalecer los diseños metodológicos, incorporar evaluaciones longitudinales y promover procesos participativos que garanticen la pertinencia y sostenibilidad de las medidas implementadas, así como avanzar hacia estrategias ergonómicas integrales, basadas en herramientas específicas para MMC, diagnósticos alineados a normatividad

vigente con la finalidad de impactar realmente en entornos laborales con alta demanda física.

## Bibliografía

1. International Ergonomics Association. (s. f.). What is ergonomics (HFE)? Disponible en <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>, acceso 20/10/2025
2. Błaszczyk A, Ogurkowska MB. The use of electromyography and kinematic measurements of the lumbar spine during ergonomic intervention among workers of the production line of a foundry. *PeerJ*. 2022 Mar 18;10:e13072.
3. Coskun Beyan A, Dilek B, Demiral Y. The Effects of Multifaceted Ergonomic Interventions on Musculoskeletal Complaints in Intensive Care Units. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 May 25;17(10):3719
4. Hemati K, Darbandi Z, Kabir-Mokamelkhah E, et al. Ergonomic intervention to reduce musculoskeletal disorders among flour factory workers. *Work*. 2020;67(3):611-618.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Organización Mundial de la Salud. Disponible en <https://www.who.int/es/publications/i/item/924159053X>, acceso 20/10/2025
6. Fasih Ramandi F. Study of low back pain intensity and disability index among manual material handling workers of a tile and ceramic industrial unit, Iran (2016). *J Occup Health Epidemiol* 2018; 7 (3) :167-173
7. Organización Mundial de la Salud OMS (2021), Trastornos musculoesqueléticos, Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>, acceso 20/10/2025
8. Aleku M, Nelson K, Abio A, Lowery Wilson M, Lule H. Lower Back Pain as an Occupational Hazard Among Ugandan Health Workers. *Front Public Health*. 2021 Dec 1;9:761765.
9. Driessen MT, Proper KI, van Tulder MW, Anema JR, Bongers PM, van der Beek AJ. The

- effectiveness of physical and organisational ergonomic interventions on low back pain and neck pain: a systematic review. *Occup Environ Med.* 2010 Apr;67(4):277-85.
10. Hogan DA, Greiner BA, O'Sullivan L. The effect of manual handling training on achieving training transfer, employee's behaviour change and subsequent reduction of work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Ergonomics.* 2014;57(1):93-107.
11. Leider PC, Boschman JS, Frings-Dresen MH, van der Molen HF. Effects of job rotation on musculoskeletal complaints and related work exposures: a systematic literature review. *Ergonomics.* 2015;58(1):18-32.
12. Mulimani P, Hoe VC, Hayes MJ, Idiculla JJ, Abas AB, Karanth L. Ergonomic interventions for preventing musculoskeletal disorders in dental care practitioners. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Oct 15;10(10):CD011261.
13. Sweeney K, Mackey M, Spurway J, Clarke J, Ginn K. The effectiveness of ergonomics interventions in reducing upper limb work-related musculoskeletal pain and dysfunction in sonographers, surgeons and dentists: a systematic review. *Ergonomics.* 2021 Jan;64(1):1-38.
14. Abi Varghese, V Panicker V. Effect of MSDs and scope of ergonomic interventions among rubber processing workers: a systematic review. *Med Lav.* 2022 Aug 25;113(4):e2022032.
15. Elkefi S, Sabra R, Marie Hajjar J, Idriss-Wheeler D, Aref E. The role of participatory ergonomics in supporting the safety of healthcare workers; a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science.* 2024 26(3), 257–303.
16. Hansen AF, Hasle P, Caroly S, et al. Participatory ergonomics: What works for whom and why? A realist review. *Ergonomics.* 2024 Jan;67(1):13-33.
17. Kee, D. Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment: A Case Study in a Farming Organization of Korea. *Appl. Sci.* 2022, 12, 2263.
18. Joomjee R, Songserm N, Chada W, Turnbull N. Impact of ergonomic interventions on musculoskeletal health among Thai para rubber workers: evaluating workstation improvements. *Int J Occup Saf Health* 2025 15(1), 55–66.
19. Masahuling AM, Saman AM. Ergonomic Interventions in Lighting Products Manufacturing Plant. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2020 834.
20. Jin X, Dong Y, Yang L, Huang W, Cao L, Zhang Z, He L. Ergonomic interventions to improve musculoskeletal disorders among vehicle assembly workers: a one-year longitudinal study. *BMC Public Health.* 2025 Mar 1;25(1):824.
21. Khoshakhlagh AH, Majdabadi MA, Yazdanirad S. The impact of ergonomic-educational interventions on reduction of musculoskeletal symptoms among employees of oil and gas installations in Iran. *Work.* 2022;71(3):651-660