

Nivel de riesgo biomecánico bajo la herramienta Job Strain Index (JSI) en diversos sectores, una revisión integrativa de literatura, años 2015-2022.

Biomechanical risk level under the Job Strain Index (JSI) tool in various sectors, an integrative literature review, years 2015-2022.

Diana Carolina Rodríguez Romero ¹

Resumen

Objetivo: Establecer el nivel de riesgo biomecánico bajo la herramienta Job Strain Index (JSI) en diversos sectores, una revisión integrativa de literatura, años 2015-2022. **Métodos:** El presente es un artículo de revisión integrativa, se incluye como principal tema de análisis el nivel de riesgo biomecánico identificado mediante la herramienta JSI en trabajadores de diversos sectores económicos; se integra 5 fases: 1. Plantear problema, 2. Búsqueda sistemática, 3. Evaluación de la evidencia disponible 4. Análisis de los datos y 5. Presentación. **Resultados:** Se seleccionaron 40 de un total de 733 artículos, en relación a las tareas principales analizadas: doce estudios tomaron diferentes actividades de manufactura, 4 artículos reportan labores agrícolas, 4 documentaron tareas ganaderas: bovinos y pecuario (2) y de sacrificio de animales (2), 3 artículos reportan análisis de tareas de embalaje de productos, seguidos de actividades relacionadas con transformación de la madera y tejidos 2 estudios respectivamente; por último se cuenta en menor proporción con un documento para las tareas de alfarería y telares, automotriz, limpieza y músicos (pianistas). **Conclusiones:** El ritmo de trabajo tuvo relación con todas las medidas biomecánicas a nivel de tarea, así mismo, posturas riesgosas adoptadas de mano-muñeca dominante, tareas que demandan aplicación de fuerza motriz y manipulación de cargas u objetos sobre dimensionados, manejo de equipos que generen vibración segmentaria, tareas que demanden realizar movimientos amplios en diferentes planos de trabajo y agarres con aplicación de fuerza y precisión, fueron reportadas con los mayores niveles de riesgo según la herramienta JSI.

Palabras clave: Biomecánica; trastornos de traumas acumulados; sistema musculoesquelético.

Fecha de recepción: 03-05-2024

Abstract

Objective: Establishing the biomechanical risk level under the Job Strain Index (JSI) tool in different sectors, an integrative literature review, years 2015-2022. **Methods:** This is an integrative review article, the main topic of analysis is the level of biomechanical risk identified by means of the JSI tool in workers from different economic sectors; it is integrated in 5 phases: 1. Problem posing, 2. Systematic search, 3. Evaluation of available evidence 4. Data analysis and 5. Presentation. **Results:** Out of a total of 733 articles, forty were selected with regard to the main tasks analyzed: twelve studies took different manufacturing activities, 4 articles reported agricultural tasks, 4 documented livestock tasks: cattle and livestock (2) and animal slaughter (2), 3 articles reported analysis of product packaging tasks, followed by activities related to woodworking and textiles (2 studies each); finally, there is a smaller number of documents for pottery and loom tasks, automotive, cleaning and musicians (pianists). **Conclusions:** The work pace was related to all task level biomechanical measures, as well as risky hand-wrist dominant postures, tasks requiring the application of motor force and handling of oversized loads or objects, handling equipment that generates segmental vibration, tasks requiring wide movements in different work planes, and gripping with force and precision were reported as the highest risk according to the JSI tool.

Keywords: Biomechanical; cumulative trauma disorders; musculoskeletal system.

Fecha de aceptación: 02-09-2024

¹Docente. Fundación Universitaria del Área Andina. Bogotá, Colombia. Email: dirodriguez35@areandina.edu.co

Introducción

En diversos sectores productivos debido a cambios acelerados hoy por hoy, y que demandan la mayor eficiencia y productividad en las organizaciones, éstas se han visto abocadas a ajustar sus estándares de producción, sin embargo, esta situación ha llevado consigo cambios a sus trabajadores que en ocasiones van en detrimento de su bienestar y salud.

Un reciente informe de la Organización Internacional del Trabajo OIT, (2019) establece que cada año alrededor del mundo se reconocen como patologías de origen laboral alrededor de 160 millones de casos; de ellos el 59% son representados por patologías relacionadas con los Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) entre los que se resalta trastornos en las extremidades superiores como Síndrome de Túnel del Carpo (STC); sin embargo, estas cifras no se quedan allí, se estima que los costos relacionados en la atención directa e indirecta de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Laborales (ATEL), corresponde a cerca del 4% del Producto Interno Bruto Mundial, es decir, alrededor de los 2.8 billones de Dólares anuales, teniendo un gran impacto a nivel social y económico en los países.

Dado lo anterior, desde la OIT se han adelantado diferentes documentos técnicos orientadores a los tomadores de decisiones y empresas a fin de orientar recomendaciones frente a acciones de promoción y prevención que se pueden adelantar dentro de los lugares de trabajo (Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), es así como, se han generado distintos documentos técnicos en los que se establece la importancia de valorar la cuantificación de la frecuencia con la cual se desarrollan las actividades, duración de la manipulación de materiales, productos máquinas y/o herramientas, posturas adoptadas por los colaboradores, entre otros (Organización Internacional del Trabajo, 2022).

Existen varios instrumentos que permiten valorar el nivel de riesgo biomecánico, dentro de ellos, OWAS (Karhu et al., 1977) y NIOSH

(Waters et al., 1993) para evaluar carga dinámica, RULA (McAtamney & Nigel Corlett, 1993) y REBA (Hignett & McAtamney, 2000) que miden carga postural estática, y OCRA (Occhipinti, 1998) y JSI (Garg et al., 1995) para valorar la repetitividad y sobrecarga a nivel de Miembros Superiores, éste último instrumento permite valorar la carga biomecánica en tren superior, así como duración del esfuerzo y frecuencia de ejecución de la actividad es el Job Strain Index (JSI) propuesto por Garg et al., (1995) en su versión original se evalúa la intensidad del esfuerzo, esfuerzo por minuto, postura mano muñeca, velocidad del trabajo, duración de la tarea por día, factores multiplicadores, cálculo del Strain Index Final; por otro lado en la versión JSI revisado (RSI) (i) omite la velocidad del trabajo, (ii) se basa en la duración por esfuerzo en lugar del ciclo de trabajo, y (iii) utiliza variables continuas y multiplicadores en lugar de variables categóricas y multiplicadores (Garg et al., 2017).

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, la presente revisión integrativa pretende dar alcance al siguiente objetivo: establecer el Nivel de riesgo biomecánico bajo la herramienta Job Strain Index (JSI) en diversos sectores, una revisión integrativa de literatura, años 2015-2022.

Materiales y métodos

El presente es un artículo de revisión integrativa, la cual toma en cuenta los parámetros de Whittemore & Knafl, (2005); se incluye como principal tema de análisis el nivel de riesgo biomecánico identificado mediante la herramienta Job Strain Index (JSI) (Moore & Garg, 1994) en trabajadores de diversos sectores económicos, se incluyen estudios con diseño cuantitativo.

La presente revisión integra 5 fases: en la primera de ellas se parte de la pregunta problema ¿cuál es el nivel de riesgo biomecánico bajo la herramienta Job Strain Index (JSI) en diversos sectores, años 2015-2022?, teniendo en cuenta la pertinencia del estudio, dado que no existen al momento de la construcción del artículo revisiones similares sobre la temática.

En la segunda fase se corresponde a la búsqueda sistemática de la literatura, para ello se depuraron las bases de datos: Pubmed, Science Direct, Scopus, Springer, Taylor y Francis con los términos de lenguaje libre: Job Strain Index (JSI), desórdenes musculoesqueléticos, musculoskeletal disorders, Moore And Garg y el thesaurus: Workers, así mismo, se hizo la combinación de los

términos con el operador Boleano AND, dentro de los algoritmos de búsqueda empleados fueron: (Job strain index AND JSI AND workers) OR (job strain index (JSI) AND workers) OR (strain index Moore and Garg AND workers) OR (job strain index (JSI) AND musculoskeletal disorders AND workers) (Ver tabla 1).

Tabla 1. Términos de búsqueda

Nombre de la base de datos	Ebsco	Science Direct	Scopus	Taylor y Francis	Springer	Pubmed
Términos MeSH de búsqueda						
RESULTADOS Idioma(s)	T1 Job strain index AND JSI AND workers					
	T2 Job strain index (JSI) AND workers					
	T3 Strain index Moore and Garg AND workers					
	T4 Job strain index (JSI) AND musculoskeletal disorders AND workers					
Cualquier campo	15	319	13	181	214	3
Duplicados	3	0	0	0	0	2
Elegibles	12	62	13	35	21	1
Seleccionados	4	13	5	14	3	1
Años consultados: 2015-2022						

Fuente: Datos de la investigación

Respecto a la fase 3 de Evaluación de los artículos se filtraron los documentos duplicados, posterior a ello se hizo un filtro inicial de los resultados por título, objetivo y resumen. Se clasificó la información teniendo en cuenta como criterio de inclusión: Artículos publicados entre los años 2013-2022, documentos que incluyan solo la aplicación de la herramienta Job Strain Index (JSI) y Revised Job Strain Index (RSI), idioma de publicación español, inglés y portugués.

Como criterios de exclusión se tuvo en cuenta documentos no publicados en revistas arbitradas por pares, tesis, tesinas, monografías, resultados de estudios con combinación de métodos para valoración ergonómica.

Con relación a la fase 4 de Análisis de los datos se revisó la metodología de los artículos, se incluyeron los documentos que cumplieron con los

criterios de selección. Se realizó en una matriz de análisis la extracción de las categorías para análisis de las dos versiones del Job Strain Index (JSI y RSI), así mismo, se analizan los artículos publicados por sectores económicos; los artículos fueron codificados en una base de datos. En la fase 5. de Presentación se recopiló la información en el presente texto y se optó por incluir en los resultados la sistematización de la información en el diagrama PRISMA versión 2016 (Hutton et al., 2016) y se incluyó el análisis bibliométrico teniendo en cuenta el país, año, número de autores, tema central, sector económico y criterios de elegibilidad.

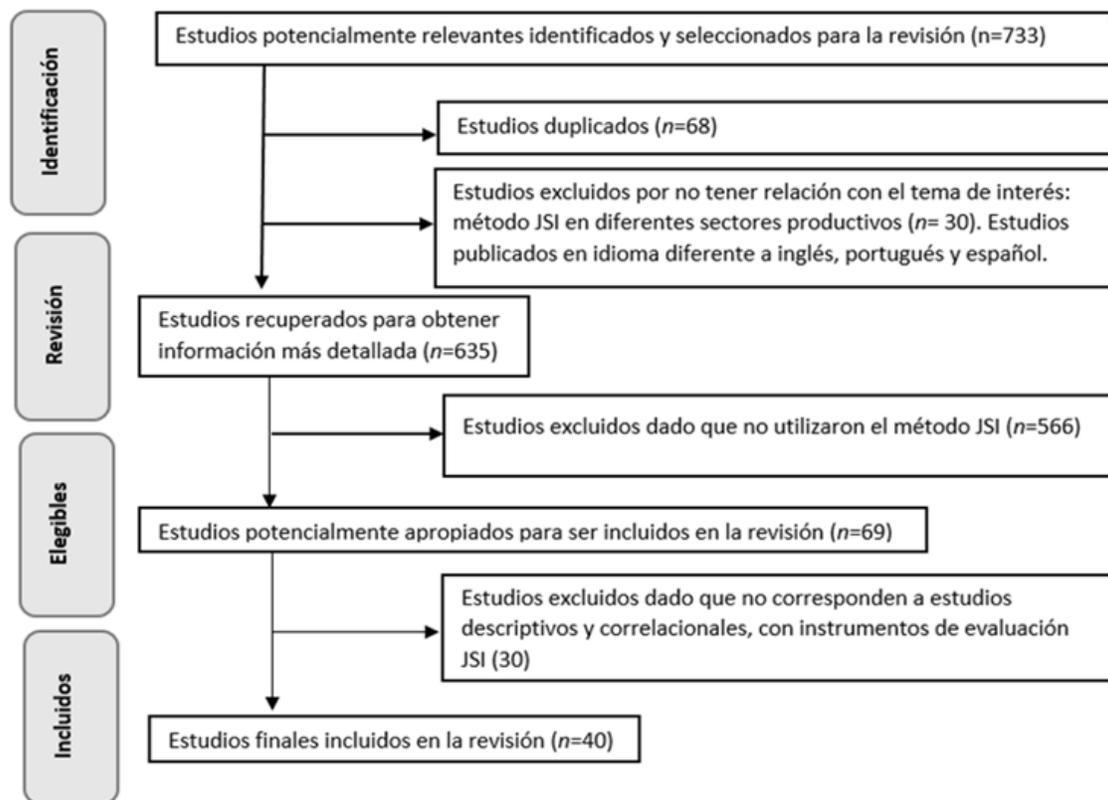
Por otro lado, para valorar la calidad de la evidencia se tomó en cuenta la clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM) (Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, 2009).

Resultados

Para la primera fase se partió de la pregunta problema ¿cuál es el nivel de riesgo biomecánico bajo la herramienta Job Strain Index (JSI) en diversos sectores, años 2015-2022?; posteriormente en la segunda fase se realizó la búsqueda sistemática de la información en bases de datos como Ebsco, Science Direct, Scopus, Taylor y Francis, Springer y Pubmed, así mismo, se incluyó cuatro ecuaciones de búsqueda como se reporta en la tabla #1.

La búsqueda inicial correspondiente a la Fase III produjo un resultado de 733 documentos. En la Fase IV se revisaron los criterios de elegibilidad de los textos, bajo el cribado de los artículos. Finalmente, en la Fase V se presentan los resultados de la sistematización de la información, se incluyeron 40 artículos, según se ilustra en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo del estudio – proceso de selección de los estudios



Fuente: Datos de la investigación

Análisis bibliométrico

Inicialmente se identificaron un total de 733 artículos con los términos de búsqueda descritos, se excluyeron 68 duplicados y 30 documentos que no tienen relación con el tema de interés (Método JSI), 635 documentos son

potencialmente elegibles, sin embargo, al filtrar los artículos por aplicación de instrumento se excluyen 566. Se identifican 69 documentos potencialmente elegibles, sin embargo, se identifica que 30 documentos de ellos no corresponden a estudios de tipo descriptivos y correlacionales y/o aplican metodologías

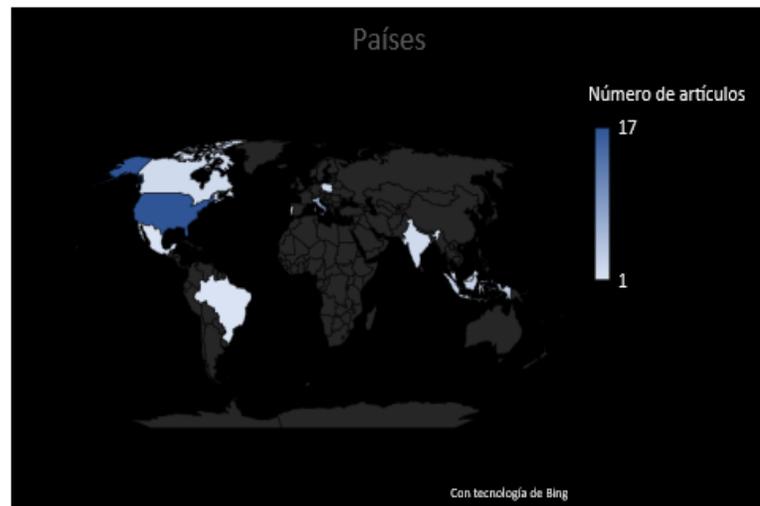
diferentes al JSI para evaluación biomecánica – repetitividad de movimiento; quedando incluidos en la revisión 40 textos.

Respecto a las publicaciones por países se identificó que Estados Unidos representa el 42.5% (S. Bao, 2015; S. Bao et al., 2009; S. S. Bao et al., 2016; Chowdhury et al., 2018; Drinkaus et al., 2005; Garg et al., 2017; Garg, Hegmann, et al., 2012; Garg, Kapellusch, et al., 2012; Garg & Kapellusch, 2009; Kapellusch et al., 2013; Moore & Garg, 1997; Peres et al., 2017; Roman et al., 2021; Rucker & Moore, 2002; Spielholz et al., 2008; Stephens et al., 2006; Stevens et al., 2004); seguido de Italia con el 17.5% (Antonucci, 2019; Bovenzi et al., 2005; Capodaglio, 2017; Masci et al., 2020; Occhionero et al., 2017; Rosecrance

et al., 2017; Sakthi Nagaraj et al., 2019); Indonesia 7.5% (Deviani & Triyanti, 2017; Wahyuni et al., 2020; Widodo et al., 2020); Canadá (Jones & Kumar, 2007; Village et al., 2017), Polonia (Kuta, Cież, et al., 2015a, 2015b), e India (Mukhopadhyay & Jhodkar, 2020; Mukhopadhyay & Srivastava, 2010) con 5.0% respectivamente; con un menor porcentaje de representatividad se encuentran: Brasil (Barros Oliveira & Scopel, 2012), Israel (Riemer & Bechar, 2016), Corea (Park & Kim, 2019), Malasia (Ahmad Zuhaidi & Abdol Rahman, 2017), México (Cruz-Rivero et al., 2019), Portugal (Cabeças, 2007) y Trinidad y Tobago (Joseph et al., 2020) con 2.5% cada uno de ellos (Ver Figura 2).

Figura 2. Países origen de los textos seleccionados

País	Número de artículos	
Brasil	1	2,5%
Canada	2	5,0%
Estados Unidos	17	42,5%
India	2	5,0%
Indonesia	3	7,5%
Israel	1	2,5%
Italia	7	17,5%
Korea	1	2,5%
Malasia	1	2,5%
Mexico	1	2,5%
Polonia	2	5,0%
Portugal	1	2,5%
Trinidad y Tobago	1	2,5%



Fuente: Datos de la investigación

Se obtuvo un promedio de 3,825 autores por artículo, hubo 27.5% de textos con 2 autores, 20% con 3 autores, 15% con 4 investigadores, 12.5% con 5 autores, 10% con 1 y 7 investigadores, y 2.5% con 12 y 14 autores. En el rango de años en donde se aloja más de la mitad (52.5%) de las publicaciones corresponde al intervalo de 2016 a 2023. Todos los documentos incluidos para la presente revisión se encontraban publicados en idioma inglés.

Factor de impacto

Respecto al tipo de revista los resultados son diversos; se identificó ergonomía (n=19 – 47.5%), salud ocupacional (n=6 – 15%), salud ocupacional y ergonomía (n=4 – 10%), salud pública (n=1 – 2.5%) y temas varios (n=9 – 22.5%) entre los que se destacan ingenierías, aplicaciones industriales, manufactura, análisis de sistemas.

En relación a la clasificación del Factor de Impacto de las revistas de acuerdo al Scimago Journal & Country Rank, se identificaron siete revistas en Q1 (Ergonomics (n=7), Applied Ergonomics (n=4), American Industrial Hygiene Association Journal (n=1), Biosystems Engineering (n=1), Handbook Of Clinical Neurology (n=1), International Archives Of Occupational And Environmental Health (n=1)), 5 revistas en Q2 (International Journal Of Industrial Ergonomics (n=7), Journal Of Occupational And Environmental Hygiene (n=2), Applied Occupational And Environmental Hygiene (n=1), BMC Musculoskeletal Disorders (n=1), IISE Transactions On Occupational Ergonomics And Human Factors (n=1)).

Asimismo, se identificó 5 revistas en Q3 (International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics (n=2), Annals Of Occupational And Environmental Medicine (n=1), Design Journal (n=1), Journal Of Motor Behavior (n=1), Procedia manufacturing (n=1)) un Journal en Q4 (Advances In Intelligent Systems And Computing (n=1)); finalmente hubo 5 revistas que no cuentan con factor de impacto según Scimago (IOP Conference Series: Materials Science And Engineering (n=3), Matec Web Of conferences (n=1), Scientific Papers Series Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development (n=1), Work (n=1)).

Indicadores de desempeño

Se identificó que el trabajo de Jones & Kumar, (2007) tiene 139 citas identificadas en ISSI, seguido de Garg & Kapellusch, (2009) con 119 citas, Garg, Kapellusch, et al., (2012) con 118 citas, Rucker & Moore, (2002) con 95 citas, Garg et al., (2017) con 92 citas, Spielholz et al., (2008) 70 citas, Bao et al., (2016) con 66 citas, Bovenzi et al., (2005) con 64 citas, Stevens et al., (2004) con 55 citas, Bao et al., (2009) con 52 citas, Sakthi et al., (2019) con 50 citas, Moore & Garg, (1997) con 39 citas, Capodaglio et al., (2017) con 38 citas, Mukhopadhyay et al., (2010) con 36 citas, los autores Drinkaus et al., (2005) y Rosecrance et al., (2017) respectivamente con 35 citas, seguido de Kapellusch et al., (2013) con 34

citas, Antonucci et al., (2019) con 26 citas, Kuta et al., (2015b) 24 citas, Stephens et al., (2006) con 23 citas.

Con menos de 20 citas se registraron los trabajos de Bao, (2015) 16 citas, Peres et al., (2017) 14 citas, Masci et al., (2020) 13 citas, Village et al., (2017) y Occhionero et al., (2017) 10 citas, Joseph et al., (2020) con 8 citas, autores como Chowdhury et al., (2018) y (Kuta, Ciez, et al., 2015) tienen 7 citas, Garg, Hegmann, et al., (2012) 5 citas, Ahmad Zuhaidi & Abdol Rahman, (2017) y Cabeças, (2007) 4 citas, autores como Park & Kim, (2019), Barros Oliveira & Scopel, (2012), Roman et al., (2021) tienen 3 citas, seguido de Wahyuni et al., (2020) y Deviani & Triyanti, (2017) con 2 citas, autores como Riemer & Bechar, (2016) y Mukhopadhyay & Jhodkar, (2020) con una cita, los autores que se enuncian a continuación no presentan citas aún: Widodo et al., (2020), y Cruz-Rivero et al., (2019).

Método y temas

De los estudios incluidos en la presente revisión, se identificó estudios de tipo descriptivo: con 16 reportes de casos (Barros Oliveira & Scopel, 2012; Cabeças, 2007; Deviani & Triyanti, 2017; Garg & Kapellusch, 2009; Jones & Kumar, 2007; Joseph et al., 2020; Kuta, Ciez, et al., 2015a, 2015b; Moore & Garg, 1997; Mukhopadhyay & Jhodkar, 2020; Occhionero et al., 2017; Park & Kim, 2019; Roman et al., 2021; Rucker & Moore, 2002; Wahyuni et al., 2020; Widodo et al., 2020), seguidos de 15 estudios de corte transversal (Bao et al., 2009; Bao et al., 2016; Bovenzi et al., 2005; Capodaglio, 2017; Cruz-Rivero et al., 2019; Drinkaus et al., 2005; Garg et al., 2017; Masci et al., 2020; Mukhopadhyay & Srivastava, 2010; Peres et al., 2017; Rosecrance et al., 2017; Sakthi Nagaraj et al., 2019; Spielholz et al., 2008; Stephens et al., 2006; Stevens et al., 2004), por otro lado, estudios analíticos de tipo cohorte 4 estudios (Garg, Hegmann, et al., 2012; Garg, Kapellusch, et al., 2012; Riemer & Bechar, 2016; Village et al., 2017), dentro de las investigaciones cuasiexperimentales 2 documentos (Antonucci, 2019; Chowdhury et al., 2018), y finalmente 3

revisiones (Ahmad Zuhaidi & Abdol Rahman, 2017; Bao, 2015; Kapellusch et al., 2013).

Hubo variación en los temas abordados en los artículos incluidos en la presente revisión, hubo 10 documentos que hicieron una revisión de la metodología JSI. Respecto a las tareas principales analizadas: doce estudios tomaron diferentes actividades de manufactura, 4 artículos reportan labores agrícolas, 4 documentaron tareas ganaderas: bovinos y pecuario (2) y de sacrificio de animales (2), 3 artículos reportan análisis de tareas de embalaje de productos, seguidos de actividades relacionadas con transformación de la madera y tejidos 2 estudios respectivamente; por último se cuenta en menor proporción con un documento para las tareas de alfarería y telares, automotriz, limpieza y músicos (pianistas).

Los 40 estudios incluidos en la revisión variaron en términos de temas abordados, mientras los métodos y técnicas utilizadas se mantuvieron constantes; sin embargo, todos usaron una metodología cuantitativa. La información de revista, tipo de revista tema, factor de impacto número de citas y tipo de estudio se describen en la Tabla 2.; de los documentos seleccionados hubo 10 que no describen el análisis estadístico y la selección de la muestra.

Discusión

Se analizaron 9 estudios en los cuales se aplicó el instrumento JSI sin combinaciones con otros métodos de valoración postural, dentro de los hallazgos más significativos autores como: Park & Kim, (2019) determinaron alto nivel de riesgo en el sector automotriz en tareas como montaje de cristales del parabrisas, ajuste del burlate y la instalación del panel tapizado del portón trasero.

Por otro lado, en el sector manufacturero, Roman et al., (2021) halló puntuaciones SI modificadas de todos los participantes oscilaron entre 0,75 y 60,75, no hubo diferencias estadísticas entre las puntuaciones SI modificadas de nativos y no nativos ($p=0,34$). Aunado a lo descrito Bao

et al., (2009) encontró que hubo relación estadísticamente entre los niveles de riesgo valorados en la herramienta (I, II, III, IV, V, VI).

En el sector agrícola, Kuta, Cież, et al., (2015a) establecieron que, el nivel de riesgo varía según la tarea, siendo más alto en el montaje de mecanismo de ordeño (9), al establecer el promedio de las tareas se encontró una media= 4,78 identificando un nivel de riesgo. En otro estudio, los mismos autores: Kuta, Cież, et al., (2015) mostraron puntuaciones de 6,22 para la sala de ordeño en espiga (debido a la alta frecuencia de montaje del equipo de ordeño y peso de este) y 4,62 para la sala de ordeño rotativa. Masci et al., (2020) describió diferencias estadísticamente significativas para el percentil 50 entre diferentes grupos de trabajadores de las salas de ordeño (Grupo C sala de espina de pescado $p=0,039$ y Grupo A salas rotativas $p=0,038$).

Para tareas de Sacrificio de aves Barros Oliveira & Scopel, (2012) identificaron niveles de riesgo alto para corte de cuello de gallinas – pollos y embalaje; similar a lo descrito por Stevens et al., (2004) con ponderaciones de nivel de riesgo final alto ($p=0,01$), así mismo encontró variabilidad en las puntuaciones según el criterio del experto evaluador. Otras tareas reportadas por Chowdhury et al., (2018) mostró que en tareas de Embalaje a mayor peso se producen mayores activaciones musculares. Por su parte Joseph et al., (2020) afirmó que en Músicos la ponderación final fue de 22,78.

Según los estudios seleccionados, hubo 19 documentos que emplearon el instrumento JSI junto con otros métodos de evaluación como OCRA, RULA, REBA, ACGIH, NIOSH, se observó diferencias en las puntuaciones de los riesgos en diversos sectores.

Algunos de los autores exploraron los síntomas reportados por los trabajadores con el cuestionario nórdico de Kuorinka (NMQ), y el cuestionario de malestar musculoesquelético de Cornell (CMDQ), dentro de los hallazgos más significativos en trabajos que involucran transformación de madera autores como: Jones &

Kumar, (2007) mostró puntuaciones de los componentes de esfuerzo significativamente diferentes ($P < 0,05$) y puntuaciones del índice de riesgo ($P < 0,05$); no obstante, contrasta con lo descrito por Bovenzi et al., (2005) en operarios de lijadoras orbitales (grupo A) donde no hubo significancia en la puntuación del JSI ($r = 0,08$, $p = 0,45$), sin embargo, el riesgo de STC aumentó en un factor de 1,30 (IC95% = 1,11 a 1,53) por cada unidad de aumento en el grupo A(8) y en 1,09 (IC95% = 1,02–1,15) por cada unidad de aumento en la puntuación del JSI.

En la tarea de prensado de ladrillos, Widodo et al., (2020) mostró que es probablemente peligrosa en ambos hemicuerpos. Así mismo, en industria de alimentos Rosecrance et al., (2017) mostró que las evaluaciones de riesgo del JSI y OCRA arrojaron resultados similares (concordancia regular a moderada), para las tareas de procesamiento de queso, lo anterior, posiblemente por la definición de variables de riesgo medidas por las herramientas, las características de las tareas laborales y la experiencia del evaluador. Por diseño de la herramienta, el JSI es específico de la extremidad superior distal, mientras que la Lista de verificación OCRA representa toda la extremidad superior, incluido el hombro.

Por su parte, Garg, Hegmann, et al., (2012) publicó el protocolo de investigación de su estudio desarrollado en variados sectores económicos; ese mismo año Garg, Kapellusch, et al., (2012) en entornos manufactureros reportó que el riesgo de STC aumentaba con ponderaciones altas en JSI hasta -13,5 (HR = 1,13 IC95% = 1,02– 1,26, $P = 0,03$); en este estudio se resalta la etiología multifactorial del STC, incluyen factores físicos laborales, edad, IMC, comorbilidad de otros TME DUE, artritis inflamatoria y sentimientos de depresión.

Autores como Bao et al., (2016) establecieron que el ritmo de trabajo tuvo asociaciones estadísticamente significativas con todas las medidas biomecánicas a nivel de tarea ($P < 0,0001$), las tareas desarrolladas a ritmo de máquina tuvieron mayor riesgo en comparación

con las tareas a ritmo propio ($P < 0,0001$). En adición, Spielholz et al., (2008) en un estudio de casos y control encontró puntajes de JSI menores a 3 $n = 198$ $P = 0,53$; así mismo, posturas riesgosas adoptadas de mano-muñeca dominante presentaron 1,71 veces más riesgo de DME (OR = 1,71 IC95% = 1,15–2,56).

Aunado a lo anterior, Capodaglio, (2017) estableció variación en la ponderación del nivel de riesgo final con JSI para cajeros 4,5, clasificadores 6,7 y tareas mixtas 1,6. Por su parte, Sakthi Nagaraj et al., (2019) en tareas de tejido encontraron nivel de riesgo JSI de 3 a 7 (52,5%) y $JSI \geq 7$ (6,5%); en esta misma industria, Mukhopadhyay & Srivastava, (2010) encontraron que las puntuaciones de la OCRA fueron muy altas (zona roja) en las secciones de "fabricación" y "molienda" (9,5/9,5 para ambas), por otro lado, en la sección de gota patti, hubo puntuaciones de JSI muy altas con 27, lo que exigió una intervención inmediata en trabajos que incluyen manipulación manual de carga.

Para tareas de embalaje Wahyuni et al., (2020) describieron que hubo puntuaciones altas ($n = 16$ puntos) y muy altas ($n = 5$ puntos), indicando un nivel alto de peligrosidad, similar a lo descrito por Deviani & Triyanti, (2017) quienes registraron puntuaciones de 7,3 en el nivel de actuación en la tarea de elevación de postes, para la ponderación de JSI fue de 9,8 al hacer cargue, 7,3 puntos en carga de listones de hojas, se concluyó que la posición del cuerpo influye en gran medida en la aparición de alto riesgo, especialmente la posición de la espalda.

En tareas agrícolas valoradas por Cruz-Rivero et al., (2019) mostraron un nivel de riesgo final mayor a 7, requiriéndose implementar acciones inmediatas; sin embargo, estos hallazgos contrastan con lo identificado por Riemer & Bechar, (2016) en la tarea de recolección de pimientos usando tijeras la puntuación fue de 1,125 para la recolección manual de la fruta 3,375. En tareas pecuarias de cuidado de animales Occhionero et al., (2017) con los métodos OCRA, JSI y Hal-ACGIH, mostraron que tareas de "Descarga de las jaulas" zona verde JSI;

“Preparación para lavado de biberones”, “Llenar jaulas con aserrín”, zona Amarilla JSI; y por último “Vaciar los biberones para esterilización” se encuentra en la zona Roja, es decir, requiere cambios inmediatos en la tarea.

Por su parte, en tareas de limpieza Cabeças, (2007) halló que en tareas como quitar el polvo de superficies de mesas horizontales y oficinas (JSI 8 a 11), limpieza de baños públicos (8 JSI) y retirar cinta del piso (8–10 JSI) fueron las tareas con tendencia a valores de frecuencia más altos. Así mismo, Drinkaus et al., (2005) destacaron que los multiplicadores discretos del JSI pueden generar diferencias significativas incluso con cambios pequeños en la duración o frecuencia de los esfuerzos, lo que podría suavizar los datos y subestimar el riesgo biomecánico.

Finalmente, Kapellusch et al., (2013) recomendaron recopilar datos detallados de todas las tareas realizadas para capturar posibles variaciones entre los trabajadores.

Para comprender cómo la fuerza, su duración y la postura influyen en el desarrollo de DME, o para diseñar trabajos más seguros, es esencial realizar análisis detallados a nivel de subtareas. Sin embargo, los estudios que combinan el método JSI con otros instrumentos como OCRA, RULA, REBA, ACGIH y NIOSH presentan limitaciones, ya que pueden generar variabilidad en la interpretación de los resultados y en la evaluación del riesgo.

Además, la diversidad de tareas y sectores donde se ha aplicado el JSI dificulta la generalización de los hallazgos. Las diferencias en los estándares de productividad, frecuencia de ejecución, diseño del puesto de trabajo y características individuales de los trabajadores también limitan las comparaciones.

Conclusiones

En el sector manufacturero, se encontró correlaciones estadísticamente significativas entre el ritmo de trabajo y las medidas biomecánicas,

especialmente para mano-muñeca dominante donde se ponderó mayor riesgo. En la industria automotriz, tareas como montaje de cristales, ajuste de burlete, paneles tapizados y ensamblaje de partes mostraron nivel de riesgo alto, similar a tareas desarrolladas en otros sectores que implican cargue de elementos y movimientos amplios en extremidades, debido a la activación muscular. Así mismo, el diseño del plano de trabajo y movimientos contragravedad influyen en las ponderaciones.

Por otro lado, en los sectores ganadero y agrícola, se identificó que los operadores de ordeño de salas de espigo presentaron nivel de riesgo más alto en comparación con los trabajadores de salas rotativas, debido al diseño del espacio de trabajo. En tareas de sacrificio de aves hubo variaciones para sacrificio de los animales y embalaje de éstos. Las diferencias en los puntajes obtenidos por evaluadores al utilizar el JSI subrayan la importancia de la experiencia y la interpretación precisa.

Los estudios analizados demostraron la aplicabilidad del método JSI en diversos sectores como la industria automotriz, fabricación, ordeño, sacrificio de aves, embalaje, procesamiento de alimentos y actividades agrícolas. No obstante, la combinación del JSI con otros métodos de evaluación, como OCRA, RULA, REBA, ACGIH y NIOSH, puede generar variabilidad en los resultados. Se resalta que tanto factores intralaborales (diseño de puesto, frecuencia de tareas, contenido de trabajo) como extralaborales (edad, género, dimensiones antropométricas) pueden limitar en gran medida las comparaciones entre los estudios. Es crucial realizar intervenciones inmediatas en sectores como el agrícola, el sacrificio de aves y la fabricación, donde las tareas presentan altos niveles de riesgo valorados con el método JSI.

También se recomienda implementar acciones preventivas para manejar el riesgo biomecánico, especialmente en tareas con alta repetitividad de movimientos que aumentan el riesgo de desarrollar el síndrome del túnel carpiano y otros desórdenes musculoesqueléticos.

Agradecimientos, financiación y conflictos de intereses

Se presenta agradecimiento a la Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia.

Para la ejecución de la presente revisión no se contó con financiación de terceros.

La autora de la presente revisión declara no tener conflictos de interés.

Referencias Bibliográficas

- Ahmad Zuhaidi, M. F., & Abdol Rahman, M. N. (2017). A Review on Methods for Assessing Risk Factors of the Upper Limb Disorders among Cashiers in Grocery Retail Industries. *MATEC Web of Conferences*, 135. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713500023>
- Antonucci, A. (2019). Comparative analysis of three methods of risk assessment for repetitive movements of the upper limbs: OCRA index, ACGIH(TLV), and strain index. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70(February 2017), 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.12.005>
- Bao, S. (2015). Mechanical stress. *Handbook of Clinical Neurology*, 131, 367-396. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00019-6>
- Bao, S. S., Kapellusch, J. M., Merryweather, A. S., Thiese, M. S., Garg, A., Hegmann, K. T., & Silverstein, B. A. (2016). Relationships between job organisational factors, biomechanical and psychosocial exposures. *Ergonomics*, 59(2), 179-194. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1065347>
- Bao, S., Spielholz, P., Howard, N., & Silverstein, B. (2009). Application of the Strain Index in multiple task jobs. *Applied Ergonomics*, 40(1), 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.01.013>
- Barros Oliveira, P. A., & Scopel, J. (2012). Quantitative analysis of repetitive movement as a tool for diagnostic support in ergonomics. *Work*, 41(SUPPL.1), 2341-2348. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0462-2341>
- Bovenzi, M., Della Vedova, A., Nataletti, P., Alessandrini, B., & Poian, T. (2005). Work-related disorders of the upper limb in female workers using orbital sanders. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 78(4), 303-310. <https://doi.org/10.1007/S00420-004-0574-6/FULLTEXT.HTML>
- Cabeças, J. M. (2007). The risk of distal upper limb disorder in cleaners: A modified application of the Strain Index method. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(6), 563-571. <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2007.03.002>
- Capodaglio, E. M. (2017). Occupational risk and prolonged standing work in apparel sales assistants. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 60, 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.11.010>
- Chowdhury, S. K., Nimbarte, A. D., Hsiao, H., Gopalakrishnan, B., & Jaridi, M. (2018). A biomechanical shoulder strain index based on stabilizing demand of shoulder joint. *Ergonomics*, 61(12), 1657-1670. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1499967>

- Cruz-Rivero, L., Purroy-Vásquez, R., Pacheco-Lozano, L., Mateo-Díaz, N., & Aguilar-Laserre, A. (2019). The need for ergonomic studies for the reduction of injuries and redesign of tools in the agricultural sector through TRIZ. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 792, 162-171. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94000-7_17
- Deviani, W., & Triyanti, V. (2017). Risk assessment of manual material handling activities (case study: PT BRS Standard Industry). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012043>
- Drinkaus, P., Bloswick, D. S., Seseck, R., Mann, C., & Bernard, T. (2005). Job level risk assessment using task level strain index scores: A pilot study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 11(2), 141-152. <https://doi.org/10.1080/10803548.2005.11076643>
- Garg, A., Hegmann, K. T., Wertsch, J. J., Kapellusch, J., Thiese, M. S., Bloswick, D., Merryweather, A., Seseck, R., Deckow-Schaefer, G., Foster, J., Wood, E., Kendall, R., Sheng, X., & Holubkov, R. (2012). The WISTAH hand study: A prospective cohort study of distal upper extremity musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-90/FULLTEXT.HTML>
- Garg, A., Kapellusch, J., Hegmann, K., Wertsch, J., Merryweather, A., Deckow-Schaefer, G., & Malloy, E. J. (2012). The Strain Index (SI) and Threshold Limit Value (TLV) for Hand Activity Level (HAL): Risk of carpal tunnel syndrome (CTS) in a prospective cohort. *Ergonomics*, 55(4), 396-414. <https://doi.org/10.1080/00140139.2011.644328>
- Garg, A., & Kapellusch, J. M. (2009). Applications of biomechanics for prevention of work-related musculoskeletal disorders. *Ergonomics*, 52(1), 36-59. <https://doi.org/10.1080/00140130802480794>
- Garg, A., Moore, J. S., & Kapellusch, J. M. (1995). The strain index to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders: Model validation. *IEEM 2007: 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, January, 497-499. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2007.4419239>
- Garg, A., Moore, J. S., & Kapellusch, J. M. (2017). The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. *Ergonomics*, 60(7), 912-922. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1237678>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Hutton, B., Catalá-López, F., y Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clinica*, 147(6), 262-266. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- Jones, T., & Kumar, S. (2007). Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk sawmill occupation: Saw-filer. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(9), 744-753.

- <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2007.05.005>
- Joseph, C., Walters, A. U. C., Lawrence, W. L., & Jalsa, N. K. (2020). An ergonomic evaluation of pannists. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(1), 129-139. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1522856>
- Kapellusch, J. M., Garg, A., Bao, S. S., Silverstein, B. A., Burt, S. E., Dale, A. M., Evanoff, B. A., Gerr, F. E., Harris-Adamson, C., Hegmann, K. T., Merlino, L. A., & Rempel, D. M. (2013). Pooling job physical exposure data from multiple independent studies in a consortium study of carpal tunnel syndrome. *Ergonomics*, 56(6), 1021-1037. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.797112>
- Karhu, O., Kansu, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199-201. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Kuta, Ł., Cież, J., & Golab, I. (2015). Assessment of workload on musculoskeletal system of milkers in mechanical milking through the use of job Strain Index Method. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 15. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.XV_1/Art35.pdf
- Kuta, Ł., Cież, J., & Młotek, M. (2015a). Musculoskeletal Load Assessment of Farmers during Selected Agricultural Works. *Procedia Manufacturing*, 3, 1696-1703. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.990>
- Kuta, Ł., Cież, J., & Młotek, M. (2015b). Musculoskeletal Load Assessment of Farmers during Selected Agricultural Works. *Procedia Manufacturing*, 3, 1696-1703. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.990>
- Kuta, Ł., Cież, J., & Młotek, M. (2015c). Musculoskeletal Load Assessment of Farmers during Selected Agricultural Works. *Procedia Manufacturing*, 3, 1696-1703. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.990>
- Masci, F., Rosecrance, J., Mixco, A., Cortinovia, I., Calcante, A., Mandic-Rajcevic, S., & Colosio, C. (2020). Personal and occupational factors contributing to biomechanical risk of the distal upper limb among dairy workers in the Lombardy region of Italy. *Applied Ergonomics*, 83(December), 102796. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.12.013>
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Moore, J. S., & Garg, A. (1994). Upper extremity disorders in a pork processing plant: Relationships between job risk factors and morbidity. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 55(8), 703-715. <https://doi.org/10.1080/15428119491018592>
- Moore, J. S., & Garg, A. (1997). Participatory Ergonomics in a Red Meat Packing Plant Part II: Case Studies. *Aihaj*, 58(7), 498-508. [https://doi.org/10.1202/0002-8894\(1997\)058<0498:pefarm>2.0.co;2](https://doi.org/10.1202/0002-8894(1997)058<0498:pefarm>2.0.co;2)

- Mukhopadhyay, P., & Jhodkar, D. (2020). Tire Tread Removing Units in Central India: Risk Factors and Potential Interventions. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(4), 204-208. <https://doi.org/10.1080/24725838.2021.1922544>
- Mukhopadhyay, P., & Srivastava, S. (2010). Ergonomic design issues in some craft sectors of Jaipur. *Design Journal*, 13(1), 99-124. <https://doi.org/10.2752/146069210X12580336766446>
- Occhionero, V., Ghersi, R., Prandini, L., Korpinen, L., & Gobba, F. (2017). The biomechanical overload of the upper limb: a neglected occupational hazard in animal facility operators. *Ergonomics*, 60(3), 366-374. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1176257>
- Occhipinti, E. (1998). OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41(9), 1290-1311. <https://doi.org/10.1080/001401398186315>
- Organización Internacional del Trabajo. (2022). Seguridad y salud en los sectores de los textiles, el vestido, el cuero y el calzado. OIT. <https://www.ilo.org/es/resource/otro/seguridad-y-salud-en-los-sectores-de-los-textiles-el-vestido-el-cuero-y-el>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. En *Sistema de Gestión*. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcm_sp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf
- Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. (2009). Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Levels of Evidence. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>
- Park, S., & Kim, J. (2019). A case of extensor pollicis longus (EPL) tendon rupture in an automotive assembly line worker: An ergonomic evaluation through job strain index (JSI) and musculoskeletal risk factor survey. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 31(1). <https://doi.org/10.35371/AOEM.2019.31.E2>
- Peres, S. C., Mehta, R. K., & Ritchey, P. (2017). Assessing ergonomic risks of software: Development of the SEAT. *Applied Ergonomics*, 59, 377-386. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2016.09.014>
- Riemer, R., & Bechar, A. (2016). Investigation of productivity enhancement and biomechanical risks in greenhouse crops. *Biosystems Engineering*, 147, 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.03.009>
- Roman, G., Peterson, D. S., Ofori, E., & Vidt, M. E. (2021). The Modified Strain Index: A Composite Measure of Injury Risk for Signers. *Journal of Motor Behavior*, 53(4), 499-508. <https://doi.org/10.1080/00222895.2020.1806778>
- Rosecrance, J., Paulsen, R., & Murgia, L. (2017). Risk assessment of cheese processing tasks using the Strain Index and OCRA Checklist. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 61, 142-148. <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2017.05.009>
- Rucker, N., & Moore, J. S. (2002). Predictive validity of the strain index in

- manufacturing facilities. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17(1), 63-73. <https://doi.org/10.1080/104732202753306177>
- Sakthi Nagaraj, T., Jeyapaul, R., & Mathiyazhagan, K. (2019). Evaluation of ergonomic working conditions among standing sewing machine operators in Sri Lanka. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70(October 2018), 70-83. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.01.006>
- Spielholz, P., Bao, S., Howard, N., Silverstein, B., Fan, J., Smith, C., & Salazar, C. (2008). Reliability and validity assessment of the hand activity level threshold limit value and strain index using expert ratings of mono-task jobs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 5(4), 250-275. <https://doi.org/10.1080/15459620801922211>
- Stephens, J. P., Vos, G. A., Stevens, E. M., & Steven Moore, J. (2006). Test-retest repeatability of the Strain Index. *Applied Ergonomics*, 37(3), 275-281. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2005.07.007>
- Stevens, E. M., Vos, G. A., Stephens, J. P., & Moore, J. S. (2004). Inter-rater reliability of the Strain Index. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(11), 745-751. <https://doi.org/10.1080/15459620490521142>
- Village, J., Salustri, F. A., & Neumann, W. P. (2017). Using action research to develop human factors approaches to improve assembly quality during early design and ramp-up of an assembly line. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 61, 107-119. <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2017.05.006>
- Wahyuni, D., Panjaitan, N., Budiman, I., & Dora Manurung, E. (2020). Hazard identification of repetitive truck loading activities in mineral water industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 801(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012102>
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749-776. <https://doi.org/10.1080/00140139308967940>
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of advanced nursing*, 52(5), 546-553. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2648.2005.03621.X>
- Widodo, L., Ariyanti, S., & Jason, A. (2020). Ergonomic Intervention to Improve the Productivity of Brick Press Tool in Small and Medium Enterprise (SME) Akheng Kobar. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012057>