



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“GESTIÓN DE LOS FACTORES DE
RIESGOS DISERGONÓMICOS
ASOCIADOS A LAS POSTURAS DE
TRABAJO”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA
APLICADA AL TRABAJO

CLAUDIA MYLENA TIRADO COSSER.

SANDY YRIS FERNANDEZ URRUTIA.

LIMA – PERÚ

2024

ASESOR

Mg. Armando Willy Talaverano Ojeda

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. LENIN OVIDIO ROMANI CHANG

PRESIDENTE

MG. MARIA ALEJANDRA URDAY PAREJA

VOCAL

MG. YESSENIA ANNABELLA HUAPAYA CAÑA

SECRETARIA

DEDICATORIA.

A nuestras familias que han sido fuente de fortaleza y motivación.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por permitirnos cumplir nuestras metas.

A nuestro asesor Mg. Armando Talaverano por su firme apoyo y ejemplo de constancia para cumplir nuestros objetivos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis Autofinanciada.

Gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	researchportal.tuni.fi Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Embry Riddle Aeronautical University Trabajo del estudiante	1%
3	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	1%
4	digital.maag.yzu.edu:8080 Fuente de Internet	1%
5	Submitted to University of Portsmouth Trabajo del estudiante	<1%
6	www.hrmonline.com.au Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to University of Birmingham Trabajo del estudiante	<1%
8	repository.penerbitwidina.com Fuente de Internet	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	4
	2.1. OBJETIVO GENERAL	4
	2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
III.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	5
IV.	DESARROLLO DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.....	7
	4.1. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS Y FISIOLÓGICOS DE LAS POSTURAS DE TRABAJO	7
	4.2. EPIDEMIOLOGÍA OCUPACIONAL DE LAS POSTURAS DE TRABAJO	15
	4.3. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS POSTURAS DE TRABAJO	19
	4.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS RELACIONADOS A LAS POSTURAS DE TRABAJO.....	34
	4.5. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS ASOCIADOS A LAS POSTURAS DE TRABAJO	38
	4.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	44
V.	CONCLUSIONES	45
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMEN

La carga postural es un factor de riesgo disergonómico ampliamente estudiado que debe ser gestionado para prevenir trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores. **Objetivo:** Revisión de información actualizada relacionada a la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo. **Metodología:** Se realizó un estudio de revisión documentaria tipo cualitativo, incluyendo información relacionada a los objetivos del estudio de investigación, considerando documentos científicos publicados entre junio 2012 a mayo 2023 de preferencia. **Resultados:** Se encontró diversos estudios científicos y literatura relacionados a las posturas de trabajo evidenciando su asociación al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en diferentes sectores económicos. La metodología ergonómica que evalúa la carga postural es diversa, considerando como principales medidas preventivas la capacitación de los trabajadores y el diseño del puesto de trabajo. En la actualidad la ergonomía hace uso de los avances tecnológicos para la evaluación y prevención de la carga postural en el trabajo. **Conclusiones:** La información revisada de los últimos 10 años relacionada a la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo, coinciden en que es esencial una gestión eficiente de estos factores para garantizar el bienestar y salud de los trabajadores, que se verá reflejado en la reducción de enfermedades musculoesqueléticas representado en un menor número de días perdidos por descansos médicos, el impacto económico por el tratamiento médico que requiera, reducción en la productividad y factores personales relacionados a un proceso de enfermedad. Gestionar los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo requiere de una intervención

multidisciplinaria y participativa con la finalidad de prevenir trastornos musculoesqueléticos, también contribuirá a la reducción de fatiga, estrés laboral y otros factores de riesgo favoreciendo un ambiente laboral saludable y sostenible.

PALABRAS CLAVES

POSTURA DE TRABAJO, POSTURA INCÓMODA, POSTURA FORZADA, POSTURA ESTÁTICA, CARGA POSTURAL.

ABSTRACT

Postural load is a widely studied dysergonomic risk factor that must be managed to prevent musculoskeletal disorders in workers. **Objective:** Review of updated information related to the management of dysergonomic risk factors associated with work postures. **Methodology:** A qualitative documentary review study was carried out, including information related to the objectives of the research study, considering scientific documents published between June 2012 and May 2023, preferably. **Results:** Various scientific studies and literature related to work postures were found, evidencing its association with the development of musculoskeletal disorders in different economic sectors. The ergonomic methodology that evaluates postural load is diverse, considering the training of workers and the design of the workplace as the main preventive measures. Currently, ergonomics makes use of technological advances for the evaluation and prevention of postural load at work. **Conclusions:** The information reviewed from the last 10 years related to the management of dysergonomic risk factors associated with work postures agree that efficient management of these factors is essential to guarantee the well-being and health of workers, which is will be reflected in the reduction of musculoskeletal diseases represented in a lower number of days lost due to medical breaks, the economic impact due to the medical treatment required, reduction in productivity and personal factors related to a disease process. Managing the dysergonomic risk factors associated with work postures requires a multidisciplinary and participatory intervention with the aim of preventing musculoskeletal disorders. It will also contribute to the reduction of fatigue, work stress and other risk factors, favoring a healthy and sustainable work environment.

KEY WORDS

WORK POSTURE, UNCOMFORTABLE POSTURE, FORCED POSTURE,
STATIC POSTURE, POSTURAL LOAD.

I. INTRODUCCION

El cuerpo humano es una estructura mecánica que puede sobrellevar grandes cargas o esfuerzos físicos, siendo estabilizado principalmente por el esqueleto que le brinda soporte en conjunto con los músculos y tendones, conservando unidos los diferentes segmentos corporales y al que se suma un subsistema neural que proporciona la información (mensaje) para el control de la postura, equilibrio y producir el movimiento necesario para la ejecución de cualquier actividad; en el caso de que una de estas estructuras no se desempeñe óptimamente o se mantenga al cuerpo en un constante esfuerzo físico, esto va a mermar la salud y el bienestar de la persona generando trastornos musculoesqueléticos (TME) y otras consecuencias tanto en su entorno laboral como extralaboral (Bridger, 2018; Hamill et al., 2022).

Los factores de riesgos disergonómicos están presentes en las diferentes actividades laborales y requieren ser identificados y evaluados con la finalidad de que la organización o el empleador genere las medidas preventivas y correctivas necesarias. Entre estos factores de riesgos disergonómicos se evidencian a las posturas que, de encontrarse fuera de los ángulos de confort, en forma incómoda o mantenerse por tiempo prolongado aumentan el riesgo de los TME y es por lo que las investigaciones en el campo de la ergonomía tratan de brindar métodos o técnicas que ayuden a solucionar esta problemática (Sukadarin et al., 2016; Torres-Pérez, 2021).

Estudios sobre el impacto de los trastornos musculoesqueléticos durante años demuestran un daño acumulativo, que son una de las principales causas del ausentismo laboral y de los costos asociados con los gastos en la atención médica, la incapacidad laboral, las ausencias y reemplazos en el trabajo (Malińska, 2019), incluso afecta a la satisfacción laboral y longevidad de los trabajadores (Schlussel & Maykel, 2019).

Las investigaciones realizadas en los últimos diez años evidenciaron información sobre la prevalencia, la etiología, la evaluación de los factores de riesgo disergonómicos asociados a las posturas de trabajo, sobre todo en población europea, asiática y norteamericana, pero es poca la información según profesión o actividad laboral en el Perú o Latinoamérica, por lo que la presente investigación aportará el conocimiento necesario relacionado a las posturas de trabajo de diferentes actividades laborales, que será útil para los gestores y profesionales en el campo de la ergonomía en cualquier etapa de la gestión de riesgos disergonómicos.

Este estudio es importante porque recoge información científica relacionada a la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo para orientar a los profesionales del campo de la ergonomía sobre esta problemática y permita una intervención temprana en beneficio de la salud del trabajador.

Por lo anteriormente expuesto es importante conocer ¿Cuál es la información actualizada sobre la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo?

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- a) Revisión de la información relacionada a la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Describir los criterios conceptuales relacionados a las posturas de trabajo.
- b) Describir las características epidemiológicas relacionadas a las posturas de trabajo.
- c) Describir los diferentes métodos de análisis de las posturas de trabajo.
- d) Proponer las medidas de control para la prevención de los riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo.
- e) Identificar los avances tecnológicos que pueden contribuir en la gestión de los riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo.

III. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio de revisión documentaria tipo cualitativo, incluyendo información relacionada a los objetivos del estudio de investigación. Se consideraron los siguientes criterios:

- a) Documentos científicos publicados entre junio 2012 a mayo 2023. Se incluyeron libros publicados con fechas anteriores en caso de no identificarse información más reciente.
- b) Documentos normativos vigentes al mes de mayo 2023.
- c) Documentos publicados en idioma español o inglés.

Los procedimientos y técnicas aplicadas fueron las siguientes:

- a) Se identificaron los documentos relacionados a los objetivos del estudio de investigación en bases de datos como Scielo, Pubmed/Medline, Science Direct, Google Académico, entre otros.
- b) Se utilizaron las siguientes palabras claves para la búsqueda de información: “postura estática de trabajo”, “postura forzada de trabajo”, “postura incómoda de trabajo”, “postura prolongada de trabajo”, “carga postural de trabajo”, “work static posture”, “work forced posture”, “work awkward posture”, “work prolonged posture, “work load postural”.
- c) Se seleccionaron los documentos relevantes para cumplir los objetivos del estudio de investigación.
- d) Se organizaron los documentos seleccionados en una base de datos para una mejor distribución.

- e) Se analizó la información de los documentos organizados para elaborar el informe del trabajo de investigación.

El análisis y procesamiento de datos fue de la siguiente manera:

- a) La información de los documentos organizados se analizó por categorías o campos de análisis descritos en cada objetivo específico.
- b) Se elaboró el informe del trabajo de investigación considerando un análisis global para redactar las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Se consideraron los siguientes criterios éticos:

- a) Se solicitó la aprobación del proyecto del trabajo de investigación al Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- b) Se utilizaron investigaciones primarias para el trabajo de investigación.
- c) Se respetaron los derechos de autor de los documentos incluidos en la presente investigación con las referencias bibliográficas respectivas.

Como resultado de la búsqueda de información:

- a) Se obtuvo 5911 documentos relacionados al tema de investigación.
- b) Fueron seleccionados 105 bibliografías, las cuales fueron utilizadas para el desarrollo del presente estudio.
- c) La información seleccionada estuvo conformada por: 20 libros, 83 artículos de revista y 02 normativas relacionadas.

IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

4.1. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS Y FISIOLÓGICOS DE LAS POSTURAS DE TRABAJO

El cuerpo humano es una estructura diseñada para el movimiento, dirigido principalmente por los elementos del sistema musculoesquelético (huesos, articulaciones, músculos, tendones y ligamentos, vasos sanguíneos y nervios periféricos) (Prado-León, 2015; Ibacache, 2020); entre los principales términos relacionados a las posturas corporales se pueden considerar las siguientes:

- **Pose:** es la posición que adopta una articulación principal del cuerpo (Yu et al., 2021).
- **Postura:** se define como la orientación o posicionamiento espacial del cuerpo alineado (en conjunto o de un segmento) para ejecutar una tarea en un momento dado (Bridger, 2018; Ibacache, 2020; Pando & Aranda, 2019; Prado-León, 2015).
- **Ángulo de confort:** es el límite mínimo y máximo del desplazamiento de una articulación sin exponer a tensión a las estructuras musculares (no existe acortamiento ni elongación del músculo) evitando las lesiones, incrementa la ventaja mecánica y reduce el consumo de energía (Pando & Aranda, 2019; Prado-León, 2015).
- **Postura neutra o neutral:** también considerada como la “postura saludable y estable”; es la posición ideal que el cuerpo puede adoptar para reducir la tensión y proporcionar mayor fuerza y control, produce una leve tensión o presión sobre los nervios, los ligamentos, los músculos, las articulaciones y los discos de la columna. La postura neutral en el lugar de trabajo se puede definir por la

correcta alineación de los puntos corporales de referencia, es decir el cuello, los hombros y los brazos deben estar en relajación y los codos a los lados del cuerpo con un ángulo no inferior a 90°. Las orejas están alineadas con los hombros, los hombros con las caderas, las caderas sobre las rodillas y las rodillas sobre los tobillos. La columna vertebral adopta una ligera forma de S con una ligera concavidad en la parte baja de la espalda (Schlssel & Maykel, 2019; Stack et al., 2016).

- **Control postural:** es la habilidad de mantener la posición del cuerpo en función de la estabilidad (destreza de sostener el centro de masa corporal dentro de la superficie de apoyo) y orientación (correcta relación entre los segmentos del cuerpo, relacionados entre ellos y el ambiente al realizar la tarea) (Bridger, 2018; González-Fernández et al., 2022).
- **Esfuerzo o estrés postural:** Es la carga mecánica a la que se somete el cuerpo debido a la postura (Bridger, 2018).
- **Postura de trabajo:** es aquella posición del cuerpo que se adoptan ante el desarrollo de una tarea o actividad laboral, entre estas posturas existen las denominadas principales o más frecuentes (de pie y sedente) y sus variantes o menos frecuentes (de cuclillas, de rodillas o acostado). Las características que se tienen en cuenta en el análisis de las posturas de trabajo incluyen el lineamiento corporal, la interacción de sus actividades y las condiciones del entorno de trabajo que pueden definir a las posturas principales y sus respectivas variantes (Ibacache, 2020; Pando & Aranda, 2019; Prado-León, 2015; Schlssel & Maykel, 2019).

El cuerpo humano puede adoptar 5 posturas globales del cuerpo entero, estas son:

- **Postura de pie:** también llamada bípeda, posición del cuerpo en la que la columna vertebral se mantiene en posición vertical, el peso del cuerpo se soporta en los pies, requiriendo el trabajo activo (gasto de energía) de los músculos y los ligamentos posteriores para controlar y mantener la postura erguida debido a que existe una tendencia continua de flexión del tronco (Ibacache, 2020).
- **Postura sentada:** también conocida como sedente o de sedestación, el peso del cuerpo es soportado por los muslos y glúteos, requiere menos gasto de energía e impone menos carga sobre la extremidad inferior que la posición de pie, pero permanecer sentado por largos periodos de tiempo puede tener consecuencias nocivas en la columna lumbar (Ibacache, 2020; Prado-León, 2015).
- **Postura de cuclillas:** es una postura “agachada”, variante a la postura de pie en la que las rodillas y caderas están flexionadas, pero aún el peso corporal es soportado por los pies (Ibacache, 2020).
- **Postura de rodillas:** postura en la que el peso corporal es soportado por las rodillas y la parte distal del pie (en las falanges) en el suelo; debido a la compresión directa de los miembros inferiores sin posibilidad de cambio (postura mantenida) se considera como una postura no recomendada (Ibacache, 2020; Ordóñez-Hernández et al., 2021).
- **Postura decúbiteo o acostado:** postura en la que la espalda es apoyada en el suelo, adoptada para ingresar a lugares de difícil acceso y requiere mayor

exigencia a los miembros superiores (mantenidas en una postura anti-gravitacional) para la ejecución de las actividades laborales (Ibacache, 2020; Ordóñez-Hernández et al., 2021).

Las posturas de trabajo según su relación a los posibles factores de riesgos disergonómicos se clasifican en:

- **Postura dinámica:** es el mantenimiento de la estabilidad del cuerpo al desplazamiento o movimientos de los segmentos corporales, se alternan ciclos de contracción y relajación muscular lo que facilitan el flujo sanguíneo, es considerada como una postura más segura que la postura estática (Ibacache, 2020).
- **Postura estática:** establecida por el factor de riesgo de tiempo de exposición, en que las posiciones que se mantienen por largos periodos de tiempo o se mantienen sin variación de movimientos o estas son mínimas (Pando & Aranda, 2019). Las posturas estáticas también se pueden nombrar como “postura prolongada” o “postura por tiempo prolongado”, es el posicionamiento del cuerpo o segmentos corporales para la ejecución de una actividad en forma continua y por tiempo prolongado, no se observan cambios significativos en la posición de los segmentos corporales como el cuello o el tronco y se mantiene durante más del 70% de la jornada laboral, estas posturas restringen el flujo sanguíneo, aumentando la carga o las fuerzas sobre los músculos o los tendones contribuyendo al agotamiento, fatiga muscular y las lesiones musculoesqueléticas, ejemplos de postura estática son estar de pie por tiempos prolongados, agarre constante con fuerza de herramientas, realizar

tareas con los miembros superiores en extensión o levantados (Pando & Aranda, 2019; Stack et al., 2016). Según la ISO 11226:2000 esta postura la define como aquella postura que se mantiene por más de 4 segundos (ISO 11226, 2000).

- **Postura forzada:** determinada por el factor de riesgo del mantenimiento de la estabilidad postural originando mayor esfuerzo para mantener el equilibrio; conocida como “incómoda”, “fuera del ángulo de confort”, “rara” o “viciosa”, es aquella postura que no tiene las características de la postura neutral, llegando a los límites físicos del cuerpo o fuera del rango seguro o confort del movimiento de la articulación, comprimiendo los nervios, inflamando los tendones (Pando & Aranda, 2019). Entre las posturas incómodas más frecuentes se tienen elevar las manos por encima de la cabeza o los codos por encima de los hombros, estar en posición de rodillas o cuclillas, mantener una inclinación constante del tronco, del cuello y/o de las muñecas, tener una postura sedente sin apoyo de la columna lumbar; las posturas incómodas o forzadas son factores contributorios en la generación de fatiga y TME, a mayor desviación de la postura de la neutral, mayor es el riesgo de producir lesiones musculoesqueléticas (Stack et al., 2016).
- En el Perú la Resolución Ministerial N.º 375-2008-TR que aprueba la "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico", en su anexo define a las posturas forzadas “como aquellas posiciones de trabajo que supongan que una o varias regiones anatómicas dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición que genera hiperextensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones osteoarticulares, con la

consecuente producción de lesiones por sobrecarga” (*Resolución Ministerial N.º 375-2008-TR*, s. f.).

Para conocer el impacto de las posturas corporales sobre cada persona se debe conocer previamente sobre biomecánica, la cual se define como “la ciencia que estudia las fuerzas que actúan sobre el cuerpo humano, las fuerzas generadas por el mismo y el efecto que dichas fuerzas tienen sobre el organismo” (González Maestre, 2015). El cuerpo humano es afectado por las leyes de la física al ser un sistema mecánico en el que rige el control del equilibrio, el esqueleto es el principal apoyo del cuerpo, en conjunto con los músculos, puede soportar de forma limitada tensiones físicas; para lograr que el cuerpo humano tenga estabilidad el centro de gravedad debe situarse sobre una base de soporte, mantener la alineación de los segmentos del cuerpo de forma continua, lo cual se logra gracias a la acción de los músculos y los tendones ante la movilización del centro de gravedad y provocando tensión en el lado opuesto. Para asegurar una estabilidad postural se debe mantener alineados los diferentes segmentos corporales y si esta es constante o se mantienen por grandes periodos de tiempo va a implicar un mayor consumo de energía, con la probabilidad de causar molestias, dolor o riesgo de lesión de los tejidos blandos (Bridger, 2018). Además de considerar que debe existir una correlación entre las dimensiones del cuerpo de la persona y las dimensiones de los diversos elementos en su ambiente de trabajo, si esta correlación dimensional no es la apropiada obligará a la persona a mantener posturas inadecuadas durante sus actividades incrementando la probabilidad de generar TME (Pheasant & Haslegrave, 2018; Quintana-Salgado et al., 2020)

Considerando los criterios biomecánicos, una “buena postura” mantiene una alineación iniciada en el canal auditivo externo (mastoides del hueso temporal) continua verticalmente por el acromion, las vértebras lumbares, descendiendo por la articulación de la cadera y por delante de la articulación de la rodilla, finalizando ligeramente delante del maléolo lateral; el mantener el equilibrio y estabilidad del cuerpo requiere que intervengan fuerzas en los músculos que se compensen entre sí (De Moura Rocha et al., 2020; Prado-León, 2015); los tendones o los ligamentos también cumplen el rol de protección de las articulaciones al limitar el rango de movimiento y restringir los movimientos súbitos, pero pueden sufrir lesiones si se exponen a fuerzas imprevistas o bruscas mientras se encuentran tensados por posiciones articulares extremas o movimientos complicados. Por esta razón, los profesionales en el campo de la ergonomía enfatizan la relevancia de la evaluación de la postura de los diferentes segmentos corporales: manos, muñecas, codos, hombros, cuello y tronco (entre las más evaluadas) durante la realización de la actividad laboral (Bridger, 2018).

Los requerimientos para mantener una postura corporal, evidencia que las fibras musculares se activan mediante impulsos nerviosos que desencadenan una serie de reacciones enzimáticas y químicas produciendo la contracción de las fibras musculares, esto deja como resultado dióxido de carbono que es transportado por la sangre a los pulmones; así como evidencia la necesidad del oxígeno en este proceso, el cual es llevado desde los pulmones al músculo por su suministro de sangre; cuando el suministro de oxígeno no es suficiente, el ácido láctico se acumula en el haz muscular hasta que haya más oxígeno disponible, este acúmulo puede

manifestarse como dolor muscular. Por lo general, en los inicios repentinos de una actividad, el suministro de oxígeno residente se agota y el suministro de sangre actual no ha entregado suficiente oxígeno, por lo que se acumula algo de ácido láctico en los músculos. Si los músculos que trabajan se contraen demasiado o durante demasiado tiempo, no pueden obtener un suministro adecuado de sangre y oxígeno (González Maestre, 2015).

En relación al consumo de energía que se requiere para ejecutar las actividades laborales en el que se incluyen posturas estáticas, las investigaciones indican la preferencia de adoptar la postura sedente por sobre la postura de pie, debido a que se requiere menos energía, causando menos fatiga, siendo el principal motivo por el que hay un gran porcentaje de los puestos de trabajo (75%) que se diseñan para realizarse en postura sedente (Pando & Aranda, 2019); la postura de pie puede representar más gasto de energía (gasto adicional de 54 kcal/día en un promedio de 6 horas/día) (Saeidifard et al., 2018), y la postura de pie en forma continua aumenta el costo metabólico energético en 0.07 kcal/min más que la postura sedente, el cambio de estar sentado a estar de pie (y volver a sentarse) tuvo un costo metabólico promedio de 0.32 kcal/min por encima de la postura sentada (Júdice et al., 2016); otra investigación reveló que mantener por 4 horas una postura sedente en trabajadores de oficina causaba aumento de percepción de incomodidad en varios segmentos corporales, siendo las más frecuentes en la columna vertebral (lumbar, dorsal y cervical), los glúteos y los muslos, provocando como respuesta el aumento de cambios posturales en los trabajadores para disminuir la percepción de

incomodidad y aliviar las molestias ocasionadas en los segmentos corporales comprimidos (Waongenngarm et al., 2020).

Este es el motivo por el cual se deben evitar los diseños de trabajo que requieran la aplicación de fuerzas durante largos períodos de tiempo, como en los músculos de la espalda, considerando que las posturas rígidas pueden causar dolor en los músculos de la espalda, el cuello y otras zonas corporales; por esta razón, la libertad postural es un principio importante del diseño del lugar de trabajo y también se deduce que cuando es necesario un gran esfuerzo físico, se requieren períodos de descanso para equilibrar el esfuerzo muscular solicitado por la actividad (González Maestre, 2015).

4.2. EPIDEMIOLOGÍA OCUPACIONAL DE LAS POSTURAS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta que la población está expuesta a diferentes actividades rutinarias que implica el uso de dispositivos como laptops, el cargar objetos (mochilas o bolsos), además de los riesgos disergonómicos por otras actividades relacionadas al trabajo o actividades recreativas en forma repetitiva y por largos periodos, que incluyen posturas forzadas y su relación con movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y la aplicación de fuerzas hace necesario el desarrollo de investigaciones que busquen las causas de los trastornos musculoesqueléticos que afectan significativamente a la población en general, considerando que actualmente el incremento del uso de nuevas tecnologías desde edades cada vez más tempranas (tablets, celulares u otros dispositivos tecnológicos), motiva al desarrollo de nuevos estudios, como por ejemplo la

investigación realizada sobre el uso de celulares entre la población, lo que expone a las personas en general a las posturas incómodas por el uso de este dispositivo, que se pueden prolongar en el tiempo de forma diaria y acumulativa a largo plazo, ese estudio evidenció la presencia de dolor musculoesquelético con mayor frecuencia a nivel del cuello, el pulgar, la parte baja de la espalda y el codo; asociando la prevalencia del dolor musculoesquelético con el tamaño del celular; esta información se puede sobreponer a la sintomatología musculoesquelética de origen ocupacional (Walankar et al., 2021).

La Organización Mundial de Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) realizan revisiones sistemáticas y analizan investigaciones sobre el efecto de la exposición laboral a factores de riesgos disergonómicos, como el esfuerzo de fuerza, la postura exigente, la repetitividad, la vibración mano-brazo, el levantamiento de cargas, arrodillarse y /o ponerse en cuclillas y escalar, evidenciando que se relacionan a trastornos musculoesqueléticos y osteoartritis de cadera o rodilla, registrando prevalencias e incidencias de estos trastornos; brindando recomendaciones y ampliando las investigaciones que relacionan los TME con los riesgos disergonómicos para su prevención (Hulshof et al., 2021).

Investigaciones realizadas, en diferentes grupos ocupacionales o actividades laborales, relacionan a las posturas forzadas con diferentes trastornos musculoesqueléticos:

- En los conductores profesionales se evidencia una relación entre TME y la postura de trabajo en correlación al tiempo de exposición, además de otros factores como el tiempo de experiencia (Joseph et al., 2023).
- En los profesionales de la salud tienen un 60% de prevalencia de TME en la zona lumbar y 35-55% en los miembros superiores, en cirujanos y odontólogos, la cifra es mayor al 25% de TME en los miembros inferiores en personal de enfermería (Jacquier-Bret & Gorce, 2023). Otros estudios en profesionales de la odontología identifican que los TME son frecuentes y están relacionadas a las posturas forzadas y estáticas en sus actividades profesionales, siendo las zonas corporales del cuello y la espalda las que son afectadas con mayor frecuencia (Chenna et al., 2022; Gopinadh et al., 2013; Quintana-Salgado et al., 2020). La prevalencia de TME del 26 al 79.6% a nivel lumbar, del 12 al 59% a nivel de cuello y del 14 al 46.2% a nivel de los miembros superiores en fisioterapeutas (Milhem et al., 2016). En los médicos cirujanos se encuentra relación entre las posturas adoptadas en los procedimientos quirúrgicos y los TME que se pueden desarrollar de forma crónica por el daño acumulativo que se presenta por el tiempo de exposición (Schlussel & Maykel, 2019).
- En docentes de educación regular se evidenció que la prevalencia de TME osciló entre el 48.7% y el 73.7%, mientras que en los docentes de educación especial la prevalencia osciló entre el 38.7% y el 94%; los factores de riesgo principales son la postura forzada y el manejo manual de cargas, esto estuvo relacionado a actividades como llevar a los estudiantes al baño, cambiar pañales, actividades de rehabilitación y alimentación (Abdul Rahim et al., 2022).

- Los trabajadores con labores administrativas, que involucran en sus actividades el uso de computadoras y en postura sedente predominantemente, presentaron TME en la zona cervical, lumbar y en las articulaciones del hombro (Malińska, 2019).
- Entre los peluqueros se encuentra que aproximadamente entre el 13 y 76% presentan TME en la zona lumbar, del 9 al 58% en la zona cervical, del 11 al 60% en los miembros superiores (Kozak et al., 2019).
- En los trabajadores de confección textil el 24.7% presentan dolor lumbar, 23.7% dolor de cuello, 13% dolor de rodilla (Hossain et al., 2018).
- En los trabajadores de servicio de catering hay un 73% de prevalencia de TME en miembros superiores (Giorgianni et al., 2023).

En el análisis de los estudios en diferentes poblaciones ocupacionales se evaluaron aspectos como la relación entre la exposición postural y la presencia de TME, se encontró información sobre el umbral angular de la flexión del cuello siendo de 20° cuando se relacionaba con la presencia de TME (Norasi et al., 2022). La postura de pie se relaciona con alta probabilidad de desarrollar dolor de espalda baja (Leivas et al., 2022), la exposición del 25% o más de la jornada laboral con posturas incómodas o forzadas del tronco (flexionada, torcida y girada), trabajar con los miembros superiores por encima de los hombros o trabajar en cuclillas y arrodillado aumenta el riesgo de incapacidad por enfermedad (Andersen et al., 2016). Estudios realizados en laboratorio evidenciaron que existe una asociación perjudicial entre la postura de bipedestación por tiempo prolongado y la aparición de síntomas musculoesqueléticos sobre todo en la espalda baja y los miembros

inferiores, recomendando evitar la postura de bipedestación por un tiempo mayor a 40 minutos (Coenen et al., 2017). Por lo tanto, en la revisión realizada se encontró una vasta evidencia epidemiológica sobre la asociación de la carga postural y el desarrollo de trastornos o lesiones musculoesqueléticas en el segmento corporal que este más expuesto, siendo esto fundamental para la identificación, medición y el consecuente análisis de propuestas de solución.

4.3. MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS POSTURAS DE TRABAJO

Los métodos ergonómicos, según la forma de obtener la información, pueden ser categorizados como (Angulo Martínez et al., 2021; Furlanetto et al., 2016; Sukadarin et al., 2016):

- Métodos directos: para su aplicación se requiere el uso de diferentes equipos e instrumentos electrónicos para la recopilación de información de los movimientos y/o las posturas que realiza la persona observada durante su actividad laboral, entre los instrumentos utilizados en estos métodos directos se encuentran los goniómetros, los electromiógrafos, los softwares de digitalización de imágenes, la fotogrametría; entre las ventajas de su aplicación se resalta su nivel de precisión y exactitud al recoger grandes volúmenes de información que a veces puede obstaculizar la explicación de la misma.
- Métodos indirectos: basados en la observación directa del evaluador, entre ellos se encuentran el método RULA, método REBA, método OWAS, entre otros, que se caracterizan por ser de bajo costo, requieren pocos materiales para su aplicación, no interfieren con la actividad de la persona observada y son muy

utilizados a pesar de su baja precisión y la elevada variabilidad inter e intra de la observación.

Otros autores clasifican a los métodos ergonómicos directos como objetivos y a los métodos ergonómicos indirectos como subjetivos; y otra clasificación los define como métodos descriptivos, métodos experimentales y métodos de evaluación (Salvendy & Karwowski, 2021). Existen también clasificaciones de los métodos ergonómicos en función al sector económico evaluado, como el sector forestal, industrial o agrícola; y otros en función a los riesgos de exposición implicados en la actividad de trabajo aplicables a cualquier sector económico, como métodos para evaluar la carga física como las posturas forzadas o estáticas, los movimientos repetitivos, los esfuerzos por levantamiento de cargas, el entorno ambiental o del diseño del puesto de trabajo (Joshi & Deshpande, 2019).

A su vez los métodos ergonómicos hacen uso de diferentes técnicas para recolectar y complementar la información obtenida y brindar sus resultados (generalmente expresados en niveles de riesgo), entre las técnicas e instrumentos de recopilación de información más usados tenemos a la observación, la entrevista y la aplicación de cuestionarios (García-Izquierdo, 2017; Rincón, 2017).

Es relevante mencionar que para la selección y aplicación de cualquier método ergonómico se debe considerar lo siguiente (Salvendy & Karwowski, 2021):

- La fiabilidad humana que puede implicar la variación en el comportamiento debido a factores internos o externos; este impacto podría aplacarse por algunas

estrategias en la selección e implementación del método que implica la valoración minuciosa del evaluador.

- El objetivo del estudio ergonómico, relacionado a su nivel de alta o baja complejidad.
- La experiencia y los conocimientos del evaluador sobre el método ergonómico que empleará.
- Los recursos que implican la ejecución del método ergonómico, como los recursos económicos, humanos, de tiempo o de los equipos.
- Las propiedades psicométricas del método en investigaciones previas que incluyan la confiabilidad, la validez y la objetividad, teniendo en cuenta que los métodos aplican criterios o mediciones de una muestra como ejemplo de una población más extensa que se pueden vincular a conclusiones generales.

El análisis de las posturas de trabajo no es complejo, debido a que la postura se basa en las mediciones de los ángulos articulares de los diferentes segmentos corporales, y las desviaciones o alejamientos angulares de estos en relación a la postura neutra de la persona evaluada, de esta manera se valora mediante la observación de la actividad laboral real y el esquema de clasificación postural del método ergonómico aplicado (Sukadarin et al., 2016).

Un estudio de revisión sistemática encontró que entre los años 1979 al 2019 fueron publicados 39 artículos en los que se comparan con mayor frecuencia 18 métodos ergonómicos de los cuales destacan como los más usados para evaluar la carga postural al método REBA (22%), método RULA (21%) y método OWAS

(11%) (Joshi & Deshpande, 2019). Otra revisión sistemática afirmaba que el método RULA es el método más apropiado para evaluar la carga postural y es el más usado por los profesionales en ergonomía, seguido por el método REBA y el método OWAS (Kee, 2022).

El cuadro 1 lista los diversos métodos ergonómicos que analizan la carga postural de trabajo reportados con mayor frecuencia en la literatura revisada, en forma directa e indirecta:

Cuadro 1: Métodos Ergonómicos para evaluación de posturas

Método Ergonómico	Año de creación
Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)	1977
Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	1993
Rapid Entire Body Assessment (REBA)	2000
ISO 11226-2000 Ergonomics – Evaluation of static working postures	2000
Posture Targetting	1979
Portable Ergonomic Observation (PEO)	1995
Posture, Activity, Tools and Handling (PATH)	1996
Quick Exposure Checklist (QEC)	1998
Postural Loading on the Upper Body Assessment (LUBA)	2001
Evaluación del Riesgo Individual (ERIN)	2011
Rapid Office Strain Assessment (ROSA)	2012
Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA)	2013
Agricultural Lower Limb Assessment (ALLA)	2010
Agricultural Upper-Limb Assessment (AULA)	2011
Agricultural Whole-Body Assessment (AWBA)	2015

Fuente: Elaboración propia

Entre los métodos ergonómicos más utilizados para la evaluación de la carga postural se destacan los siguientes:

a) Método Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)

El método OWAS fue elaborado en Finlandia en una siderúrgica donde se describía la carga postural de trabajo de los trabajadores durante la actividad de fundición de hierro (Karhu et al., 1977). En este estudio se describió las posturas de trabajo más comunes del cuerpo, dividiéndolas en cuatro categorías: 03 segmentos corporales (04 posturas de la espalda, 03 posturas de los brazos y 07 posturas de las piernas) y el peso de la carga (3 rangos de peso de la carga) (García-Izquierdo, 2017; Obregón, 2016; Villar, 2015). La postura de cada segmento corporal y el peso de la carga se le asigna un dígito y la combinación de estas brinda un código de cuatro dígitos, clasificándose 252 posturas en total; este método consta principalmente en observar en forma directa o indirecta (fotografías o video) las actividades laborales de un puesto de trabajo en intervalos periódicos de tiempo (recomendable de 30 o 60 segundos), analizar y asignar un código a cada postura identificada para luego considerar el nivel de acción necesario para implementar las medidas preventivas o correctivas en el puesto de trabajo analizado, considerando cuatro niveles de acción establecidos en este método, además, evalúa el riesgo postural por segmento corporal en forma individual, de acuerdo con la frecuencia de repetición de la postura por segmento durante el periodo de observación (Mattila & Vilkki, 1999), también se desarrolló un programa informático portátil de este método para reducir el tiempo de proceso y seguimiento de análisis (Kivi & Mattila, 1991).

De acuerdo con las investigaciones realizadas sobre la aplicación de los métodos ergonómicos destacan al método OWAS como uno de los métodos más simples para el estudio de la carga postural de trabajo y una de sus ventajas es que no requiere un entrenamiento especializado, es confiable y no evidenció diferencias significativas entre evaluadores especializados y no especializados (Lins et al., 2021), además de ser uno de los métodos más utilizados entre los años 1990 al 2017 en diferentes sectores económicos y en diferentes países; sin embargo una sus desventajas es que no permite valorar los segmentos corporales más pequeños como la mano, la muñeca o el cuello, y valora al cuerpo en forma global no permite la evaluación por lados o hemicuerpos (Gómez-Galán et al., 2017).

b) Método Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

El método RULA fue propuesto en 1993 en Inglaterra, es un método observacional que califica las posturas individuales adoptadas durante la actividad laboral con riesgo de lesión musculoesquelética, específicamente de los segmentos del cuello y de las extremidades superiores (McAtamney & Nigel Corlett, 1993). La aplicación del método RULA requiere inicialmente observar las posturas de trabajo a evaluar, se seleccionan las posturas con mayor carga postural y la calificación de los segmentos corporales se puede realizar en forma directa, con instrumentos de medición de ángulos como transportadores o goniómetros, o indirectamente mediante grabación de video o fotos; se debe considerar, en la observación y selección de posturas, el lado del cuerpo a evaluar o si serán ambos hemicuerpos; este método separa al cuerpo en dos grupos, el grupo A (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B (piernas, tronco y cuello) dándole un valor a

cada segmento corporal, a la puntuación de cada grupo se le agregará el puntaje del tipo de actividad muscular ejercida y la fuerza o carga que se manipula, y la intersección de estas darán como resultado la puntuación final del método RULA que determinará el nivel de riesgo y la necesidad de las acciones o cambios a implementar en la actividad laboral (Obregón, 2016; Stanton, et al., 2019).

Un estudio de revisión sistemática realizado en España en el 2020 evidenció que entre 1993 al 2019 el método RULA fue el método de mayor preferencia, utilizado para evaluaciones posturales en diferentes sectores económicos (manufactura, salud, agricultura, pesca, transporte, servicios administrativos, educación) y diversos países (Estados Unidos, Irán, Malasia, India, Portugal, Brasil, Canadá y Reino Unido); se menciona que entre las ventajas que destacan a este método tenemos que es fácil de usar, actualmente existen programas informáticos que ayudan a reducir el proceso de análisis y el observador no requiere un entrenamiento complejo ni experiencia para la aplicación y como una de las limitaciones se puede considerar que este método no considera en su evaluación la duración de la actividad (Gómez-Galán et al., 2020).

c) Método Rapid Entire Body Assessment (REBA)

El método REBA fue creado en el 2000 en Inglaterra, se basó en el método RULA, estudiando el tipo de posturas de trabajo adoptadas en la atención médica y de los servicios de salud, identificándose aproximadamente 600 posturas (Hignett & McAtamney, 2000); es un método observacional con el que se estima el riesgo de carga postural de todo el cuerpo asociado al trabajo, en especial si conllevan cambios inesperados y ofrece una evaluación ordenada y rápida de los riesgos

posturales o biomecánicos del cuerpo; para su aplicación se debe obtener datos sobre la postura del cuerpo y es necesario seleccionar las posturas individuales para evaluar, sobre todo aquellas posturas que puedan tener mayor criticidad postural por su tiempo de exposición, frecuencia o desviaciones posturales (posturas incómodas o forzadas); puede valorar estas posturas de manera directa, mediante uso de instrumentos de medición de ángulos como transportadores o goniómetros, o indirectamente mediante fotos o videos y la valoración se realiza por hemicuerpo derecho y hemicuerpo izquierdo (Obregón, 2016; Stanton, et al., 2019); similar al método RULA, este método secciona al cuerpo en dos grupos y establece un valor a cada segmento corporal (Grupo A: piernas, tronco y cuello y Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas); a la valoración de cada grupo se le adicionará otro puntaje según aplique, para el grupo A se le suma la fuerza o carga que se manipula y el tipo de movimiento o acción obteniéndose la Puntuación A, y para el grupo B el tipo de acoplamiento o agarre que se ejerce en la postura obteniéndose la Puntuación B; luego a estas puntuaciones (A y B) se le sumarán el tipo de actividad muscular ejercida y se obtendrá la Puntuación Final del método REBA, que según el valor obtenido indicará un nivel de riesgo disergonómico (de 5 niveles) asociado a la carga postural y la urgencia de las acciones o cambios a tomar en la actividad laboral analizada (Madani & Dababneh, 2016).

El método REBA es considerado uno de los métodos más utilizados para la evaluación de la carga postural, un estudio de revisión en España evidenció que entre mayo del 2002 a julio del 2019, el método REBA fue aplicado en los sectores de manufactura, agricultura, transporte, construcción, educación, salud, entre otras; y en diferentes países de América, Europa, Asia y África; entre sus ventajas esta su

fácil aplicación, añadiéndose a esto que actualmente existen aplicaciones informáticas que ayudan a acortar el tiempo de análisis, pero una de sus limitaciones es que la selección de las posturas a evaluar dependerá del criterio del evaluador pudiendo omitir algunas posturas que se requieran evaluar (Hita-Gutiérrez et al., 2020).

d) ISO 11226-2000 Ergonomics – Evaluation of static working postures

Estándar o norma internacional que recomienda los rangos de límites aceptables de las posturas estáticas de trabajo con el fin de evitar o minimizar los efectos nocivos en el sistema musculoesquelético sin esfuerzo externo o buscando que este sea mínimo. Para esta norma la postura de trabajo estática se define como “la postura que se adopta en las actividades laborales por un período superior a 4 segundos; considerando que podrían existir variaciones leves o nulas de los músculos y otras estructuras corporales”. La norma propone la evaluación de las posturas en uno o dos pasos iniciales para determinar si es aceptable o no, analiza por separado varios segmentos corporales y articulaciones. El primer paso es valorar los ángulos articulares por segmentos del cuerpo (cabeza, tronco, hombro-brazo, antebrazo-mano y miembros inferiores), teniendo en cuenta como correctas aquellas mediciones que se encuentren dentro de los límites del rango de movimiento debido a que indicaría que no existe riesgo de sobrecarga de las estructuras pasivas del cuerpo, como los ligamentos, los cartílagos y los discos intervertebrales, y brindado como resultado que la postura del cuerpo de este segmento corporal es “Aceptable”, pero si no cumple este criterio se tendría 2 opciones “Ir al Paso 2” debido a que se requiere conocer el tiempo de

mantenimiento de la postura analizada y determinar si la postura es tolerable; o dar como resultado “No recomendado” debido a que los ángulos articulares se ubican dentro del rango de posturas extremas (ISO 11226, 2000; Karwowski et al., 2021; Villar, 2015).

Estudios en cirujanos dentistas (60) y trabajadores de una empresa manufacturera (50) evidenció que el entrenamiento y creación de procedimientos basados en los parámetros de la ISO 11226-2000 contribuyeron significativamente en la corrección de las posturas estáticas e incómodas (De Santana Sampaio Castilho et al., 2021; Gattamelata & Fagnoli, 2022); además este estándar es referencia anatómica para el análisis de los segmentos corporales en diferentes estudios en los que se utilizan unidades de medición inercial o sensores de movimiento portátiles (Stefana et al., 2021; Yu et al., 2021).

Además existen otros métodos que también evalúan la carga postural como (Joshi & Deshpande, 2019; Naranjo et al., 2020; Ogedengbe et al., 2023; Salvendy & Karwowski, 2021; Stanton, et al., 2019):

e) Método Posture Targetting:

Método que describe y analiza las posturas de cada parte del cuerpo (cabeza, tronco, miembros superiores y miembros inferiores) mediante gráficas de tres círculos concéntricos para simbolizar en el plano vertical (45° , 90° y 135°) y unas líneas radiales para figurar las desviaciones en el plano horizontal. Para la aplicación de este método ergonómico primero hay que seleccionar las posturas características o extremas adoptadas por la persona en la actividad, mediante la observación directa o la videograbación, y por cada postura a evaluar se marcarán

en los gráficos las posturas adoptadas por cada segmento corporal. Es un método que permite analizar ambos lados del cuerpo y que requiere entrenamiento o experiencia para su aplicación (Corlett et al., 1979).

f) Método Portable Ergonomic Observation (PEO):

Evalúa la carga postural en forma descriptiva (manos, cuello, tronco y rodillas) y relacionada a la manipulación manual de cargas. Este método considera nueve categorías principales (segmentos corporales o actividades) y estas categorías se subdividen entre 2 a 5 subcategorías; y clasifica eventos (categoría + subcategoría) durante el periodo observado (grabado) para luego describir y cuantificar la frecuencia de eventos y su duración con estadísticas simples integrando los datos de las posturas y las actividades laborales. Para la aplicación del método se requiere previamente entrevistar al trabajador, seleccionar y filmar las actividades a evaluar, medir las fuerzas ejercidas y transferir los datos a una computadora para ser analizados según los criterios de este método. Este método mostró una validez aceptable y confiabilidad intra e inter observadores; sin embargo, requiere entrenamiento para su aplicación (Fransson-Hall et al., 1995).

g) Método Posture, Activity, Tools and Handling (PATH):

Analiza la carga postural en actividades de trabajo de naturaleza no repetitiva, como las actividades en los puestos de trabajo del sector construcción, agrícola y minero; este método proporciona una estimación estadística de la proporción del tiempo o frecuencia de la exposición laboral según la postura, la actividad y las cargas manipuladas. Para la codificación postural de este método se basó en el

método OWAS adicionando otros códigos para la descripción de la actividad, uso y agarre de herramientas y el manejo de cargas. Para su aplicación se requiere un entrenamiento previo; este método establece que primero se determinen y describan las tareas y actividades laborales a través de entrevista a los trabajadores y observación directa de la actividad, también se determinan el peso de herramientas y materiales utilizados, se recomienda un muestreo de un grupo de trabajadores por 3 a 4 horas (desde el inicio del turno) y un intervalo fijo mínimo de observaciones de 45 segundos. El método PATH evalúa la postura codificando a 4 segmentos corporales (05 posturas del tronco, 02 posturas del cuello, 03 posturas de los brazos y 10 posturas de las piernas), también codifica a la actividad en 4 categorías; y la manipulación manual de cargas (herramientas o materiales) se determina por medición directa (dinamómetro) o estimación (Buchholz et al., 1996).

h) Método Quick Exposure Checklist (QEC):

Determina la carga postural del cuello, del tronco, de los brazos y las manos, que para el método, considera que son los segmentos expuestos principalmente a factores de riesgo de carga física y factores psicosociales para el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos relacionados al trabajo; para identificar los factores de riesgo considera la observación del evaluador y la entrevista al trabajador y así aplicar cambios en las estaciones de trabajo, de las herramientas o de los métodos de trabajo que puedan eliminar o minimizar el nivel de exposición y reevaluar el cambio inmediatamente con el mismo método. El método QEC fue modificado en el año 2005 para una mejor aplicación e interpretación. Para su aplicación primero se requiere un entrenamiento previo y conocimiento de la “Guía del usuario de

QEC” para conocer las categorías y definiciones del método. Luego se define la actividad a evaluar, por lo que se requiere observación directa (o grabación), el tiempo y número de trabajadores necesarios para tener una muestra representativa (se recomienda por lo menos un ciclo de trabajo), y se completan 2 listas de verificación: “Evaluación del observador” (evalúa los segmentos corporales) y “Evaluación del trabajador” (características específicas de la tarea), para luego obtener la puntuación total de cada segmento y el factor de riesgo para categorizarlo según los 4 niveles de exposición del método ergonómico (bajo, moderado, alto o muy alto), el cual fue evaluado según la “Tabla de puntuaciones de exposición” y finalmente determinar las prioridades de intervención (Li & Buckle, 1998, 2000).

i) Método Postural Loading on the Upper Body Assessment (LUBA):

El método LUBA evalúa la carga postural de la parte superior del cuerpo (cuello, tronco, brazos y manos) determinado por el índice de discomfort percibido por los movimientos de estos segmentos corporales. Para la aplicación del método, primero se realiza la observación (o filmación) del trabajador por varios ciclos de trabajo para identificar las posturas a evaluar de acuerdo con el tiempo de mantenimiento o de mayor tensión postural (según el observador o el trabajador). Luego a cada segmento corporal (movimiento articular) de la postura se le asigna un valor relativo de “discomfort percibido”, estos valores se suman para obtener el “índice de carga postural” y con el tiempo máximo de mantenimiento (MHT) de la postura se podrá definir el “nivel de acción correctiva” (clasificado en 4 niveles) que se requiere aplicar en el puesto de trabajo analizado (Kee & Karwowski, 2001).

j) Método Evaluación del Riesgo Individual (ERIN):

El método ERIN fue desarrollado en el año 2011, propuesto especialmente para personas con poco entrenamiento y no experto. El método ERIN incluye la medición o evaluación de siete variables: postura de 4 segmentos corporales (tronco, hombro/brazo, mano/muñeca y cuello) y frecuencia de movimiento de estos segmentos, el ritmo (resultado de la interacción de la velocidad de trabajo y la duración de la tarea), intensidad del esfuerzo (resultado de la intensidad del esfuerzo percibido del evaluador y su frecuencia); y la valoración que hace el trabajador sobre estrés percibido que se requiere al realizar la tarea; a cada variable se le asigna una calificación (valor de riesgo), luego los siete valores serán sumados brindando un valor de riesgo total para finalmente determinar el nivel de riesgo y las acciones a tomar según esta metodología (Rodríguez, 2021; Rodríguez et al., 2013).

k) Método Rapid Office Strain Assessment (ROSA):

El método ROSA fue desarrollado en Canadá con el objetivo de evaluar el discomfort de la carga postural en los puestos de trabajo de oficina. Este método se basa en la valoración de la desviación postural debido a la interacción con el uso diario de la silla de trabajo (Tabla A) y accesorios periféricos: la pantalla de visualización de datos, el teléfono (Tabla B), el mouse o ratón y el teclado (Tabla C), obteniendo una puntuación final de estos accesorios (Tabla D) que combinado con la valoración de la silla (Tabla A) se obtendrá una puntuación final (Tabla E), que según los autores si el valor obtenido es igual o mayor a 5 se requiere priorizar una intervención de cambio inmediato en el puesto laboral (Sonne et al., 2012).

l) Método Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA):

El método NERPA fue desarrollado en base a las clasificaciones posturales de los métodos RULA, la normativa ISO 11226:2000, método OCRA y UNE-EN 1005, es un método de predicción utilizado en trabajos industriales que evalúa la carga postural del cuerpo (cuello, tronco, miembros superiores y miembros inferiores) a través de herramientas CAD (diseño asistido por computadora) y modelado humano digital biomecánico en 3D para capturar el movimiento en tiempo real y simular la interacción con el entorno laboral. Entre sus ventajas los autores refieren que no existe el error de cálculo de los ángulos por observación directa y el programa permite en tiempo real valorar la postura y determinar las más dañina (Sanchez-Lite et al., 2013).

m) Métodos de evaluación postural en el sector agrícola: Entre los métodos ergonómicos que evalúan la carga de postural durante las actividades agrícolas se pueden destacar a:

- **Método Agricultural Lower Limb Assessment (ALLA):** evalúa la carga postural de los miembros inferiores (13 posturas) adoptadas durante las actividades agrícolas para determinar el nivel de riesgo (clasificación de 4 niveles) considerando la duración de cada postura corporal (Kong et al., 2010).
- **Método Agricultural Upper-Limb Assessment (AULA):** evalúa la carga postural de los miembros superiores (12 posturas) adoptadas durante las actividades agrícolas para determinar el nivel de riesgo (clasificación de 4 niveles) considerando la duración de cada postura (Kong et al., 2011).

- **Método Agricultural Whole-Body Assessment (AWBA):** evalúa la carga postural de todo el cuerpo adoptadas durante las actividades agrícolas, para determinar un nivel de riesgo total de este método se unen los niveles de riesgo de los métodos ALLA y AULA (Kong et al., 2015).

Son múltiples los métodos ergonómicos que pueden aplicarse en cada tipo de actividad laboral, sin embargo, un estudio realizado en el 2019 mediante una encuesta a expertos certificados en ergonomía (405) de Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña, Australia y Nueva Zelanda sobre el uso de los instrumentos ergonómicos relevantes en la práctica ergonómica, y comparando los resultados de una encuesta inicial que se realizó en el 2005, evidenció que entre los más relevantes en su uso profesional destacaron el método REBA y método RULA. También se encontró que el 24-28% de los ergonomistas hacen uso de aplicaciones o tecnologías en su práctica profesional (Lowe et al., 2019).

4.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS RELACIONADOS A LAS POSTURAS DE TRABAJO

Aspectos del trabajador como el comportamiento individual, influye en los factores de riesgo disergonómicos relacionados al trabajo como; la postura, la velocidad del trabajo, las habilidades adquiridas con la experiencia previa, las habilidades motrices y la competencia profesional, que nos orienta a tomar medidas de prevención de los TME analizando las siguientes 8 categorías: el ajuste en el lugar de trabajo, la variación, el ejercicio, el uso de ayudas, las habilidades profesionales, los modales profesionales, la organización de las tareas y las

habilidades motrices (Van De Wijdeven et al., 2023). Por ello es importante tener en cuenta los siguientes criterios en el diseño de los puestos de trabajo: las dimensiones y la altura de las superficie de trabajo, la orientación de las superficies de trabajo y la selección de mobiliario adecuado para trabajos que requieren estar sentado o de pie (Bestratén et al., 2008).

Un factor protector ante el desarrollo de los TME en los lugares de trabajo es que cumplan con las normas de seguridad y salud en el trabajo, se identifiquen las intervenciones para la mejora del entorno de trabajo como en el caso de una estación de trabajo con criterios de ergonomía, siendo ajustable a las características del usuario según su necesidad (Nabi et al., 2021) y que desde la organización del trabajo se proponga (Bestratén et al., 2008):

- Diseño o rediseño ergonómico del puesto de trabajo, para evitar posturas forzadas.
- No mantener por más de cuatro segundos la misma postura.
- Alternar las posturas de pie - sentado siempre que sea posible.
- Evitar la flexión, hiperextensión y torsión del tronco, asimetría y la posición de los brazos por encima de la altura del corazón.
- Mantener el cuello sin rotaciones, flexiones, extensiones ni inclinaciones.
- Organizar el trabajo de forma que haya variedad de tareas.
- Implementar capacitación, divulgación de información sobre las consecuencias en la salud que resultan de una postura estática o inadecuada.
- Realizar formación sobre la higiene postural.

Es crucial centrarse en la cultura de la seguridad y salud en el trabajo en los lugares de trabajo donde ingresan los trabajadores jóvenes porque el comportamiento defendido y promulgado de los líderes y trabajadores en entornos cotidianos establece la norma en los trabajadores jóvenes. Por lo descrito anteriormente es importante que las intervenciones de seguridad incluyan seis tipos principales de acción (Hanvold et al., 2019):

- Cambios en el conocimiento y las actitudes de los trabajadores.
- Cambios fisiológicos y uso de equipo de protección personal.
- Cambios en el comportamiento de los trabajadores.
- Cambios en las normas, cultura de seguridad y clima de la organización.
- Cambios estructurales como el entorno físico u organizacional.
- Una intervención integrada con combinaciones de los cambios en los factores antes mencionados.

En el caso de investigaciones en donde se encuentra relación entre las actividades laborales con la presencia de los TME, se plantea como recomendación incluir la ergonomía como parte del sistema educativo (Gopinadh et al., 2013). Se debe fomentar la conciencia, adopción y mantenimiento de posturas ergonómicas apropiadas desde los centros educativos de formación profesional (Chenna et al., 2022). Se requiere la educación y el entrenamiento para desarrollar la memoria muscular en beneficio de la persona (Schlussel & Maykel, 2019); se deben implementar rutinas para el fortalecimiento muscular, que pueden lograr un menor dolor e incapacidad funcional como resultado, por lo que es recomendable trabajar

las cadenas musculares del cuerpo humano como parte de la prevención primaria y secundaria de la salud (Alfonso-Mora et al., 2017).

La prevención de los TME debe centrarse en la implementación de programas de salud en el lugar de trabajo que promuevan un estilo de vida saludable y brinden educación en ergonomía y una buena organización del trabajo. Se debe alentar a participar en estas actividades a todos los trabajadores y especialmente a los trabajadores mayores de 50 años, personas con sobrepeso y mujeres (Malińska, 2019). Además, se recomienda utilizar cuestionarios validados para informar sobre los TME, esto contribuye a una buena detección temprana de síntomas musculoesqueléticos o diagnóstico precoz de los mismos (Chenna et al., 2022).

En Latino América existe la necesidad de incrementar el reconocimiento y demanda del uso de la ergonomía en sectores como el de salud en donde es claro el beneficio que representa en el estado de salud de la persona (Aceves-González et al., 2021).

En el Perú la Resolución Ministerial N.º 375-2008-TR que aprueba la "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico" plantea recomendaciones generales que, si bien proporcionan nociones sobre prevención ante el riesgo disergonómico, no es fuente de estandarización en los conceptos o definiciones, dejando abierta la posibilidad de usar las herramientas que se consideren necesarias. El manual de salud ocupacional publicado el 2005 por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) en asociación con la

Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Ministerio de Salud proponen como gestión del riesgo: el reconocimiento, evaluación y control, esto nos brinda los pasos necesarios una vez medido el riesgo disergonómico. Por cuanto se plantea la necesidad de la gestión del riesgo, pero deja libertad sobre la forma de proceder con respecto a la evaluación y controles respectivos (DIGESA, 2005; Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, 2008).

4.5. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DISERGNÓMICOS ASOCIADOS A LAS POSTURAS DE TRABAJO

En la actualidad la tecnología ha avanzado significativamente en diversos campos o áreas de la actividad humana, como por ejemplo en el campo de la comunicación, la medicina, la educación y la industria, con la finalidad de mejorar la eficiencia, el bienestar, el conocimiento y la productividad de las personas; la ergonomía no es ajena al avance tecnológico, la aplicación de avances o aplicativos tecnológicos en la ergonomía va en aumento, con el objetivo de obtener mediciones en tiempo real, con datos precisos, confiables y permitiendo la integración con las herramientas clásicas existentes. Hoy en día, en diversos estudios, los métodos observacionales clásicos se aplican combinando las técnicas tradicionales de los cuestionarios, las entrevistas, la observación directa, con otras técnicas modernas como las simulaciones virtuales con las mediciones directas y en tiempo real (Battini et al., 2014; Lind et al., 2023). Estos avances tecnológicos se utilizan tanto en el análisis o estudio de las actividades de los puestos de trabajo y en la parte preventiva con la creación de dispositivos, programas y/o equipos que eviten o

minimicen el riesgo de lesión relacionadas a la actividad laboral (Stefana et al., 2021).

En el estudio o análisis de las posturas estáticas (carga postural), calificado como un importante factor de riesgo disergonómico para el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas, la ergonomía está aplicando actualmente los siguientes avances tecnológicos:

- **Modelado humano digital:** Esta herramienta es muy eficaz para las evaluaciones ergonómicas de las posturas mediante simulaciones, ayuda al profesional de ergonomía a mejorar su visualización de la interacción que tiene el trabajador con su entorno (estación de trabajo o equipos) (Mgbemena et al., 2020). Un estudio realizado en la Universidad de Salerno (Italia) midieron el confort percibido y los parámetros biomecánicos de las posturas en 100 personas que fueron modeladas previamente por el software DHM (Digital Human Modelling) DELMIA y posteriormente medido y analizado por fotogrametría de los ángulos del cuello, del hombro, del codo y de la muñeca (Naddeo et al., 2015).
- **Sensores de movimiento y de presión:** Evalúa las posturas de trabajo en tiempo real, colocando los sensores de movimiento en puntos referenciales del cuerpo para valorar la posición (goniómetros, inclinómetros), la velocidad y la aceleración del movimiento (acelerómetros) y con los sensores de presión (o fuerza) colocados en las superficies de apoyo para detectar los puntos de

presión en el cuerpo en la adopción de posturas prolongadas. Estudios actuales sobre sensores de movimiento han evidenciado que estos dispositivos a pesar de su contribución para estudiar y reducir las lesiones musculoesqueléticas relacionadas al trabajo su aplicación se mantiene aún rezagada (Lim & D'Souza, 2020; Naddeo et al., 2015). Sin embargo, otro estudio evidenció que estos dispositivos se usan mucho más en la actualidad que hace 5 años, sobre todo en el uso de estos dispositivos en entornos no controlados (fuera de laboratorios) (Picerno et al., 2021). Un estudio en 2018 utilizó sensores de presión plantar del pie para clasificar las posturas incómodas en actividades laborales de construcción simuladas, evidenciando que este método de evaluación es preciso (99.7%) y sensible (99.0%) para identificar las posturas incómodas y minimizar la exposición a lesiones musculoesqueléticas en el trabajo (Antwi-Afari et al., 2018). Además, estudios utilizan “prototipos de ropa de trabajo inteligente”, en el que se incluyen sensores inerciales de movimiento directamente a la ropa de trabajo y el uso de softwares con algoritmos basados en el método OWAS o los parámetros de la norma ISO 11226 para clasificar las posturas corporales de trabajo (Lins & Hein, 2022).

- **Software de análisis de posturas:** Esta herramienta tecnológica importante en la evaluación de las posturas corporales de trabajo que analiza los datos recopilados por videos, por los sensores de movimiento y presión o sensores de imágenes de luz infrarroja (Microsoft Kinect) para realizar cálculos de los tiempos de exposición en relación a las posturas identificadas generando informes detallados sobre el tiempo acumulado de exposición en relación a la

carga postural de los trabajadores, estos informes ayudan a los ergónomos a identificar detalladamente los problemas posturales (Lowe et al., 2014; Naddeo et al., 2015). Un estudio desarrolló y validó un sistema llamado SEE (Smart Ergonomics Explorer, siglas en inglés) basado en la integración del análisis de imagen de la postura humana y el cálculo automatizado del nivel de riesgo ergonómico postural que contribuiría a reducir el tiempo de análisis ergonómico realizado por los profesionales en el campo (Lee & Lee, 2022).

- **Realidad virtual y aumentada:** Esta herramienta es una integración de diferentes tecnologías que permite a una persona interactuar con entornos simulados y poder evaluar las diferentes posturas y movimientos que se adoptan ante la interacción con el escenario simulado (Chen & Wu, 2023). Un estudio realizado en estudiantes universitarios donde se combinó el modelado humano digital, la captura del movimiento y la realidad virtual para evaluar las posturas adoptadas en simulaciones de actividades laborales en 3 escenarios: un entorno real, un entorno virtual con estímulo auditivo y finalmente un entorno virtual con estímulo visual, evidenciaron que no hubo diferencias significativas en los ángulos de las articulaciones en el entorno real y virtual, pero sí diferencias significativas en la velocidad de ejecución (lento) y objetivo final (errores de precisión) de las tareas realizadas en el entorno virtual en relación al entorno real (Rizzuto et al., 2019). Otro estudio experimental realizado en trabajadores de empresas automotrices que instalan y posicionan cámaras para la inspección y detección de defectos en la carrocería a través de una interfaz por computador, en el cual se utilizó un interfaz de realidad mixta

con gafas Microsoft Hololens (dispositivo holográfico) evidenciando una mejora en la productividad debido a que el tiempo de la tarea se reducía aproximadamente un 50% (de 15 a 8 minutos) en operadores entrenados; otros resultados relacionados con la ergonomía y seguridad demostraron que al usar la interfaz de realidad mixta los operadores tuvieron una percepción de mayor seguridad, menor sensación de dolor y esfuerzo físico por la reducción de las malas posturas (Muñoz et al., 2020). Actualmente las simulaciones por entornos virtuales se está utilizando como herramienta de educación que fomenta la comunicación y participación de los trabajadores (Paravizo & Braatz, 2019); un estudio realizado en 70 trabajadores comparó las técnicas de capacitación sobre factores ergonómicos a través de una presentación de video versus el uso de medios inmersivos con visores de realidad virtual evidenciando que el uso de realidad virtual en capacitaciones preventivas aumentan el interés, expectativa y compromiso de los participantes, el conocimiento sobre los riesgos disergonómicos son percibidos de mayor utilidad aunque este conocimiento a los 3 meses no tuvo la suficiente capacidad de transferencia para lograr una significativa mejora en el lugar de trabajo (Diego-Mas et al., 2020).

Otros dispositivos portátiles que combinan las propiedades de los acelerómetros, los podómetros, los giroscopios y los magnetómetros son usados para el monitoreo de las posturas, específicamente a con la finalidad de prevenir TMEs a nivel de la columna vertebral, permitiendo el control en tiempo real mediante softwares o aplicativos instalados en celulares, son alternativas que aún

están en estudio pero que están ganando más protagonismo en diferentes campos laborales o de salud debido a la facilidad de uso y portabilidad (Simpson et al., 2019; Yoong et al., 2019).

Una intervención que incluya un entrenamiento en un entorno “Ciber-físico” (combinación de la realidad virtual, sensores de movimiento y rastreadores) para el entrenamiento postural en trabajadores de construcción con el objetivo de identificar las posturas adoptadas durante el entrenamiento, compararlas con las posturas seguras o recomendadas y entregar los materiales instructivos adecuados a la persona o requerimientos de capacitaciones adicionales, puede lograr que los participantes perciban este entrenamiento como fácil de usar, con una limitada interferencia con el área de trabajo y que la retroalimentación fuese comprensible y útil, ayudando a identificar y corregir las posturas inadecuadas (Akanmu et al., 2020).

Otros dispositivos usados en la prevención o corrección de la carga postural son los monitores de postura, utilizados para alertar o notificar mediante leves vibraciones o sonidos cuando el trabajador adopta una postura inadecuada, frecuentemente usado en trabajos en postura sentada, la ventaja del uso de estos dispositivos es que son de bajo costo, pequeños y de fácil uso por parte del usuario debido a que se puede controlar y hacer seguimiento mediante celulares (Agarwal & Jain, 2022; Park et al., 2018).

4.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo del presente trabajo de investigación presentó las siguientes limitaciones:

- Información restringida por ser de paga: diversos artículos científicos y libros requerían su compra o suscripción para el acceso completo de la información siendo una dificultad para acceder a más fuentes de información actualizadas y confiables.
- Escasa información nacional y latinoamericana: La información nacional y latinoamericana relevante para este estudio fue muy escasa, limitando la posibilidad de contraste y comparación de datos con otros contextos económicos y socioculturales.
- Limitada información en los diferentes grupos ocupacionales: Estudios ejecutados en los mismos grupos ocupacionales, limitando la heterogeneidad de la población, su epidemiología y otros hallazgos relevantes para el estudio.
- No hay estandarización de términos en las investigaciones: Se pudo evidenciar diferentes definiciones y/o criterios considerados por los diferentes estudios de otros países e idiomas que podrían generar ambigüedad y/o confusión en la información obtenida.

V. CONCLUSIONES

- a) La información revisada de los últimos 10 años relacionada a la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo, coinciden en que es esencial una gestión eficiente de estos factores para garantizar el bienestar y salud de los trabajadores, que se verá reflejado en la reducción de enfermedades musculoesqueléticas representado en un menor número de días perdidos por descansos médicos, el impacto económico por el tratamiento médico que requiera, reducción en la productividad y factores personales relacionados a un proceso de enfermedad.
- b) En los diferentes estudios o literatura científica revisada se puede concluir que la postura de trabajo es aquella posición que el cuerpo adopta, en su totalidad o por segmentos, ante la realización de una actividad laboral sean estas realizadas en posturas de pie, sentado, acostado y las demás variantes que son determinadas por el tipo de actividad, las características individuales del trabajador, el entorno que lo rodea (dimensiones del espacio, equipos, herramientas) y el esfuerzo fisiológico y biomecánico que impliquen estas posturas; además, se ha podido identificar los diversos términos para calificar a aquellas posturas de trabajo inadecuadas y que podrían exponer a riesgos musculoesqueléticos a los trabajadores (postura incómoda, postura viciosa, postura forzada, postura estática, postura rara, postura fuera de los ángulos de confort, postura prolongada).
- c) Los diferentes estudios científicos revisados demuestran que existe una clara asociación entre las posturas de trabajo inadecuadas y la probabilidad

de riesgo de producir molestias o trastornos musculoesqueléticos, entre las que destacan principalmente la lumbalgia, cervicalgia y dolor de hombros (entre otros segmentos corporales), cuya prevalencia puede variar según el tiempo de exposición, puesto de trabajo analizado (diferentes grupos ocupacionales o profesionales) y el tipo de tecnología utilizada en sus actividades laborales.

- d) En la diferente literatura científica revisada se evidencia la existencia de diversos métodos ergonómicos que evalúan las posturas de trabajo (carga postural) por segmentos específicos o de todo el cuerpo, y en diversa complejidad para su aplicación, evidenciándose mayor tendencia o preferencia de uso sobre aquellas metodologías de menor complejidad o de entrenamiento básico (método REBA, método OWAS y método RULA).
- e) Diferentes estudios científicos revisados han evidenciado que las medidas de prevención o corrección aplicadas en la gestión de las posturas de trabajo son fundamentales en el control o reducción en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en el trabajo y el impacto negativo que podrían generar tanto en el trabajador como en la organización, evidenciando como las más utilizadas la capacitación o entrenamiento actualizado y periódico para el trabajador (actividades que realiza y el sensibilización de riesgos disergonómicos a los que está expuesto) y el diseño o rediseño adecuado y óptimo del puesto de trabajo (áreas, procesos, equipos, herramientas).
- f) En la actualidad los avances tecnológicos han ingresado en el campo de la ergonomía como una herramienta de ayuda en la evaluación de las posturas de trabajo e implementación de las medidas de prevención de trastornos

musculoesqueléticos por carga postural, a través del uso softwares o algoritmos que incluyen patrones de calificación y clasificación de los métodos ergonómicos en tiempo real y reducido para el análisis de las posturas de trabajo, uso de dispositivos o sensores de movimiento y fuerza, o aplicaciones de realidad virtual que simulan las posturas adoptadas en las actividades laborales o como parte del entrenamiento o capacitación del puesto de trabajo.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Gestionar los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo requiere de una intervención multidisciplinaria y participativa con la finalidad de prevenir trastornos musculoesqueléticos, ello también contribuirá a la reducción de la fatiga, estrés laboral y otros factores de riesgo, favoreciendo un ambiente laboral saludable y sostenible.
- b) Es relevante tener una comprensión clara y profunda de los parámetros anatómicos, fisiológicos y biomecánicos para conceptualizar correctamente a las posturas de trabajo, que emplean diferentes términos, pudiendo tener definiciones similares total o parcialmente, estos términos pueden estar relacionados a los idiomas en lo que se encuentran o al contexto del artículo revisado.
- c) Es necesario documentar las evaluaciones realizadas con el fin de fomentar la publicación de los datos bajo criterios estandarizados y determinar estadísticamente el impacto de la carga postural en la población trabajadora y contar con información epidemiológica confiable para la prevención de TME.
- d) Tener en cuenta que para la selección y aplicación correcta de un método ergonómico se requiere conocimiento del puesto de trabajo, objetivo del estudio ergonómico y la experiencia previa del ergónomo o profesional que lo realiza esto contribuirá en un adecuado análisis de las posturas de trabajo, además del cumplimiento legal, que proporcionarán, según la metodología, la significancia de probabilidad de desarrollo de lesiones o trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

- e) Considerar como principales medidas preventivas para la gestión de los factores de riesgos disergonómicos asociados a las posturas de trabajo a la capacitación o entrenamiento que debe ser actualizada y periódica para sensibilizar al trabajador sobre los riesgos disergonómicos presentes en su puesto de trabajo y como identificarlos; y el diseño o rediseño adecuado del puesto laboral para evitar que los trabajadores estén expuestos a adoptar posturas inadecuadas contribuyendo a prevenir los TMEs y mantener una organización saludable y productiva.
- f) Es importante conocer aquellas nuevas tecnologías aplicadas en el campo de la ergonomía, lo cual será un desafío para el profesional pero favorecerá al ergónomo en la reducción de tiempo y sesgo en la recolección de información, además se debe considerar que no reemplazará el análisis y criterio del evaluador en la implementación de medidas preventivas o correctivas.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Rahim, A. A., Jeffree, M. S., Ag Daud, D. M., Pang, N., & Sazali, M. F. (2022). Factors Associated with Musculoskeletal Disorders among Regular and Special Education Teachers: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11704. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811704>
- Aceves-González, C., Landa-Ávila, I. C., Carvalho, F., Ortega-Ruiz, B. A., & Thomas Jun, G. (2021). Ergonomía en los sistemas de salud de América Latina: Revisión sistemática de la situación actual, necesidades y desafíos futuros. *EID. Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 3(2), 10-27. <https://doi.org/10.29393/EID3-11ESCG5001>
- Agarwal, Y., & Jain, R. (2022). *Designing a Flex Sensor-Based Posture Trainer*. 10(12), 11.
- Akanmu, A. A., Olayiwola, J., Ogunseiju, O., & McFeeters, D. (2020). Cyber-physical postural training system for construction workers. *Automation in Construction*, 117, 103272. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103272>
- Alfonso-Mora, M. L., Romero-Ardila, Y. P., & Montaña-Gil, E. M. (2017). Efectos de un programa de ejercicios sobre el dolor lumbar en trabajadores de oficina. *Revista Médicas UIS*, 30(3), 83-88. <https://doi.org/10.18273/revmed.v30n3-2017009>
- Andersen, L. L., Fallentin, N., Thorsen, S. V., & Holtermann, A. (2016). Physical workload and risk of long-term sickness absence in the general working population and among blue-collar workers: Prospective cohort study with

- register follow-up. *Occupational and Environmental Medicine*, 73(4), 246-253. <https://doi.org/10.1136/oemed-2015-103314>
- Angulo Martínez, S. P., Valencia Quintero, Y. J., Rivera Huertas, L. M., & Gómez Salazar, L. (2021). Métodos ergonómicos observacionales para la evaluación del riesgo biomecánico asociado a desordenes musculoesqueléticos de miembros superiores en trabajadores 2014-2019. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 10(2), 6329. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rso.2.2020.6329>
- Antwi-Afari, M. F., Li, H., Yu, Y., & Kong, L. (2018). Wearable insole pressure system for automated detection and classification of awkward working postures in construction workers. *Automation in Construction*, 96, 433-441. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.004>
- Battini, D., Persona, A., & Sgarbossa, F. (2014). Innovative real-time system to integrate ergonomic evaluations into warehouse design and management. *Computers & Industrial Engineering*, 77, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.08.018>
- Bestratén, M., Hernández, A., Luna, P., Nogareda, C., Nogareda, S., Oncins, M., & Solé, M. (2008). *Ergonomía* (5ta ed.). Institutp Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo - INSST. <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/riesgos-ergonomico-5-edicion-2008>
- Bridger, R. S. (2018). *Introduction to human factors and ergonomics* (Fourth edition). CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Buchholz, B., Paquet, V., Punnett, L., Lee, D., & Moir, S. (1996). PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and

- other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, 27(3), Article 3.
[https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00078-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00078-X)
- Chen, Y., & Wu, Z. (2023). A review on ergonomics evaluations of virtual reality. *Work*, 74(3), 831-841. <https://doi.org/10.3233/WOR-205232>
- Chenna, D., Pentapati, K. C., Kumar, M., Madi, M., & Siddiq, H. (2022). Prevalence of musculoskeletal disorders among dental healthcare providers: A systematic review and meta-analysis. *F1000Research*, 11, 1062. <https://doi.org/10.12688/f1000research.124904.2>
- Coenen, P., Parry, S., Willenberg, L., Shi, J. W., Romero, L., Blackwood, D. M., Healy, G. N., Dunstan, D. W., & Straker, L. M. (2017). Associations of prolonged standing with musculoskeletal symptoms—A systematic review of laboratory studies. *Gait & Posture*, 58, 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.08.024>
- Corlett, E. N., Madeley†, * S. J., & Manenica‡, I. (1979). Posture Targeting: A Technique for Recording Working Postures. *Ergonomics*, 22(3), 357-366. <https://doi.org/10.1080/00140137908924619>
- De Moura Rocha, G., Ferreira do Bonfim, R., Lopes de Oliveira, G., Assis, L., & Almeida, V. (2020). *The relationship between body posture, gait biomechanics and the use of sensory insoles: A review | Research, Society and Development*. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6793>
- De Santana Sampaio Castilho, A. V., Michel Crosato, E., De Carvalho Sales-Peres, S. H., Foratori Junior, G. A., De Freitas Aznar, A. R., Buchaim, R. L., Buchaim, D. V., Nogueira, D. M. B., De Souza Bastos Mazuqueli Pereira, E., Paschoarelli, L. C., & Orenha, E. S. (2021). Effectiveness of Ergonomic

- Training to Decrease Awkward Postures during Dental Scaling Procedures: A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111217>
- Diego-Mas, J. A., Alcaide-Marzal, J., & Poveda-Bautista, R. (2020). Effects of Using Immersive Media on the Effectiveness of Training to Prevent Ergonomics Risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2592. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072592>
- DIGESA. (2005). *Manual de salud ocupacional*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/352920-manual-de-salud-ocupacional>
- Fransson-Hall, C., Gloria, R., Kilbom, Å., Winkel, J., Karlqvist, L., & Wiktorin, C. (1995). A portable ergonomic observation method (PEO) for computerized on-line recording of postures and manual handling. *Applied Ergonomics*, 26(2), Article 2. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00003-U](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00003-U)
- Furlanetto, T. S., Sedrez, J. A., Candotti, C. T., & Loss, J. F. (2016). Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review. *World Journal of Orthopedics*, 7(2), 136. <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.136>
- García-Izquierdo, A. (2017). *Ergonomía y psicología aplicada a la prevención de riesgos laborales* (1.^a ed.). Universidad de Oviedo. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=700943>
- Gattamelata, D., & Fagnoli, M. (2022). Development of a New Procedure for Evaluating Working Postures: An Application in a Manufacturing

- Company. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215423>
- Giorgianni, C., Principato, F., & Spatari, G. (2023). Upper Limb Disorders in Catering Workers. *Diseases*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/diseases11010012>
- Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á.-J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., & Carrillo-Castrillo, J.-A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA Bibliometric Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124354>
- Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á.-J., & López-Martínez, J. (2017). Musculoskeletal disorders: OWAS review. *INDUSTRIAL HEALTH*, 55(4), Article 4. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2016-0191>
- González Maestre, D. (2015). *Ergonomía y psicología—Ediciones de la U - Librería—Compra ahora*. Ediciones De La U. <https://edicionesdelau.com/producto/ergonomia-y-psicologia/>
- González-Fernández, F. T., Martínez-Aranda, L. M., Falces-Prieto, M., Nobari, H., & Clemente, F. M. (2022). Exploring the Y-Balance-Test scores and inter-limb asymmetry in soccer players: Differences between competitive level and field positions. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00438-w>
- Gopinadh, A., Devi, K. N. N., Chiramana, S., Manne, P., Sampath, A., & Babu, M. S. (2013). Ergonomics and Musculoskeletal Disorder: As an Occupational Hazard in Dentistry. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(2), 299-303. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1317>

- Hamill, J., Knutzen, K., & Derrick, T. (2022). *Biomecánica. Bases Del Movimiento Humano* (5.^a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Hanvold, T. N., Kines, P., Nykänen, M., Thomée, S., Holte, K. A., Vuori, J., Wærsted, M., & Veiersted, K. B. (2019). Occupational Safety and Health Among Young Workers in the Nordic Countries: A Systematic Literature Review. *Safety and Health at Work*, 10(1), 3-20. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.12.003>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), Article 2. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2020). An Overview of REBA Method Applications in the World. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>
- Hossain, M. D., Aftab, A., Al Imam, M. H., Mahmud, I., Chowdhury, I. A., Kabir, R. I., & Sarker, M. (2018). Prevalence of work related musculoskeletal disorders (WMSDs) and ergonomic risk assessment among readymade garment workers of Bangladesh: A cross sectional study. *PloS One*, 13(7), e0200122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200122>
- Hulshof, C. T. J., Pega, F., Neupane, S., Colosio, C., Daams, J. G., Kc, P., Kuijjer, P. P. F. M., Mandic-Rajcevic, S., Masci, F., Van Der Molen, H. F., Nygård, C.-H., Oakman, J., Proper, K. I., & Frings-Dresen, M. H. W. (2021). The effect of occupational exposure to ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases: A systematic

- review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, 150, 106349. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106349>
- Ibacache, J. (2020). *Gestión del Riesgo Postural. Orientaciones para la Evaluación en Entornos Laborales*. Instituto de Salud Pública de Chile. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/NTRiesgoPostura02-16102020A.pdf>
- ISO 11226:2000(en), Ergonomics—Evaluation of static working postures, (2000). <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:11226:ed-1:v1:en>
- Jacquier-Bret, J., & Gorce, P. (2023). Prevalence of Body Area Work-Related Musculoskeletal Disorders among Healthcare Professionals: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 841. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010841>
- Joseph, L., Vasanthan, L., Standen, M., Kuisma, R., Paungmali, A., Pirunsan, U., & Silitertpisan, P. (2023). Causal Relationship Between the Risk Factors and Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Professional Drivers: A Systematic Review. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 65(1), 62-85. <https://doi.org/10.1177/00187208211006500>
- Joshi, M., & Deshpande, V. (2019). A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, 102865. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102865>
- Júdice, P. B., Hamilton, M. T., Sardinha, L. B., Zderic, T. W., & Silva, A. M. (2016). What is the metabolic and energy cost of sitting, standing and

- sit/stand transitions? *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3279-5>
- Karhu, O., Kansii, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), Article 4. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Karwowski, W., Szopa, A., & Soares, M. M. (2021). *Handbook of Standards and Guidelines in Human Factors and Ergonomics* (2.^a ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group. <https://www.routledge.com/Handbook-of-Standards-and-Guidelines-in-Human-Factors-and-Ergonomics/Karwowski-Szopa-Soares/p/book/9781466594524>
- Kee, D. (2022). Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Kee, D., & Karwowski, W. (2001). LUBA: An assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. *Applied Ergonomics*, 32(4), Article 4. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(01\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(01)00006-0)
- Kivi, P., & Mattila, M. (1991). Analysis and improvement of work postures in the building industry: Application of the computerised OWAS method. *Applied Ergonomics*, 22(1), Article 1. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(91\)90009-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(91)90009-7)
- Kong, Han, & Kim. (2010). Development of an Ergonomic Checklist for the Investigation of Work-related Lower Limb Disorders in Farming - ALLA:

- Agricultural Lower-Limb Assessment. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(6), 933-942. <https://doi.org/10.5143/JESK.2010.29.6.933>
- Kong, Lee, Lee, Han, & Kim. (2011). Development of an Ergonomic Checklist for the Investigation of Work-related Upper Limb Disorders in Farming - AULA: Agricultural Upper-Limb Assessment. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(4), 481-489. <https://doi.org/10.5143/JESK.2011.30.4.481>
- Kong, Lee, Lee, Kim, & Kim. (2015). Development of an Ergonomics Checklist for Investigation of Work-Related Whole-Body Disorders in Farming - AWBA: Agricultural Whole-Body Assessment. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 21(4), 207-215. <https://doi.org/10.13031/jash.21.10647>
- Kozak, A., Wirth, T., Verhamme, M., & Nienhaus, A. (2019). Musculoskeletal health, work-related risk factors and preventive measures in hairdressing: A scoping review. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology (London, England)*, 14, 24. <https://doi.org/10.1186/s12995-019-0244-y>
- Lee, Y.-C., & Lee, C.-H. (2022). SEE: A proactive strategy-centric and deep learning-based ergonomic risk assessment system for risky posture recognition. *Advanced Engineering Informatics*, 53, 101717. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101717>
- Leivas, E. G., Corrêa, L. A., & Nogueira, L. A. C. (2022). The relationship between low back pain and the basic lumbar posture at work: A retrospective cross-sectional study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 95(1), 25-33. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01778-9>

- Li, G., & Buckle, P. (1998). A Practical Method for the Assessment of Work-Related Musculoskeletal Risks—Quick Exposure Check (QEC). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 42(19), 1351-1355. <https://doi.org/10.1177/154193129804201905>
- Li, G., & Buckle, P. (2000). Evaluating Change in Exposure to Risk for Musculoskeletal Disorders—A Practical Tool. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44(30), Article 30. <https://doi.org/10.1177/154193120004403001>
- Lim, S., & D'Souza, C. (2020). A narrative review on contemporary and emerging uses of inertial sensing in occupational ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 76, 102937. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102937>
- Lind, C. M., Abtahi, F., & Forsman, M. (2023). Wearable Motion Capture Devices for the Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Ergonomics—An Overview of Current Applications, Challenges, and Future Opportunities. *Sensors*, 23(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/s23094259>
- Lins, C., Fudickar, S., & Hein, A. (2021). OWAS inter-rater reliability. *Applied Ergonomics*, 93, 103357. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103357>
- Lins, C., & Hein, A. (2022). Classification of body postures using smart workwear. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23, 921. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05821-9>

- Lowe, B. D., Dempsey, P. G., & Jones, E. M. (2019). Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied Ergonomics*, *81*, 102882. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102882>
- Lowe, Weir, P., & Andrews, D. (2014). *Observation-based posture assessment: Review of current practice and recommendations for improvement*. National Institute for Occupational Safety and Health, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/24085>
- Madani, D. A., & Dababneh, A. (2016). Rapid Entire Body Assessment: A Literature Review. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, *9*(1), 107-118. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2016.107.118>
- Malińska, M. (2019). Musculoskeletal disorders among computer operators. *Medycyna Pracy*, *70*(4), 511-521. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00810>
- Mattila, M., & Vilkki, M. (1999). Owas Methods. En W. Karwowski & W. Marras (Eds.), *The Occupational Ergonomics Handbook* (First, pp. 447-459). CRC Press.
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, *24*(2), Article 2. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Mgbemena, C. E., Tiwari, A., Xu, Y., Prabhu, V., & Hutabarat, W. (2020). Ergonomic evaluation on the manufacturing shop floor: A review of hardware and software technologies. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *30*, 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.04.003>

- Milhem, M., Kalichman, L., Ezra, D., & Alperovitch-Najenson, D. (2016). Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists: A comprehensive narrative review. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 29(5), 735-747. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00620>
- Muñoz, A., Martí, A., Mahiques, X., Gracia, L., Solanes, J. E., & Tornero, J. (2020). Camera 3D positioning mixed reality-based interface to improve worker safety, ergonomics and productivity. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 28, 24-37. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.01.004>
- Nabi, M. H., Kongtip, P., Woskie, S., Nankongnab, N., Sujirarat, D., & Chantanakul, S. (2021). Factors Associated with Musculoskeletal Disorders Among Female Readymade Garment Workers in Bangladesh: A Comparative Study Between OSH Compliant and Non-Compliant Factories. *Risk Management and Healthcare Policy, Volume 14*, 1119-1127. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S297228>
- Naddeo, A., Cappetti, N., & D'Oria, C. (2015). Proposal of a new quantitative method for postural comfort evaluation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.03.008>
- Naranjo, A., Ramírez, E., López, M., & Rodríguez, I. (2020). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Ergonomía* (1.^a ed.). Instituto Tecnológico de Sonora.
- Norasi, H., Tetteh, E., Sarker, P., Mirka, G. A., & Hallbeck, M. S. (2022). Exploring the relationship between neck flexion and neck problems in occupational

- populations: A systematic review of the literature. *Ergonomics*, 65(4), Article 4. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1976847>
- Obregón, M. (2016). *Fundamentos de Ergonomía* (1.^a ed.). Grupo Editorial Patria. <https://www.iberolibrerias.com/fundamentos-de-ergonomia-9786077443506-330041/p>
- Ogedengbe, T. S., Abiola, O. A., Ikumapayi, O. M., Afolalu, S. A., Musa, A. I., Ajayeoba, A. O., & Adeyi, T. A. (2023). Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21st Century. *Procedia Computer Science*, 217, 1335-1344. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.331>
- Ordóñez-Hernández, C. A., Gómez, E., & Calvo, A. P. (2021). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 6(1), 27-32. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.1.2016.4889>
- Pando, M., & Aranda, C. (2019). *Introducción a la Seguridad y Salud en el Trabajo* (1.^a ed.). Pienso. <https://www.piensoenlatinoamerica.org/storage/pdf-magazines/1632190328-Int%20Seg%20y%20Salud%20en%20Trab%202019.pdf>
- Paravizo, E., & Braatz, D. (2019). Using a game engine for simulation in ergonomics analysis, design and education: An exploratory study. *Applied Ergonomics*, 77, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.01.001>
- Park, S., Hetzler, T., Hammons, D., & Ward, G. (2018). Effects of biofeedback postural training on pre-existing low back pain in static-posture workers.

- Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(5), 849-857.
<https://doi.org/10.3233/BMR-171071>
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2018). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, Third Edition* (3.^a ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781315375212>
- Picerno, P., Iosa, M., D'Souza, C., Benedetti, M. G., Paolucci, S., & Morone, G. (2021). Wearable inertial sensors for human movement analysis: A five-year update. *Expert Review of Medical Devices*, 18(sup1), Article sup1. <https://doi.org/10.1080/17434440.2021.1988849>
- Prado-León, L. R. (2015). *Métodos y técnicas para el análisis ergonómico del puesto de trabajo*. Biblioteca Digital wdg.biblio.
- Quintana-Salgado, L., Midence-Salazar, X., López-Narvaez, L., & Aragón-Benavides, A. (2020). Síntomas musculoesqueléticos asociados a posturas ergonómicas inadecuadas de trabajo en odontólogos de la ciudad de León, Nicaragua. *Universitas Odontologica*, 39. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.uo39.smap>
- Resolución Ministerial N.º 375-2008-TR*. (s. f.). Recuperado 8 de julio de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/394457-375-2008-tr>
- Rincón, O. (2017). *Ergonomía y procesos de diseño: Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos* (2.^a ed.). Editorial Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.jstor.org/stable/j.ctvkwnq83>
- Rizzuto, M. A., Sonne, M. W. L., Vignais, N., & Keir, P. J. (2019). Evaluation of a virtual reality head mounted display as a tool for posture assessment in

- digital human modelling software. *Applied Ergonomics*, 79, 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.04.001>
- Rodríguez, Y. (2021). *ERIN: Un método práctico para evaluar el riesgo de desórdenes musculoesqueléticos*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23597.15842>
- Rodríguez, Y., Brito, S., & Montero, R. (2013). ERIN: A practical tool for assessing work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Ergonomics*, 11, 59-73. <https://doi.org/10.3233/OER-130210>
- Saeidifard, F., Medina-Inojosa, J. R., Supervia, M., Olson, T. P., Somers, V. K., Erwin, P. J., & Lopez-Jimenez, F. (2018). Differences of energy expenditure while sitting versus standing: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25(5), 522-538.
<https://doi.org/10.1177/2047487317752186>
- Salvendy, G., & Karwowski, W. (2021). *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, (5th Edition). Wiley.
- Sanchez-Lite, A., Garcia, M., Domingo, R., & Angel Sebastian, M. (2013). Novel Ergonomic Postural Assessment Method (NERPA) Using Product-Process Computer Aided Engineering for Ergonomic Workplace Design. *PLoS ONE*, 8(8), e72703. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072703>
- Schluskel, A. T., & Maykel, J. A. (2019). Ergonomics and Musculoskeletal Health of the Surgeon. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*, 32(06), Article 06.
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1693026>

- Simpson, L., Maharaj, M. M., & Mobbs, R. J. (2019). The role of wearables in spinal posture analysis: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2430-6>
- Sonne, M., Villalta, D. L., & Andrews, D. M. (2012). Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA – Rapid office strain assessment. *Applied Ergonomics*, 43(1), 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.03.008>
- Stack, T., Ostrom, L. T., & Wilhelmsen, C. A. (2016). *Occupational Ergonomics: A Practical Approach* | Wiley. Wiley. <https://www.wiley.com/en-ie/Occupational+Ergonomics:+A+Practical+Approach-p-9781118814239>
- Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. W. (2019). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods* (1.^a ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Stefana, E., Marciano, F., Rossi, D., Cocca, P., & Tomasoni, G. (2021). Wearable Devices for Ergonomics: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 21(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/s21030777>
- Sukadarin, E. H., Deros, B. M., Ghani, J. A., Mohd Nawi, N. S., & Ismail, A. R. (2016). Postural assessment in pen-and-paper-based observational methods and their associated health effects: A review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22(3), 389-398. <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1156924>
- Torres-Pérez, Y. (2021). *Principios Teórico-Prácticos de Ergonomía para el Diseño y Evaluación de Herramientas, Puestos de Trabajo y Máquinas* (1.^a ed.). Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia -

UPTC. <https://editorial.uptc.edu.co/gpd-principios-teorico-practicos-de-ergonomia-para-el-diseno-y-evaluacion-de-herramientas-puestos-de-trabajo-y-maquinas-9789586605960.html>

Van De Wijdeven, B., Visser, B., Daams, J., & Kuijer, P. P. F. M. (2023). A first step towards a framework for interventions for individual working practice to prevent work-related musculoskeletal disorders: A scoping review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 87. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06155-w>

Villar, M. (2015). *Posturas de trabajo: Evaluación del riesgo*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/posturas-de-trabajo-evaluacion-del-riesgo>

Walankar, P., Kemkar, M., Govekar, A., & Dhanwada, A. (2021). Musculoskeletal pain and risk factors associated with smartphone use in university students. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 25(4), 220. https://doi.org/10.4103/ijoem.ijoem_351_20

Waongenngarm, P., Van Der Beek, A. J., Akkarakittichoke, N., & Janwantanakul, P. (2020). Perceived musculoskeletal discomfort and its association with postural shifts during 4-h prolonged sitting in office workers. *Applied Ergonomics*, 89, 103225. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103225>

Yoong, N. K. M., Perring, J., & Mobbs, R. J. (2019). Commercial Postural Devices: A Review. *Sensors*, 19(23), 5128. <https://doi.org/10.3390/s19235128>

Yu, Y., Umer, W., Yang, X., & Antwi-Afari, M. F. (2021). Posture-related data collection methods for construction workers: A review. *Automation in Construction*, *124*, 103538. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103538>