

## MONOGRAFÍA

Condiciones ergonómicas y su relación con trastornos osteomusculares en operadores de maquinaria.

Eliana Domínguez & Natalia Suárez Sierra

Administración en Salud Ocupacional, Unidad de Ciencias Empresariales, Corporación Universitaria Minuto de Dios.

NRC 15-62082 – Opción de grado

Mg. Ángel Triana

Mayo 2024

## MONOGRAFÍA

Condiciones ergonómicas y su relación con trastornos osteomusculares en operadores de maquinaria.

Eliana Domínguez & Natalia Suárez Sierra

Presentado para el título de: Administrador en seguridad y salud en el trabajo

Administración en Salud Ocupacional, Unidad de Ciencias Empresariales, Corporación

Universitaria Minuto de Dios.

NRC 15-62082 – Opción de grado

Mg. Ángel Triana

Guadalajara de Buga

Mayo 2024

## Dedicatoria

Primeramente, a Dios por darme la fortaleza de superar las adversidades y levantarme para culminar con éxito este sueño.

A mis padres porque han sido la base de mi ser y han dedicado su vida entera por verme victoriosa.

A mi esposo quien ha sabido dar esa voz de aliento cuando siento que desfallezco.

## Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme culminar este proyecto de vida.

A mis tutores por compartir sus conocimientos y experiencias y quienes han sido parte fundamental en este proceso de aprendizaje donde me enseñaron el verdadero significado del valor humanístico.

A mi familia, quienes me brindaron su amor incondicional y apoyo emocional durante este largo proceso.

A todos gracias.

## Tabla de contenido

Dedicatoria	3
Agradecimiento	4
Introducción	7
En el mundo abordar los riesgos a los que se exponen los trabajadores es más complejo de lo que se pensaba, puesto que se deben tener en cuenta varios factores que interfieren en el momento de la materialización de las lesiones como el entorno, las condiciones del ambiente, entre otros. (Zong, a, Fordjour, & Yu, 2024) además, no hay que dejar a un lado los hábitos de vida de los operarios, pues se ha demostrado que condiciones como el sedentarismo afectan significativamente la calidad del confort y que desencadenan enfermedades tales como Alteraciones de discos en la columna, zonas lumbares y cervicales, desorden de vasoespasmos o síndrome de mano-brazo.	9
Capítulo I	10
Conceptos básicos:	10
Antropometría.	10
Biomecánica.	11
Ergonomía.	12
Carga física.	13
Factores de riesgo ergonómico en conductores de maquinaria.	14
Posturas forzadas.	14
Efectos en la salud.	16
Métodos para identificar alcances y posturas.	19
<i>Electromiografía (EMG).</i>	19
<i>Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA).</i>	20
<i>Evaluación rápida de las extremidades superiores (RULA).</i>	21



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



Capítulo II	22
Trastornos musculoesqueléticos	22
Factores de riesgo en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos	24
<i>Posturas inadecuadas</i>	26
Capítulo III	27
Afectaciones a la salud por vibraciones	29
<i>Desorden vasoespasmo</i>	30
<i>Alteraciones de discos en la columna, zonas lumbares y cervicales</i>	31
Conclusiones	33
Referencias	35

## Introducción

La ergonomía según la OMS es la disciplina que se encarga de estudiar la interacción del hombre con el medio ambiente de trabajo según sus habilidades, limitaciones y características, todo con el fin de garantizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema bajo tres principios fundamentales como la adaptación del trabajo al ser humano, la mejora de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos laborales. (OMS , 2023) Los estudios ergonómicos de puestos de trabajo, tratan de buscar soluciones para evitar, reducir o minimizar los trastornos musculoesqueléticos y la fatiga psicofísica, mejorando también el bienestar de la persona a través de las condiciones ambientales, la adecuación del puesto y el contenido del trabajo. (Organización Iberoamericana de Seguridad Social, 2018) La seguridad y la eficiencia de los operadores de maquinaria han sido una preocupación mundial cada vez mayor, esto requiere reducciones de los riesgos involucrados y la fatiga muscular a través de un diseño apropiado del lugar de trabajo o mejoras basadas en evaluaciones de la carga de trabajo del operador. (Hota, Tewari, & Chandel, 2023)

La mecanización de las industrias ha tenido un impacto significativo en la productividad laboral, sin embargo, ha traído consigo una serie de condiciones poco favorables para la seguridad de los trabajadores, según (Romano, y otros, 2020) esto se debe a que están inmersos en una máquina que genera vibraciones, ruidos, posturas incómodas, prolongadas y repetitivas que se extienden a través de las horas, días y semanas dejando como resultado lesiones musculoesqueléticas, sensoriales y hasta psicológicas. (Sebesta, Zacek, & Salva, 2023) Tanto los factores de riesgo físicos como los psicológicos están directamente relacionados con la aparición de enfermedades relacionadas con el trabajo. (Rocha, Nagy, Babos, & Szabo, 2022)

Es por esto que como lo menciona la OIT en su agenda “El desafío de crear un ambiente de trabajo seguro es un estudio recurrente” (OIT, 1983) la situación que se evidencia

con los conductores de maquinaria es alarmante pues estudios han evidenciado que durante la ejecución de sus labores vivencian actividades altamente estresantes, tanto físicas como mentales, que requieren que el conductor realice múltiples tareas continuamente durante mucho tiempo dentro de la cabina. (Grandi, Prati, Peruzzini, Pellicciari, & Campanell, 2022) existe una gran preocupación por este tipo de actos inseguros debido a la causa de los trastornos músculo-esqueléticos graves (TME) y la fatiga. (Sakinala, Paul, & Chandrakar, 2022)

La maquinaria industrial normalmente requiere fuerzas de actuación de las extremidades superiores e inferiores para las operaciones de un tractor, esto puede desencadenar una serie de factores que pueden influir en la fisiología de los conductores, (Hota, Tewari, b, & Singh, 2020) tal y como lo son las posturas forzadas, que son básicamente posiciones de trabajo que suponen que una o varias regiones anatómicas dejan de estar en una posición natural de confort, para pasar a una posición forzada que genera hiperextensiones, hiperflexiones, y/o hiper rotaciones osteoarticulares, éstas juegan un papel importante puesto que determinan el nivel de severidad que se tendrá frente a la condición de riesgo de la situación. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2024)

El conductor tiene que ejecutar muchos movimientos, todos al mismo tiempo y es importante contar con una buena cultura preventiva para evitar lesiones, ya que se ha comprobado que posturas y comportamientos incorrectos durante el uso de comandos y controles a largo plazo podrían generar problemas de salud física en diferentes partes del cuerpo, (Grandi, Prati, Peruzzini, Pellicciari, & Campanell, 2022) investigaciones realizadas afirman que, los operadores de maquinaria informan alteraciones asociadas con dolor en miembros superiores e inferiores, (Romano, y otros, 2020) las cuales contribuyen significativamente al dolor lumbar, por otro lado el trabajador no solo se enfrenta a los peligros biomecánicos por la adopción de posturas, sino que también se ven expuesto a vibraciones que de no ser controladas pueden generar graves problemas en la salud de los trabajadores,

(Sebesta, Zacek, & Salva, 2023) estas constituyen la principal causa de enfermedad laboral para los operarios de maquinaria.

En el desarrollo de esta Monografía se presentan alguno de los métodos más utilizados para la evaluación de los alcances y las posturas, estas son la electromiografía que se encarga de analizar y verificar la salud de los músculos y de los nervios que controlan los músculos, (E, M, & G, 2017) es una de las tecnologías más recientes y ampliamente utilizadas para la evaluación de la actividad y la fatiga muscular dinámica; el método REBA, que es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido, la evaluación postural tiene como objetivo identificar factores de riesgo como posturas no neutrales, movimientos repetitivos y rápida acumulación de fuerza, proporcionando una manera de prevenir el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. (TME) (Ding, Lia, Yang, Ogunbona, & Qin, 2024)

Por último, se presenta el método RULA que permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo, este es uno de los métodos observacionales que evalúa la postura de trabajo y los riesgos asociados TME.

En el mundo abordar los riesgos a los que se exponen los trabajadores es más complejo de lo que se pensaba, puesto que se deben tener en cuenta varios factores que interfieren en el momento de la materialización de las lesiones como el entorno, las condiciones del ambiente, entre otros. (Zong, a, Fordjour, & Yu, 2024) además, no hay que dejar a un lado los hábitos de vida de los operarios, pues se ha demostrado que condiciones como el sedentarismo afectan significativamente la calidad del confort y que desencadenan enfermedades tales como Alteraciones de discos en la columna, zonas lumbares y cervicales, desorden de vasoespasmo o síndrome de mano-brazo.

## Capítulo I

### Conceptos básicos:

#### **Antropometría.**

La palabra antropometría se deriva de la palabra griega antropo (ser humano) y la palabra griega metrón (medida), se refiere al estudio de la medición del cuerpo humano en términos de las dimensiones del hueso, músculo y adiposo (grasa) del tejido, esta ciencia estudia las dimensiones del cuerpo humano, los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como su tratamiento estadístico, es entonces la antropometría una disciplina que se encarga de determinar las diferencias cuantitativas del cuerpo humano; esto se realiza mediante herramientas diseñadas para obtener los datos precisos para los cuales existen diversas tecnologías o dispositivos que permiten la captación de las dimensiones antropométricas como son: el estadiómetro, antropómetro, compás antropométrico, cinta métrica, silla antropométrica, entre otros; estas tecnologías han permitido la creación de un sistema de obtención de las dimensiones antropométricas sin necesidad de tener un contacto directo con la persona a medir. (Lescay, Becerra, & González, 2016)

El campo de la antropometría abarca una variedad de medidas del cuerpo humano, el peso, la estatura (altura de pie), longitud reclinada, pliegues cutáneos, circunferencias (cabeza, la cintura, etc.), longitud de las extremidades, y anchos (hombro, muñeca, etc.) (Lescay, Becerra, & González, 2016) es por esto que se encuentra directamente relacionada con la Ergonomía Física, para la cual es parte fundamental puesto que establece los parámetros para el diseño de los entornos laborales (Judicatura, 2019) ya que según Efi y Yozo, un ambiente de trabajo inseguro puede significar un alto potencial de riesgo, dado que la persona es uno de los factores principales donde se pueden desarrollar un peligro. (Yovi & Yamada, 2019) según

Salhi, Chater y Mauradi esto se debe a que las culturas están muy arraigadas a los comportamientos humanos, es decir que el hombre actúa de manera segura o insegura dependiendo de las culturas de seguridad con las cuales haya sido formado, es por esto que en algunos países lo que es un índice de accidentalidad alto, en otros es más bajo. (M, Y, & A, 2024)

### **Biomecánica.**

Se deriva del vocablo griego Bios (vida) mekhane (maquina) y el sufijo-ico ( relativo a) la biomecánica es la disciplina científica de la rama de la bioingeniería y de la ingeniería biomédica que combina el estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología; se dedica al estudio del cuerpo humano con el fin de determinar tareas y actividades seguras para las personas y se comprende desde el conjunto de conocimientos como: la medicina del trabajo, la fisiología, la antropología y la física, a partir de esto se determinan los límites físicos del cuerpo humano con los cuales la ergonomía se basa para el diseño y evaluaciones de las actividades y tareas. (Judicatura, 2019)

Francisco Navarro, describe la biomecánica como un principio preventivo que se centra en la en el análisis los huesos, músculos y tendones que trabajan juntos para producir movimiento y determinar cómo este movimiento puede ser optimizado, sin embargo entender el movimiento no es suficiente para crear ambientes de trabajo seguro, es por esto que se complementa con la ergonomía quien es la encargada de utilizar los datos de la biomecánica para diseñar herramientas, equipos, y espacios de trabajo que minimicen el riesgo de lesiones y mejoren la eficiencia y la comodidad; menciona además que al implementarlo se puede lograr la mejora en la eficiencia y productividad del trabajador puede aumentar los beneficios económicos de la empresa, lo que se traduce en una mejor calidad de vida para el trabajador y una mayor estabilidad financiera para la empresa. (Navarro, 2015)

## Ergonomía.

Según la OMS la ergonomía se define como la disciplina científica que se ocupa del entendimiento de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el objetivo de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema. (OMS , 2023).

En la enciclopedia de la OIT, ergonomía se define como el estudio o la medida del trabajo, en este contexto se incluyen todos los factores que intervienen en la realización de las actividades laborales tales como el control de los sistemas de ingeniería o la adaptación de los mismos; es entonces importante para la ergonomía establecer los intervalos de adaptación del cuerpo humano frente a las condiciones del ambiente y explorar los efectos posibles que se pueden llegar a producir en caso de superar los límites, ya que la ergonomía no solo evalúa la situación pasiva del ambiente, sino también las ventajas, desventajas y aportaciones que impacten la fisiología del operador humano estableciendo a su vez la concepción de la situación de trabajo en las cuales se permita y fomente el mejor uso de sus habilidades. (OIT, 1983) incluye la identificación de los factores de riesgo y el examen de las causas fundamentales. (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020)

Cabe resaltar que los peligros asociados a la falta de ergonomía han sido mencionados y descubiertos en varios estudios relacionados con la estructura organizacional en empresas o instituciones industriales que involucran aspectos técnicos es por esto que la tendencia industrial se centra en la prevención de los riesgos y en la posibilidad de lograr un lugar de trabajo saludable. (Rocha, Nagy, Babos, & Szabo, 2022 p.2) para lograr un lugar de trabajo saludable se han establecido parámetros específicos en los cuales se clasifican las necesidades de las industrias identificando dos conjuntos: ambientes de trabajo físicos y ambientes de trabajo psicosocial, en este orden de ideas se entiende ambiente de trabajo

físicos a los relacionados con el riesgo ergonómico biomecánico y factores en el lugar de trabajo. (Rocha, Nagy, Babos, & Szabo, 2022 p. 10)

### **Carga física.**

Es el conjunto de requerimientos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral, se basa en dos tipos de trabajo muscular, estático y dinámico. (Judicatura, 2019) es un factor que influye directa e indirectamente en el desempeño laboral, La asignación indiscriminada de cargos u ocupaciones sin considerar el nivel morfo-funcional y las exigencias biomecánicas de cada trabajo es causa frecuente del desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. (Garcia, Martinez, & Marmolejo, 2014) La carga física ocupacional son todos esos factores o requerimientos físicos que realiza el trabajador durante su entorno laboral y que implica el uso del sistema musculoesquelético y cardiovascular; (Sabogal, 2016) comprende dos tipos de trabajo muscular estático y dinámico ejecutados por el trabajador, La carga estática viene determinada por las posturas mientras que la dinámica está determinada por el esfuerzo muscular, los desplazamientos y el manejo de cargas. (Garcia, Martinez, & Marmolejo, 2014)

La exposición continua a sobrecarga física puede llegar a lesionar el aparato locomotor y generar desórdenes musculoesqueléticos (Sabogal, 2016) o también llamados lesiones por trauma acumulativo en relación con las actividades repetitivas asociadas al trabajo (Garcia, Martinez, & Marmolejo, 2014) según la organización mundial de la salud, estos son problemas de origen multifactorial, donde inciden factores del entorno físico, organización del trabajo, factores psicosociales, individuales y socioculturales, una revisión sistémica realizada por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH), concluyó que el dolor lumbar se encuentra dentro del grupo de “desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo”, causados por exposiciones ocupacionales, para la cual existe una fuerte evidencia y son: trabajo físico pesado, levantamiento de cargas, posturas forzadas de la columna, movimientos

de flexión y giros de tronco, posturas estáticas, vibraciones y factores organizacionales y psicosociales (Organización Mundial de la Salud, 2015)

### **Factores de riesgo ergonómico en conductores de maquinaria.**

La mecanización en la agricultura cubre la mayoría de las operaciones agrícolas como un medio para disminuir el trabajo manual intensivo, Sin embargo, en muchos casos la introducción de maquinaria no eliminó los problemas de salud de los trabajadores. (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020)

Se considera que el tractor constituye el origen principal de lesiones musculoesqueléticas graves en los operadores (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020 p. 2) los tractores o la maquinaria impulsada por tractores operan en condiciones duras y accidentadas y, por lo tanto, requieren fuerzas de actuación altamente variables y excesivas en comparación con otros automóviles; los operadores también están sujetos a exposiciones prolongadas y redundantes a vibraciones y golpes de alta frecuencia y magnitud que pueden ser peligrosas para los trastornos musculoesqueléticos (TME), el dolor lumbar y otros problemas cardiovasculares, (Hota, Tewari, & Chandel, 2023) los operadores de máquinas agrícolas, por ejemplo, están expuestos a los humos del motor, al polvo de la cosecha y a los efectos de las vibraciones de todo el cuerpo, (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020 P. 2) dolor de espalda y trastornos al sentarse, también se han evidenciado casos en el cuello y la espalda presentan dolor y rigidez. (Romano, y otros, 2020)

### **Posturas forzadas.**

Las posturas forzadas pueden definirse 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 forzada que genera hiperextensiones, hiperflexiones, y/o hiper rotaciones osteoarticulares. Las tareas con posturas forzadas implican fundamentalmente

a tronco, brazos y piernas. (Organización Iberoamericana de Seguridad Social, 2018) Las dimensiones del lugar de trabajo que obligan al cuerpo a adoptar una postura determinada juegan un papel importante ya que los daños producidos por posturas inadecuadas son, en su mayor parte, de aparición lenta y carácter inofensivo en apariencia hasta que se hace crónico y aparece el daño permanente, tratándose en este caso de enfermedades profesionales o lesiones relacionadas con el trabajo. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2024)

En lo que respecta a las máquinas con asiento de conducción, el soporte principal del cuerpo lo proporcionan la pelvis, la columna, los pies y las piernas. (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020) Los operadores de maquinaria tienen que trabajar en una posición incómoda debido al diseño congestionado de la cabina de la máquina debido a esto varios estudios concluyeron una fuerte asociación entre las posturas incómodas, los TME y la fatiga (Sakinala, Paul, & Chandrakar, 2022); existen dos tipos de fatigas: física y mental; La fatiga física se define comúnmente como una disminución en la capacidad para realizar un trabajo físico debido a un esfuerzo físico prolongado, por otro lado la fatiga mental surge después de cargas de trabajo mental prolongadas y puede conducir a un deterioro del rendimiento en tareas que requieren estar alerta y manipular y recuperar información almacenada en la memoria. (Zong, a, Fordjour, & Yu, 2024) El estudio realizado para analizar las causas de los accidentes mortales de volquetes durante trece años (2000-2012) opinó que la fatiga es una de las causas de los accidentes mortales. (Sakinala, Paul, & Chandrakar, 2022)

La maquinaria industrial normalmente requiere fuerzas de actuación de las extremidades superiores e inferiores para las operaciones de un tractor, esto puede desencadenar una serie de factores que pueden influir en la fisiología de los conductores, Por ejemplo, los controles del tractor operados con el pie contribuyen significativamente al dolor lumbar debido al aplanamiento de la columna lumbar y las presiones discales, así lo afirma

Jafrey T. y Haslegrave (Hota, Tewari, b, & Singh, 2020) en los miembros superiores encontramos dolores de espalda alta, cuello y antebrazos. (Romano, y otros, 2020)

### **Efectos en la salud.**

La mecanización y automatización industrial han aumentado significativamente en las últimas décadas, donde las operaciones laborales intensificadas se llevan a cabo utilizando tractores o sistemas de maquinaria accionados por tractores. Sin embargo, el estudio de la seguridad y la ergonomía de los operadores de tractores no ha mejorado y requiere una atención crítica, (Hota, Tewari, & Chandel, 2023) ya que hoy en día conducir vehículos industriales todavía requiere de una gran concentración y gestos repetidos para obtener calidad y mantener las condiciones de seguridad pues el operador, dependiendo del tipo de explotación necesita mover palancas, girar la rueda, pisar los pedales, girar la espalda para comprobar la máquina y el trabajo realizado maniobras poco seguras para su fisiología, lo cual afecta de forma significativa miembros superiores e inferiores. (Romano, y otros, 2020)

El conductor tiene que ejecutar muchos movimientos precisos de la carrocería, especialmente con la parte superior de los brazos, como la dirección, mirando hacia adelante y hacia atrás (especialmente para tractores), se ha comprobado que posturas y comportamientos incorrectos durante el uso de comandos y controles a largo plazo podrían generar problemas de salud física en diferentes partes superiores del cuerpo (es decir, brazos, cuello, hombros, espalda, cabeza). (Grandi, Prati, Peruzzini, Pellicciari, & Campanell, 2022) Investigaciones realizadas afirman que, los operadores de maquinaria informan alteraciones en el rendimiento generalmente asociadas con dolor en miembros superiores tales como el dolor de espalda y trastornos al sentarse, encontraron que el 24% de los conductores de tractores que realizaban diferentes operaciones reportaron síntomas en el cuello, y el 96% de ellos reportaron doblar o torcer el cuello en el trabajo; El 64% de los operadores de tractores informaron síntomas de

espalda, incluidos dolor y rigidez, además de experimentar diferentes tipos de tensiones y fatiga muscular en los antebrazos. (Romano, y otros, 2020)

Las fuerzas de las extremidades inferiores son críticas para operar la mayoría de los sistemas de maquinaria tales como tractores o impulsados por tractores, por ejemplo, los controles del tractor operados con el pie contribuyen significativamente al dolor lumbar debido al aplanamiento de la columna lumbar, presiones discales y molestias en los pies, según Laperriere, esto crea sustratos energéticos, fatiga metabólica, tejido tensión y deformación debido a la compresión. (Hota, Tewari, b, & Singh, 2020)

Sin embargo, la situación de problemática se incrementa debido que, al implementar la mecanización industrial, en este caso la conducción de maquinaria industrial, el trabajador no solo se enfrenta a los peligros biomecánicos por la adopción de posturas, si no también que también se ve expuesto a vibraciones que, según Choi, Estas vibraciones no deseadas, con una exposición prolongada, pueden provocar graves problemas de salud como: osteoartritis, dolor abdominal, trastornos intestinales. (Sebesta, Zacek, & Salva, 2023) Se sabe que los movimientos articulares prolongados y repetitivos y las vibraciones continuas pueden actuar juntos y generar microtraumatismos en las estructuras articulares, provocando disfunciones anatómicas e incluso patologías, nivel de la columna cervical, esto puede provocar episodios artríticos, en los que el anillo fibroso inter discal pierde su resiliencia y pueden producirse protrusiones discales o hernias. (Romano, y otros, 2020)

Según un estudio realizado en Rusia acerca de las “Tendencias modernas en la formación de patología ocupacional cuando se trabaja en maquinaria agrícola móvil” el primer lugar lo ocupa la enfermedad vibratoria (36,7%) y el segundo la radiculitis (lesión que afecta los nervios de la columna vertebral) (28,5%) esto se debe en gran medida a vibraciones y

parámetros irracionales de tamaño y distribución de los lugares de trabajo. (T.A, G.A, & Spirin, 2021); por otro lado (Hongmei, Qichao, Wenjie, Hao, & Guozhong, 2022) afirma que: El asiento es el principal componente de contacto entre el tractor y el conductor, su diseño y optimización de parámetros son de gran importancia para mejorar el confort de conducción ya que investigaciones muestran que el 64,8% de la masa del cuerpo humano se apoya en la superficie del asiento durante la conducción y el resto se compone de reposapiés (18,4%), volantes (12,4%) y respaldos (4,4%); este estudio seleccionó el erector de la columna lumbar, el multifido, el recto abdominal y el grado de activación de los músculos oblicuos externos indica comodidad en la cintura. (Hongmei, Qichao, Wenjie, Hao, & Guozhong, 2022)

Por otro lado, se encuentra que la conducción y el control de tractores y camiones tienen muchas características comunes. Son actividades altamente estresantes, tanto físicas como mentales, que requieren que el conductor realice múltiples tareas continuamente durante mucho tiempo dentro de la cabina. (Grandi, Prati, Peruzzini, Pellicciari, & Campanell, 2022) Esto aumenta la probabilidad de exposición a posibles agentes de estrés (Pandorf, y otros, 2022) debido a que interactúan con diferentes factores que afectan de forma directa su salud, (Sandi, Testa JVP, DA, & KP, 2018) esto se debe a que los conductores deben llevar un ritmo más acelerado debido a la mecanización de la maquina lo que conlleva a una fatiga física y mental. Según (Cho, Jang, & Kang, 2024) en su investigación sobre la relación entre la exposición a riesgos ergonómicos y los síntomas de insomnio afirma que; una proporción significativa de trabajadores tiene que realizar tareas extenuantes caracterizadas por posturas incómodas y levantamiento de objetos pesados, a menudo sin períodos de descanso suficientes, lo que podría conducir a una respuesta de sobrecarga, fatiga muscular y agotamiento mental.

El análisis de los factores humanos tiene un papel central en la comprensión de los comportamientos humanos y el rendimiento con el que interactúan los sistemas, la aplicación

de esta comprensión al diseño de las interacciones es necesaria, la adopción de un enfoque de diseño ergonómico que apoye la inclusión de factores humanos en el diseño de las maquinas garantizaría la seguridad de los procesos debido a que respondería a las necesidades físicas, psicológicas, sociales y culturales de los seres humanos.

### **Métodos para identificar alcances y posturas.**

La identificación de los riesgos ergonómicos es de obligatorio cumplimiento para las industrias, esto se debe a que cada vez son mayores los índices de accidentalidad, pero sobre todo la enfermedad laboral por los trastornos musculo esqueléticos (TME) a causa de las malas posturas y las condiciones de trabajo inadecuadas debido al cansancio, ya que se ha determinado que los trabajadores cometen errores en la toma de decisiones debido a estos factores, lo que provoca accidentes o lesiones. (Sakinala, Paul, & Chandrakar, 2022) Es por esto que se han adaptado métodos que ayudan a identificar los alcances de las condiciones ergonómicas de los trabajadores con el fin de minimizar el impacto en la fisiología del cuerpo y el rendimiento de las actividades productivas, a continuación, se presentan algunos de los métodos más utilizados y su propósito.

### ***Electromiografía (EMG).***

Es un examen médico que se realiza para analizar y verificar la salud de los músculos y de los nervios que controlan los músculos, (E, M, & G, 2017) es la técnica que registra el potencial eléctrico generado por la despolarización de la membrana externa de la fibra muscular, su detección se realiza por medio de electrodos intramusculares o superficiales; (Fernández, Acevedo, & Tabernig, 2007) es una de las tecnologías más recientes y ampliamente utilizadas para la evaluación de la actividad y la fatiga muscular dinámica, la EMG es una combinación de todos los potenciales de acción de las fibras musculares que se producen en los músculos debajo de la piel; también permite la identificación del nivel de comodidad y las posturas corporales para una operación determinada, se usa con el fin de

estudiar la fisiología y patología de las unidades motrices, tales como la denervación, la reinervación y las miopatías, entre otras. Tiene dos métodos los cuales son, la EMG de superficie no invasivo (sEMG) que es más adecuada para estudios en donde se pretende observar el comportamiento muscular global, los patrones de actividad temporal y la fatiga de un músculo o de un grupo muscular y la EMG intramuscular invasivo (iEMG). (Hota, Tewari, & Chandel, 2023)

### ***Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA).***

REBA es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment (Valoración Rápida de Cuerpo Completo) valora el riesgo postural en el cuerpo completo, es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido, la evaluación postural tiene como objetivo identificar factores de riesgo como posturas no neutrales, movimientos repetitivos y rápida acumulación de fuerza, proporcionando una manera de prevenir el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (TME), en estos métodos, se predefine una hoja de puntuación utilizando los criterios, para la cual los evaluadores/observadores analizan las posturas y registran los resultados mediante observación directa o visualización de vídeos; (Ding, Lia, Yang, Ogunbona, & Qin, 2024) además evalúa posturas individuales y no conjuntos o consecuencias de posturas, selecciona aquellas que se evaluarán por su duración, por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral, aplicar el método REBA representa las siguientes ventajas:

- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo musculo esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y considera tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizando con las manos o con otras partes del cuerpo.

- Considera el tipo de la carga manejada.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas o bebidas a cambios bruscos o inesperados en la postura.
- El resultado determina el nivel del riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención. (Hita-Gutiérrez, Galán, Pérez, & Ferre, 2020)

### ***Evaluación rápida de las extremidades superiores (RULA).***

El método RULA fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, de la Universidad de Nottingham, con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo, este es uno de los métodos observacionales que evalúa la postura de trabajo y los riesgos asociados TME en la práctica industrial, es uno de los más populares debido a su simplicidad y eficacia; lo que se hace básicamente es explotar el ángulo de las articulaciones del trabajador mediante la observación de su postura, para luego calcular una puntuación final mediante fórmulas dadas (lili & Xu, 2019) según Diego y José Antonio consiste en dividir el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello, asignando una puntuación a cada parte del cuerpo estableciendo unos valores de actuación los cuales van desde el nivel 1 (aceptable) al nivel 4 (inaceptable) y con estos datos el evaluador se orienta sobre las decisiones e intervenciones correspondientes para la actividad. (lili & Xu, 2019)

Eduardo, Diana y Anderson, comentan que los TME se consideran la nueva epidemia de enfermedades crónicas en el mundo actual y su origen es multifactorial, es por esto que la tarea de encontrar la herramienta que garantice el máximo confort de las personas en sus estaciones de trabajo se ha abordado de forma interdisciplinar, pues garantizar el equilibrio

entre el sistema hombre, máquina, sistema de trabajo y ambiente se reducen significativamente no solo las afecciones de los músculos, si no también síndromes de atrapamiento nervioso, alteraciones articulares y neurovasculares, cardiovasculares, entre otras. (Dimate, Rodríguez, & Anderson, 2017)

## Capítulo II

### Trastornos musculoesqueléticos

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo son una de las enfermedades crónicas no transmisibles más comunes en América Latina, han sido identificados como enfermedades de declaración obligatoria en el Sistema de Información y se caracterizan por provocar trastornos musculoesqueléticos inflamatorios y/o degenerativos a causa de movimientos repetitivos y posturas inadecuadas que pueden provocar lesiones temporales o permanentes, discapacidad y sufrimiento, (Gotardelo, Rodrigues, Quaresma, Pontes, & Maciel, 2023) ya que afectan los músculos, tendones, ligamentos y nervios periféricos, según lo describen Lili y Xixi en su investigación. (Lili & Xu, 2019) Según Getasew y Balew, los TME son una de las principales causas de discapacidad y ausentismo entre los trabajadores de la industria moderna y se consideran un importante problema de salud pública con consecuencias personales y socioeconómicas. (afuera & Adane, 2023)

La prevalencia global de TME está aumentando del 60% al 70%, con una tasa de incidencia del 5%, según Matt Middlesworth, representan casi 400 000 lesiones por año, lo que causa un costo directo de 20 mil millones de dólares debido a factores de riesgo ergonómicos, la conducción se vincula con frecuencia a la aparición de trastornos musculoesqueléticos, estar sentado durante mucho tiempo, la vibración de todo el cuerpo, el tiempo de conducción por semana, el tipo de motor, la marca del vehículo, el desajuste ergonómico, el entorno de trabajo, entre otros factores influyen en la aparición de este tipo de lesiones según lo indica Getasew y

Balew en su investigación acerca de las enfermedades relacionadas con el trabajo de la conducción. (afuera & Adane, 2023)

Estudios en varios países han revelado una proporción significativa de dolor musculoesquelético entre los conductores de vehículos como tractores, Para algunos resultados, el vínculo con los factores de riesgo ocupacional como la carga pesada de las articulaciones y la vibración de todo el cuerpo es suficiente para sugerir el curso que debería tomar la prevención futura (Bone & Palmer, 2022) ya que según se estima que 2,3 millones de trabajadores mueren cada año como consecuencia de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo (Gotardelo, Rodrigues, Quaresma, Pontes, & Maciel, 2023) si bien los trastornos musculoesqueléticos son catalogados como no letales, la mecanización de las tareas realizadas en tractores, constituye el origen principal de lesiones musculoesqueléticas graves en los operadores. (Benos, Tsaopoulos, & Bochtis, 2020)

Según una investigación realizada por Verner, se cree que un estilo de vida sedentario tiene un impacto negativo en la salud musculoesquelética y conduce a cambios posturales, esto se debe a que la falta de actividad física interviene directamente con el rendimiento ya que tener un estilo de vida saludable incluye cumplir con ciertos parámetros como son la calidad de descanso (horas de sueño), alimentación adecuada (que garantice el peso adecuado según la morfología del cuerpo) y la actividad física (actividad muscular) con base a esto el cuerpo estará más dinámico y preparado para la carga física que exige el trabajo; por otro lado el comportamiento sedentario también provoca cambios en las fibras musculares que pueden contribuir a la rigidez muscular, especialmente en los extensores lumbares, los músculos necesarios para una postura erguida al sentarse. (Marijan, y otros, 2023)

## Factores de riesgo en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos

Como se mencionaba anteriormente se ha comprobado que los estilos de vida de las personas influyen directamente con la calidad de vida de los mismos, es decir que las personas que cuentan con un estilo de vida más saludable tienden a tener menos riesgos de enfermedades o lesiones musculoesqueléticas. (Marijan, y otros, 2023) En el mundo abordar los riesgos a los que se exponen los trabajadores van más allá de la actividad física, la alimentación o las horas de descanso, si bien son factores importantes que pueden influir en la ocurrencia de los eventos no garantizan la prevención de los mismos, si no que se deben tener en cuenta varios factores que interfieren en el momento de la materialización de las lesiones como el entorno, las condiciones del ambiente, entre otros. (Zong, a, Fordjour, & Yu, 2024) Ahora bien, si hablamos de la conducción de maquinaria en la cual el trabajador debe estar largas jornadas sentado maniobrando un vehículo, el sedentarismo y la poca actividad física se convierten en desventajas a la hora de establecer entornos de confort en los cuales se garantice el bienestar del operario.

### ***Sedentarismo***

El sedentarismo, como su término lo identifica, proviene del latín sedere la acción de tomar asiento; se ha utilizado para describir la transición de una sociedad nómada a otra establecida en torno a un lugar o región determinada, este cambio se ha relacionado a la evolución de grupos sociales en que el sustento dependía de la caza y recolección de frutos, a una organización socio productiva basada en la agricultura y en la domesticación de animales. (Carrasco & Bustos, 2017) Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la inactividad física y el comportamiento sedentario son la cuarta causa de muerte en el mundo y se estima que son la causa de alrededor del 6 al 10% de las muertes en el grupo de enfermedades no transmisibles, (OMS , 2023) según una investigación realizada sobre el impacto de estar

sentado sobre las enfermedades musculoesqueléticas, comentan que se ha sugerido que estar sentado durante mucho tiempo es un factor de riesgo potencial para los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. (Dang, Starke, Falk Liebers, Seidler, & Hegewald, 2024)

El sedentarismo en la actividad de conducción es un proceso de carácter degenerativo que afecta al usuario tanto de forma física como psicológica, estando propenso a padecer de enfermedades crónicas y un aumento de estrés, debido a la demanda de trabajo que implica estar gran cantidad de horas diarias sentado, Carrascos y Bustos argumenta en su investigación que se evidencian variables que disponen a la aparición de enfermedades crónicas y problemas músculo esqueléticos desarrollados en la actividad de conducción por el sedentarismo (Carrasco & Bustos, 2017) además, la mayoría tienden a tener una la falta de dedicación a una actividad física regular y una ingesta calórica reducida en la alimentación que contribuye a la obesidad, a los cambios de postura, es decir, con cambios en la resistencia y el equilibrio de los músculos del tronco, y curvaturas fisiológicas de la columna, esto sucede debido a que el sedentarismo provoca cambios en las fibras musculares que pueden contribuir a la rigidez muscular, especialmente en los extensores lumbares, los músculos necesarios para una postura erguida al sentarse, según lo indica Marijan en su artículo. (Marijan, y otros, 2023)

Es entonces necesario incluir programas que permitan evaluar esas condiciones de sedentarismo y establezca actividades en las que el trabajador pueda mantener un gasto energético evitando el sobrepeso, fatiga, disminución del estrés y la carga mental del trabajador, ya que esto traerá beneficios no solo a la persona misma sino también a la productividad de la industria, pues se disminuyen los índices de ausentismo, accidentalidad, morbilidad y que en ultimas generan gastos monetarios elevados para la empresa.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEduación

VERY GOOD



## ***Posturas inadecuadas***

Las posturas inadecuadas durante la conducción de maquinaria son más comunes de lo que podemos llegar a pensar, estas posiciones son bastante significativas a la hora de evaluar las condiciones de los trabajadores, pues resultan ser perjudiciales para su salud, adoptar posiciones mantenidas con movimientos restringidos o mantener una posición forzada puede provocar diversas lesiones a nivel musculoesquelético, puesto que en esta una o varias partes del cuerpo no se encuentran en confort, en cambio experimentan ángulos poco confortables o en desequilibrio debido a vibraciones mecánicas o movimientos repetidos lo que tienen una alta probabilidad de producir TME. (Vera, Larrea, & Falcón, 2021) Actualmente, el confort para sentarse, el confort de manejo y el confort espacial de la cabina de la mayoría de las máquinas están todavía lejos de ser satisfactorios, la posición espacial del volante en la cabina determina directamente la dificultad de manejo del conductor y luego afecta la eficiencia y comodidad del trabajo del conductor. (Wang, y otros, 2022)

Según los comentarios de los usuarios y los estudios de mercado, muchos tractores existentes tienen problemas como el manejo incómodo del volante y la falta de coincidencia entre el volante y la disposición del asiento, lo que tiene ciertos impactos adversos en la comodidad de manejo y la seguridad de operación del conductor, esto se debe a que en comparación con el de otros vehículos (como los automóviles), el volante de los tractores generalmente puede girar 1080° (tres vueltas) en un lado, lo que tiene un rango de movimiento mucho mayor que el de un automóvil, cuando la tractor gira, el par aplicado al volante es generalmente mayor que el de los automóviles, acompañado de una vibración más evidente del volante. (Wang, y otros, 2022)

Por otro lado, es importante mencionar que las sillas se han convertido en un factor importante, pues investigaciones han demostrado que se encontró que el ángulo de la articulación del hombro se correlaciona positivamente con la distancia horizontal del asiento y el tronco el ángulo entre los muslos tiene el mayor impacto en la comodidad al sentarse,

(Hongmei, Qichao, Wenjie, Hao, & Guozhong, 2022) esto contribuye de manera directa a que el conductor adopte medidas desproporcionales buscando la comodidad insegura y al encontrarse en esta condición la intensidad de las vibraciones, fuertes golpes o sacudidas prolongadas y repetitivas pueden generar las lesiones musculo esqueléticas. (Poco, Fornaciari, Vassalini, Grilli, & Fanigliulo, 2022)

### Capítulo III

#### **Vibraciones mecánicas y su incidencia en la fisiología humana.**

Las vibraciones según (Díaz, Cuervo, & Arias, 2003) “Son movimientos oscilatorios de una o varias masas bajo los efectos de diversas sollicitaciones”. Para Arias, Martínez y Reyes (Castro, Oropesa, & Reyes, 2016) “Las vibraciones de origen mecánico representan un riesgo para la salud de las personas, cuando éstas se exponen al operar herramientas, equipos o máquinas que generan vibraciones”. En todos los vehículos se producen vibraciones que surgen principalmente debido a las interacciones entre los neumáticos y el terreno, la magnitud de la vibración depende en gran medida de las diversas condiciones del vehículo junto con las del terreno (Singh, y otros, 2022) estos son uno de los factores que más afectan las condiciones de salud y confort, resultantes de las características e interacción de partes específicas del tractor (neumáticos, ejes, chasis, cabina), (Poco, Fornaciari, Vassalini, Grilli, & Fanigliulo, 2022) la vibración ingresa al cuerpo del conductor a través de varios puntos de contacto entre el conductor y el vehículo, como el volante, el asiento, las palancas, las paletas y el piso principalmente, la exposición prolongada a tales vibraciones puede provocar riesgos para la salud de los conductores como por ejemplo un cambio de presiones en discos intervertebrales, ocasionando hernias, dolor y lumbalgias. Por otro lado, las articulaciones y piernas pueden generar alteraciones, ya sea por giro, torsiones y extensión de forma repetitiva durante varias horas, (Carrasco & Bustos, 2017) a esto se le suma que los conductores de

tractores suelen estar expuestos a frecuencias de vibración tan bajas con amplitudes elevadas.

(Singh, y otros, 2022) Choi, afirma que estas vibraciones no deseadas, con una exposición prolongada, pueden provocar graves problemas de salud (osteoartritis, dolor abdominal, trastornos intestinales) (Sebesta, Zacek, & Salva, 2023)

Muchos investigadores demostraron que los trastornos musculoesqueléticos (TME) en el lugar de trabajo del conductor son causados por vibraciones mecánicas, transmitidas a todo el cuerpo del conductor (WBV) estos estudios examinaron principalmente el impacto de la vibración en diferentes aspectos: material del cojín, del asiento, velocidad, marchas, presión de inflado de los neumáticos, sistema de suspensión, etc. (Singh, y otros, 2022) Kumar y Cost infirieron que el viaje en tractor resulta incómodo principalmente debido a que las frecuencias dominantes coinciden con las frecuencias naturales de diferentes partes del cuerpo humano, oscilando principalmente entre 1 y 7 Hz. Estas frecuencias críticas pueden desempeñar un papel principal a la hora de provocar riesgos musculoesqueléticos, especialmente en la región de la columna lumbar puesto que, pese a ser bajas frecuencias tienen efectos adversos sustanciales sobre la salud, estos trastornos se encontraron predominantemente entre los conductores de tractores debido a la alta amplitud de la exposición a vibraciones de baja frecuencia. (Singh, y otros, 2022)

Cabe resaltar que el tiempo de conducción prescrito para los conductores profesionales es de 4/5 h ya que, durante este tiempo, se requieren músculos de la espalda para estabilizar la postura de conducción (Schneidera, Sogemeier, Jaitner, Buchner, & Stutzig, 2023) sin embargo las jornadas de trabajo de los conductores suelen ser largas y hasta se exceden en el tiempo debido a la demanda industrial. (afuera & Adane, 2023)

## **Afectaciones a la salud por vibraciones**

En la estructura nosológica de las enfermedades profesionales, el primer lugar lo ocupa la enfermedad por vibraciones, esto se debe a que la exposición a vibraciones de todo el cuerpo también se ha identificado como un factor de riesgo potencial para el desarrollo de diferentes tipos de afectaciones a la salud humana, (Munro, Govers, & Oliver, 2021) según Schneidera, Sogemeier y otros, la conducción profesional implica un comportamiento excesivamente sedentario debido a largos tiempos de conducción ininterrumpidos, a esto se suma que va acompañado de la exposición a vibraciones de todo el cuerpo y posiciones incómodas (Schneidera, Sogemeier, Jaitner, Buchner, & Stutzig, 2023) las cuales según Gyi, Veen y Vink, las posibilidades de cambiar de postura son aún más limitadas en comparación con el entorno de oficina debido al manejo del volante, los pedales y la necesidad de monitorear los espejos retrovisores y el entorno. (Schneidera, Sogemeier, Jaitner, Buchner, & Stutzig, 2023)

### ***Síndrome de vibración mano-brazo***

Las lesiones por vibraciones mano-brazo son un trastorno laboral bien conocido que afecta a muchos trabajadores en todo el mundo (EvaTekavec, y otros, 2024) la exposición prolongada da como resultado el desarrollo del síndrome vibratorio mano brazo (SVMB), el cual es un complejo peligro para la salud de los trabajadores, involucrando el sistema vascular, nervioso y músculo esquelético. (López, 2018) Las vibraciones transmitidas a través del manillar del vehículo se consideran vibraciones segmentarias, responsables de perturbaciones osteoarticulares y vasculares (enfermedad de Raynaud), que provocan síntomas como pinchazos, entumecimiento, palidez, quemaduras, cianosis, gangrena y amputación de miembro enfermo. (Peerzada, Dixit, Muzami, & Mohiuddin, 2024) Los pacientes con lesión por vibración mano-brazo que implica fenómeno Raynaud (RP) y manifestaciones neurosensoriales mostraron niveles elevados de biomarcadores asociados con lesión o disfunción endotelial,

inflamación, mecanismos compensatorios vaso o neuro protectores o apoptóticos.

(EvaTekavec, y otros, 2024) Las principales frecuencias para que ocurra daño por vibración están entre los 25 y 350 Hertz. (López, 2018) Los efectos a corto plazo pueden ser fatiga, insomnio, dolor de cabeza o temblores y a largo plazo pueden inducir daños físicos permanentes al sistema circulatorio, urológico y nervioso central. (Peerzada, Dixit, Muzami, & Mohiuddin, 2024)

Según Jeong y Byoung, la exposición a los riesgos relacionados con condiciones laborales deficientes o inseguras pueden generar en el trabajador un estrés relacionado con el trabajo, lo que no sólo pone en riesgo la seguridad de los trabajadores, sino también su salud y bienestar a nivel físico, mental y emocional. (Jeong & Byoung, 2024) Esto se debe a que existe una correlación entre las molestias osteomusculares y los sentimientos (preocupación, angustia, entre otros) de los trabajadores que los padecen y es precisamente esa mentalidad de incapacidad la genera este tipo de estrés que perjudica más la condición de las personas. (Broekman, y otros, 2024)

### ***Desorden vasoespasmo***

La enfermedad de la vibración, que afecta a la regulación autonómica-vascular a diferentes niveles, altera el equilibrio de las influencias simpáticas y parasimpáticas con la formación de vasoespasmo, (A.V, A.N, & M.O, 2020) también se asocia con efectos adversos sobre las propiedades reológicas de la sangre, los niveles de triglicéridos y colesterol, y la variabilidad de la frecuencia cardíaca. (Dzhambov & Dimitrova, 2016) Puede provocar una alteración de la regulación vegetativa vascular a diferentes niveles y conducir a un empeoramiento del pronóstico de vida de los pacientes y, por tanto, la búsqueda de métodos eficaces para corregir los trastornos autonómicos, es una tarea urgente en el tratamiento de la enfermedad por vibraciones. (A.V, A.N, & M.O, 2020)

El vasoespasmo cerebral puede definirse como el estrechamiento focal o difuso de las arterias de capacitancia de grande y mediano calibre de la base del cerebro que sigue a una hemorragia en el espacio subaracnoideo, (Espriella & Nova, 2008) se da debido una alteración de la regulación vegetativa vascular, incluidos los centros espinales vegetativos y la formación reticular del tronco, así como estructuras vegetativas supra segmentarías (complejo límbico) que conducen a un aumento en el tono departamento simpático del sistema nervioso autónomo a nivel segmentario, (A.V, A.N, & M.O, 2020) su diagnóstico no siempre es fácil, y puede tener un curso temporal; puede ser completamente asintomático o ser confundida con otra complicación asociada a la hemorragia subaracnoidea. (Espriella & Nova, 2008)

### ***Alteraciones de discos en la columna, zonas lumbares y cervicales***

Los discos espinales son los amortiguadores entre las vértebras y los huesos de la columna vertebral, estos ayudan a la espalda a mantenerse flexible, lo que permite que se pueda doblar y girar; la columna vertebral posee propiedades de absorción de impactos, proporcionadas principalmente por los discos intervertebrales que atenúan los temblores y las vibraciones que ocurren en el día a día. (Brzuszkiewicz, Szczegielniak, & Bączkiewicz, 2018) Sin embargo, la exposición prolongada a vibraciones ya sea de baja o alta frecuencia pueden generar alteraciones en los discos de la columna vertebral debido a la prolongación de resonancias.

El dolor lumbar (lumbalgia) suele ser dolor, tensión muscular o rigidez ubicado debajo de los márgenes costales y encima del pliegue de la ingle, con o sin ciática (dolor que se extiende desde la parte baja de la espalda hasta las piernas), según Zhou, Liu, Lai y Jin, las puntuaciones atribuibles al transporte, la flexión, la carga física, las posturas de trabajo estáticas y la vibración de todo el cuerpo en grupos ocupacionales que conducen al dolor lumbar son del 11,00% al 66,00%, respectivamente. (Fang, Mengshuang, Jiayi, & Kezhi, 2022) Según una investigación realizada para evaluar las fuerzas ejercidas por los miembros

inferiores durante la operación de maquinaria, los controles del tractor operados con el pie contribuyen significativamente al dolor lumbar debido al aplanamiento de la columna lumbar y las presiones discales. (Hota, Tewari, b, & Singh, 2020)

Según Lis, el riesgo de dolor lumbar aumenta claramente si estar sentado durante mucho tiempo va acompañado de la exposición a vibraciones de todo el cuerpo y posiciones incómodas, ya que mientras se conduce un camión las posibilidades de cambiar de postura son aún más limitadas. (Schneidera, Sogemeier, Jaitner, Buchner, & Stutzig, 2023) También se sabe que las malas posturas sentadas durante mucho tiempo contribuyen al desarrollo de lesiones de espalda; que la combinación de factores como vibraciones, sacudidas, mal diseño del asiento y postura incómoda, puede aumentar la posibilidad de dolor lumbar. (Upadhyay, Jaiswal, Bhattacharjee, & Patra, 2022).

## Conclusiones

Es evidente que la ergonomía es crucial para la salud y seguridad de los operarios de maquinaria industrial, pues en ella se determinan estrategias fundamentales como el control de los sistemas de ingeniería o la adaptación de los mismos, lo incluye la altura y disposición de los controles, la posición del operario y la accesibilidad de los componentes de la máquina. (Rocha, Nagy, Babos, & Szabo, 2022 p.2) Es importante recalcar que las condiciones de trabajo establecen la vulnerabilidad frente a los riesgos, pues al ser problemas de origen multifactorial, donde inciden factores del entorno físico, organización del trabajo, factores psicosociales, individuales y socioculturales, se vuelven más complejas a la hora de abordar estrategias que garanticen el diseño adecuado para las estaciones de trabajo y que permitan minimizar la fatiga y prevenir lesiones musculo esqueléticas.

Los trastornos musculoesqueléticos han sido catalogados como una de las enfermedades degenerativas más comunes en los conductores de maquinaria pesada, (Gotardelo, Rodrigues, Quaresma, Pontes, & Maciel, 2023) esto se debe a que se basa en los movimientos, posturas, herramientas o tiempo de exposición al cual se realicen las actividades laborales, (afuera & Adane, 2023) a esto se le suma que las condiciones fisiológicas de la persona influye en la aparición de los TME, puesto que existen condiciones fisiológicas hereditarias que intervienen en el desarrollo temprano de este tipo de lesiones.

Es por esto que la prevención de TME cada día toma más fuerza, pues la necesidad de implementar ambientes de trabajo seguros que garanticen el bienestar integral de los colaboradores no es solo de los profesionales de seguridad y salud ocupacional, ya que se ha evidenciado que las lesiones musculoesqueléticas generan no solo daños a los trabajadores si no también pérdidas millonarias a las industrias, pues el ausentismo laboral se ve reflejado en el rendimiento de los procesos y la optimización del tiempo de

productividad, por otro lado, las personas que padecen algún tipo de lesión musculoesquelética deben afrontar la vida diaria con limitaciones que les impiden el desarrollo óptimo de sus actividades diarias, lo cual se convierte en un problema frente a la demanda de consumismo en el cual se vive actualmente, pues el trabajo no es una opción de vida sino más bien una necesidad de supervivencia.

Es por ello que se considera fundamental que los trabajadores entiendan la magnitud que tienen los peligros a los que se enfrentan diariamente en sus lugares de trabajo puesto que unas de las principales causas de accidentes laborales en el mundo son a debido a los excesos los comportamientos inseguros que adoptan las personas al momento de desempeñar una labor, pues el trabajador en busca de comodidad adopta medidas desproporcionales a las cuales se les suma las condiciones de la maquina como las vibraciones, fuertes golpes o sacudidas prolongadas y repetitivas pueden generar las lesiones musculo esqueléticos. (Poco, Fornaciari, Vassalini, Grilli, & Fanigliulo, 2022) con base a esto se considera necesario no solo enfocar la línea sobre la prevención de la industria hacia el riesgo sino también en la cultura preventiva de los trabajadores, donde se responsabilicen sobre su seguridad y bienestar.

## Referencias

A.V, Y., A.N, F., & M.O, G. (2020). La eficacia del preconditionamiento isquémico para la corrección de trastornos neurovegetativos en la enfermedad por vibraciones.

*Revista Rusa de Salud Ocupacional y Ecología Industrial*, 5.

afuera, G., & Adane, B. (2023). Enfermedad musculoesquelética relacionada con el trabajo autoinformada Problemas y factores de riesgo asociados entre Conductores de vehículos de tres ruedas en Etiopía: Un estudio comunitario transversal. *Revista de investigación del dolor* , 11.

Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020). Una revisión sobre la ergonomía en la agricultura. Parte II: Operaciones . *Ciencias aplicadas*, 2.

Bone, K. W., & Palmer, K. (2022). Trastornos musculoesqueléticos en agricultores y trabajadores agrícolas. *Unidad de Epidemiología Ambiental del MRC*, 8.

Broekman, M., Brinkmana, N., Davids, F., Padilla, J., Doornberg, J., & Anillo, D. (2024). Los agrupamientos estadísticos de mediciones de salud mental y social se correlacionan con la capacidad musculoesquelética: un estudio transversal .

*Revista de investigación psicosomática*, 6.

Brzuskiewicz, G., Szczegielniak, J., & Bączkiewicz, D. (2018). Cambios relacionados con la edad en la capacidad de absorción de impactos de la columna vertebral humana.

*El arco original de Rese*, 7.

Carrasco, V. P., & Bustos, J. R. (2017). Sedentarismo en la Actividad de Conducción.

*Ciencia y Trabajo*.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



Castro, G. d., Oropesa, C. (2016). Evaluación de las vibraciones globales

transmitidas a trabajadores en una empresa agroindustrial productora de azúcar.

*Salud trab. (Maracay)* , 11.

Cho, S. S., Jang, T. W., & Kang, M. Y. (2024). Asociación entre exposiciones a riesgos

ergonómicos y síntomas de insomnio: un análisis de mediación de la quinta

encuesta sobre condiciones de trabajo en Corea. *BMC Salud Pública*, 10.

Dang, T. A., Starke, K. R., Falk Liebers, H. B., Seidler, A., & Hegewald, J. (2024). Impacto de

estar sentado en el trabajo sobre las enfermedades musculoesqueléticas de los

trabajadores alemanes: resultados del estudio sobre la salud mental en el trabajo

(S-MGA). *Revista de Ocupacional Medicina y Toxicología*, 16.

Díaz, J. M., Cuervo, A. F., & Arias, V. M. (2003). EXPOSICIÓN A VIBRACIONES GLOBALES

EN MAQUINARIA DE OBRA PÚBLICA. . *Universidad de Oviedo*, 133.

Dimate, A. E., Rodríguez, D. C., & A. I. (2017). Percepción de desórdenes

musculoesqueléticos y aplicación del método RULA en diferentes sectores

productivos: una revisión sistemática de la literatura. *Revista de la Universidad*

*Industrial de Santander*, 18.

Ding, Z., Lia, W., Yang, J., Ogunbona, P., & Qin, L. (2024). Una CNN basada en la atención

para la evaluación postural automática de todo el cuerpo. *Sistemas Expertos Con*

*Aplicaciones*, 11.

Dzhambov, Á. M., & Dimitrova, D. D. (2016). Enfermedades cardíacas atribuidas al ruido

laboral, vibraciones y otras co-exposiciones. *Medycyna Pracy*, 11.

E, A., M, M., & G, P. (2017). Electromiograma (EMG) Práctica 4. *researchgate.net*, 5.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEduación

VERY GOOD



Espriella, R. B., & Nova, M. (2008). El espasmo cerebral. *CLAN*, 10.

EvaTekavec, Nilsson, T., Dahlin, L. B., Huynh, E., AnnaAxmon, Nordander, C., . . . Kåreda, M. (2024). Biomarcadores séricos en pacientes con lesión por vibración mano-brazo y en controles. *Scientific reports nature portolio*, 10.

Fang, Z., Mengshuang, L., Jiayi, L., & Kezhi, J. (2022). Carga de enfermedad del dolor lumbar atribuible a factores de riesgo ergonómicos entre diferentes grupos ocupacionales en Cina. *Revista de Medicina Ambiental y Ocupacional*, 10.

Fernández, J. M., Acevedo, R. C., & Tabernig, C. B. (2007). INFLUENCIA DE LA FATIGA MUSCULAR EN LA SEÑAL ELECTROMIOGRÁFICA DE MÚSCULOS ESTIMULADOS ELÉCTRICAMENTE. *Revista EIA*.

Garcia, M. A., Martinez, D. d., & Marmolejo, A. L. (2014). Evaluación de la carga física postural y su relación con los trastornos musculoesqueléticos. *Revista colombiana de salud ocupacional*, 4.

Gotardelo, M. P., Rodrigues, A. L., Quaresma, F. R., Pontes, A., & Maciel, E. d. (2023). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en poblaciones vulnerables: ¿cuáles son las partes del cuerpo más comúnmente afectadas? *BMC Public Health*, 6.

Grandi, F., Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M., & Campanell, C. E. (2022). Diseño de salpicaderos ergonómicos para tractores y camiones: método y herramientas innovadoras. *Revista de Integración de la Información Industrial*, 10.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



Hita-Gutiérrez, M., Galán, M., & Ferre, J. C. (2020). Una descripción general de las aplicaciones del método REBA en el mundo. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 22.

Hongmei, X., Qichao, W., Wenjie, Z., Hao, Y., & Guozhong, Z. (2022). Optimización de los parámetros de posición del asiento del tractor en función de las características biomecánicas del conductor. *Revista de Ingeniería Agrícola*, 9.

Hota, S., Tewari, V., & Chandel, A. (2023). Evaluación de la carga de trabajo de las operaciones del tractor con criterios ergonómicos. *Transductores y técnicas de aprendizaje automático. Sensores*, 20.

Hota, S., Tewari, V., b, A. K., & Singh, G. (2020). Un transductor de pie integrado y un sistema de registro de datos para la evaluación dinámica de las fuerzas ejercidas en las extremidades inferiores durante las operaciones de maquinaria agrícola. *Chinese Roots Global Impact*, 8.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2024). Ergonomía y psicología aplicada. *INSST*, 19.

Jeong, S., & Byoung. (2024). El efecto moderador de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. *BCM Trastornos Musculoesqueléticos*.

Judicatura, C. N. (2019). Programa de gestión para la intervención de riesgo biomecánicos relacionados con desórdenes músculoesqueléticos (DME). *SIGMA*, 27.

Lefteris Benos, D. T. (s.f.).



**UNIMINUTO**  
Asociación Universitaria del Norte de los  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



Lescay, R. N., Becerra, A. & Obando, H. (2016). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS

COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. *Revista EIA*, 13.

lili, & Xu, X. (2019). Un método RULA basado en aprendizaje profundo para la postura de trabajo evaluación. *a Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía*, 5.

López, P. J. (2018). Síndrome Vibratorio Mano-Brazo: Revisión literaria. *Médecina Legal de Costa Rica*.

M, S., Y, C., & A, M. (2024). El impacto de las dimensiones de la cultura de seguridad en los accidentes laborales: una aplicación en la industria automovilística marroquí. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 10.

Marijan, V., Kezele, T. G., Peharec, S., Zubalj, N. D., Zezelj, S. P., & c-Klasan, G. S. (2023). Relación entre Actividad Física y Comportamiento Sedentario, Curvaturas de la columna, resistencia y equilibrio del tronco Análisis de salud física ampliado por músculos en adultos jóvenes. *Revista de investigacion ambiental y salud pública*, 24.

Munro, D. M., Govers, M. E., & Oliver, M. L. (2021). Demandas físicas del funcionamiento de un puente grúa. *Revista internacional de ergonomía industrial*, 9.

Navarro, F. (2015). La biomecánica ocupacional y el diseño de puestos de trabajo. *Revista digital INESEM*.

OIT. (1983). Enciclopedia de la OIT. *Ergonomia*, 1.

OMS . (septiembre de 2023). Obtenido de <https://abrirarchivos.info/tema/la-ergonomia-segun-la-oms-una-disciplina-para-mejorar-la-calidad-de-vida/>



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEduación

VERY GOOD



Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (2018). Metodología de ergonomía.

*Materiales didácticos PRL, 44.*

Organización Mundial de la Salud. (20 de 12 de 2015). *Prevención de trastornos*

*musculoesqueléticos en el lugar de trabajo.* Obtenido de

[http://www.who.int/occupational\\_health/publications/en/pwh5sp.pdf?ua=1](http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf?ua=1)

Pandorf, H., Sobrinho, . A., Oliveira, . V., Guiselini, . C., Almeida, G. L., Oliveira, . M., . . .

Silva, M. V. (2022). Predicción de un índice de confort ocupacional para la agricultura. Operación de tractores en el cultivo de caña de azúcar. *Society for Sugar Research & Promotion* , 8.

Peerzada, H. A., Dixit, J., Muzami, . M., & Mohiuddin, . M. (2024). Influencia de las vibraciones mano-brazo en la condición fisiológica del operador Parámetros y su atenuación en Power Weeder. *La Institución de Ingenieros (India)*, 11.

Peralta, M. H., Benavides, J. E., Villacís, N. V., & Moreira, G. E. (2016). Síndrome de Raynaud. Tratamiento médico y quirúrgico. *Revista Cubana de Reumatología*.

Poco, D., Fornaciari, L., Vassalini, G., Grilli, R., & Fanigliulo, R. (2022). Niveles de vibraciones de todo el cuerpo transmitidas al conductor de un Tractor equipado con cabina autonivelante durante el suelo Labranza Primaria. *Agroingeniería* , 12.

Rocha, R. P., Nagy, R., Babos, T., & Szabo, G. (2022). Seguridad en el Trabajo: La Prevención de la Seguridad Industrial factores de riesgo. *Ciencias aplicadas*, 14.

Romano, E., Bisaglia, C., Calcante, A., Oberti, R., zani, A., Vínnikov, D., . . . Rapisarda, V. (2020). Evaluación de la variación del confort entre diferentes. Tipos de conducción



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



de tractores agrícolas. Asistida por satélite y semiautomática.

*Revista internacional de investigación ambiental y salud pública.* , 17.

Sabogal, I. d. (2016). Los riesgos ergonómicos de carga física . *Revista Libre Empresa*, 5.

Sakinala, V., Paul, P. S., & Chandrakar, S. (2022). Evaluación de posturas de trabajo y carga física de trabajo de la máquina. Operadores en minas de carbón subterráneas. *la institución de ingenieros* , 12.

Sandi, J., Testa JVP, M. M., DA, F., & KP, S. (2018). Vibración que se produce en todo el cuerpo del operador del tractor agrícola en una prueba estandarizada. *a. Revista De Agricultura Neotropical*, 8.

Schneidera, L., Sogemeier, D., Jaitner, T., Buchner, A., & Stutzig, N. (2023). Adaptaciones en la actividad de los músculos de la espalda en conductores de camiones de largo recorrido durante la conducción prolongada con y sin estimulación integrada en el asiento. *Revista internacional de ergonomía industrial*, 9.

Sebesta, K., Zacek, J., & Salva, M. (2023). DISPOSITIVO EXPERIMENTAL PARA PRUEBAS DE SEMIACTIVO MAGNETORREOLÓGICO APAGADOR. *MM Revista de ciencias*, 6.

Sebesta, K., Zacek, J., & Salva, M. (2023). DISPOSITIVO EXPERIMENTAL PARA PRUEBAS DE SEMIACTIVO MAGNETORREOLÓGICO APAGADOR. *MM Revista de ciencias*, 6.

Singh, A., Samuel, S., Singh, H., Singh, J., Prakash, 2. C., & Dhabhi, Y. K. (2022). Exposición a vibraciones de todo el cuerpo entre el tractor Operador durante la operación de labranza del suelo: una evaluación utilizando ISO Estándar 2631-5. *Hindawi* , 8.



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

VERY GOOD



T.A, N., G.A, B., & S. V. (2021). *Tratado de patologías modernas en la formación de patología*

ocupacional cuando se trabaja en maquinaria agrícola . *Medicina del Trabajo y Ecología Industrial*, 7.

Upadhyay, R., Jaiswal, V., Bhattacharjee, A., & Patra, A. (2022). Papel de la exposición a las vibraciones de todo el cuerpo y la postura de los operadores de volquetes en los trastornos musculoesqueléticos: un estudio de caso en minas metalíferas. *Revista Internacional de Seguridad Ocupacional y Ergonomía*, 12.

Vera, M. E., Larrea, G. A., & Falcón, V. V. (2021). Posturas inadecuadas y su incidencia en trastornos músculo esqueléticos. *Revista Asociación Especial de Medicina del Trabajo*, 8.

Wang, Q., Shang, Y., Qin, Z., Xu, H., Jiang, W., Li, C., & G. Z. (2022). Evaluación del confort y optimización de los parámetros de posición del volante en maquinaria agrícola basado en un sistema de índice de evaluación de tres niveles. *Int J Agric & Biol Eng*, 9.

Yovi, E. Y., & Yamada, Y. (2019). Abordar las cuestiones de ergonomía ocupacional en la silvicultura de Indonesia: trabajadores, operadores o trabajadores equivalentes. *Creative Commons Attribution*, 13.

Zong, H., a, W. Y., Fordjour, A. d., & Yu, Y. (2024). Fatiga en los trabajadores de la construcción: una revisión sistemática de las causas, los métodos . *Elsevier*, 18.