



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

PREVALENCIA DE LOS TRASTORNOS
MUSCULOESQUELÉTICOS EN CONDUCTORES
DE VEHÍCULOS TERRESTRES

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

JOSE ANDREE SANTILLAN CHIRINOS

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

Mg. Brunella Ysabel Lizardo Otero

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DR. ARMANDO WILLY TALAVERANO OJEDA

PRESIDENTE

MG. CLAUDIA MYLENA TIRADO COSSE

VOCAL

MG. MIRKO ROGERS PEZOA VILLANUEVA

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A Dios, por el regalo invaluable de la vida y por permitirme recorrer este camino
acompañado del amor y la presencia de mi familia.

A mi madre, quien ha sido, es y siempre será la mayor inspiración de mi vida, una
mujer fuerte, valiente y amorosa.

A mi padre, por estar siempre a mi lado, por su fe inquebrantable en mí y por
apoyarme de forma constante y generosa en cada paso de este camino.

AGRADECIMIENTOS.

Al llegar al final de esta etapa académica, quiero expresar mi más sincero
agradecimiento a todas las personas que, de una u otra forma, fueron parte
fundamental de este proceso.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis Autofinanciada

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	12	JULIO	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	SANTILLAN CHIRINOS JOSE ANDREE		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2024		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	“PREVALENCIA DE LOS TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN CONDUCTORES DE VEHÍCULOS TERRESTRES”		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	Trabajo de Investigación		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	993550650		
E-mail	jose.santillan@upch.pe		

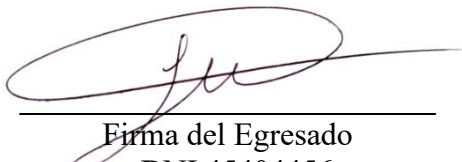

 Firma del Egresado
 DNI 45404456

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	8
III.	METODOLOGÍA.....	9
IV.	DESARROLLO DEL ESTUDIO	12
4.1	Tipos de vehículos usados en la conducción como actividad profesional.....	12
4.2	Factores de riesgo físico y disergonómico que generan trastornos musculoesqueléticos en operadores de vehículos	17
4.3	Principales trastornos musculoesqueléticos relacionados a la conducción de vehículos y sus consecuencias	30
4.4	Acciones preventivas para reducir la aparición de lesiones musculoesqueléticas por exposición a los riesgos disergonómicos en operadores de vehículos.	41
4.5	Limitaciones del estudio	45
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMEN

La conducción de vehículos constituye una de las principales actividades económicas en el mundo y requiere de conductores profesionales, quienes permanecen toda su jornada laboral operando o conduciendo sus unidades. Esta labor implica la exposición a agentes de riesgo físicos, disergonómicos, psicosociales y otros, los cuales adquieren relevancia debido a sus consecuencias en la salud de los trabajadores, sus familias y la sociedad en general.

En este contexto, se desarrolló el presente trabajo de investigación con el propósito de identificar bibliográficamente los principales factores de riesgo que originan trastornos musculoesqueléticos (TME), precisando conceptos, describiendo sus consecuencias y señalando estrategias para su adecuada gestión.

La metodología empleada consistió en una búsqueda exhaustiva de literatura científica publicada en los últimos diez años, utilizando criterios de selección específicos y palabras clave en distintos motores de búsqueda. Posteriormente, se procedió a la clasificación, análisis y redacción de la información recopilada. Entre los principales agentes de riesgo causantes de TME, destacan la exposición a vibraciones de cuerpo completo, los movimientos repetitivos y las posturas estáticas o mantenidas durante largos periodos de tiempo.

Asimismo, se revisaron diversas medidas de control y recomendaciones para enfrentar estos riesgos, las cuales deben ser implementadas por las organizaciones. Como conclusión del estudio, se determinó una relación directa entre los agentes de riesgo disergonómicos y físicos con la aparición de

TME, destacando las zonas corporales más afectadas: la región lumbar, los hombros y el cuello.

Para mitigar estos efectos, proponemos la implementación de programas de mantenimiento preventivo de vehículos, sistemas de amortiguación y asientos. Asimismo, se recomienda establecer turnos rotativos, capacitaciones y entrenamientos en posturas adecuadas y técnicas de estiramiento.

En este sentido, se sugiere que el Estado, las empresas, las universidades y otras organizaciones fomenten la investigación para la prevención y detección temprana de trastornos musculoesqueléticos relacionados con la conducción.

PALABRAS CLAVES

TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS, OPERADOR DE VEHICULO,
RIESGO DISERGONÓMICO

ABSTRACT

Driving vehicles is one of the main economic activities worldwide and requires professional drivers who spend their entire workday operating or driving their vehicles. This job involves exposure to physical, ergonomic, psychosocial, and other risk factors, which are significant due to their impact on the health of workers, their families, and society as a whole.

In this context, the present research work was developed with the purpose of identifying, through a literature review, the main risk factors that cause musculoskeletal disorders (MSDs), clarifying concepts, describing their consequences, and outlining strategies for proper management.

The methodology used consisted of an exhaustive search of scientific literature published in the last ten years, using specific selection criteria and keywords in various search engines. The collected information was then classified, analyzed, and compiled.

Among the main risk factors causing MSDs are exposure to whole-body vibrations, repetitive movements, and static or sustained postures over long periods of time.

Additionally, various control measures and recommendations to address these risks were reviewed, which must be implemented by organizations. As a conclusion of the study, a direct relationship was identified between ergonomic and physical risk factors and the emergence of MSDs, with the most affected body regions being the lower back, shoulders, and neck.

To mitigate these effects, we propose the implementation of vehicle preventive maintenance programs, suspension systems, and ergonomic seating.

Furthermore, rotating shifts, training in proper postures, and stretching techniques are recommended.

In this regard, it is suggested that the government, companies, universities, and other organizations promote research aimed at the prevention and early detection of musculoskeletal disorders related to driving.

KEYWORDS

MUSCULOSKELETAL DISORDERS, VEHICLE OPERATOR,
DISERGONOMIC RISK

I. INTRODUCCION

La conducción de vehículos móviles es una de las principales actividades económicas para los diversos países del mundo, ya que colaboran con el crecimiento de sus economías al ser una actividad dinámica en todas sus diferentes versiones, conectando la producción y consumo, además de integrar las industrias, capitales y poblaciones, al punto de convertirse en un eje estable del crecimiento de las economías. Solo en Canadá, más de 300.000 trabajadores o el 1.5% de su fuerza laboral nacional se dedican a esta profesión, siendo la segunda profesión más común en dicho país. (C. Chen et al., 2024; Senthana & Bigelow, 2018)

Existen diversos tipos de vehículos destinados a diferentes objetivos como la maquinaria pesada, por ejemplo, cargadores frontales, excavadoras, tractores, etc. destinada al movimiento de tierras, utilizados mayormente a nivel industrial y minero, destinados a realizar actividades coadyuvantes a su proceso productivo final y son utilizados mayormente en carreteras de tierra o zonas inhóspitas; los vehículos de carga, destinados a realizar el transporte de mercancías vía carreteras interprovinciales; los buses de transporte urbano destinados a movilizar a la población al interior de las ciudades y circulan por vías asfaltadas en su mayoría; los taxis que realizan similar servicio a los buses de transporte urbano, pero esta actividad es realizada en vehículos de menores dimensiones y capacidades; los buses de transporte interprovincial que realizan el traslado de personas de una ciudad a otra, siendo los conductores de autobús una de las poblaciones más afectadas por la vibración de tipo cuerpo completo. (Rahmani et al., 2022)

Dada la naturaleza de la actividad de operación de vehículos, a nivel mundial se requiere que los operadores permanezcan prolongados periodos de tiempo conduciendo sus vehículos ya sea en carreteras interdepartamentales, ciudades, centros mineros, etc., manteniendo interacción constante con el asiento y los pedales. Esta actividad, demanda que los operadores estén sentados de forma continua, generando que adopten posturas anormales o inadecuadas. Los conductores, de manera constante, se enfrentan a condiciones desfavorables como la congestión vehicular, presión por cumplimiento de objetivos, carreteras en mal estado, tiempos limitados, incrementos de exigencias laborales, temperaturas, condiciones climáticas, etc. Considerando adicionalmente, que este tipo de trabajo estático, implica la ejecución de esfuerzos con niveles bajos de carga, pero deben permanecer sostenidos sobre estructuras tendinosas y musculares propias del sistema musculoesquelético. (Pickard et al., 2022; Urrejola-Contreras et al., 2024; Zhang et al., 2023)

Esta actividad se encuentra intrínsecamente ligada a factores de riesgos disergonómicos del tipo físicos, psicosociales e individuales. Los factores de riesgo físicos que contribuyen al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos son por ejemplo la exposición a vibraciones de cuerpo completo y mano-brazo, ruido, temperaturas extremas, los factores de riesgos disergonómicos puros son por ejemplo posturas estáticas, movimientos repetitivos y fuerzas excesivas. Mientras que los factores psicosociales en los conductores de profesión son la alta demanda laboral, el estrés y la elevada tasa de insatisfacción laboral que está íntimamente relacionada con los ingresos insuficientes, falta de actividad

física, insatisfacción con el estilo de vida, etc. Los factores individuales a considerar son la edad, el índice de masa corporal, patologías previas y el estado de salud general. En el caso de la exposición a vibraciones del tipo cuerpo completo indiferente del tipo de unidad móvil, existe una alta demanda de estar sentado durante tiempos considerables, la cual induce a una mayor carga y fuerza de compresión en los discos intervertebrales, permitiendo un mayor deslizamiento en las partes blandas lumbares y por ende una mayor fatiga en los músculos lumbares. Todo esto contribuirá a la aparición de cambios degenerativos en la columna lumbar. (Casagrande & Ferreira, 2022; Joseph et al., 2023; Kasemsan et al., 2021)

La definición de trastornos musculoesqueléticos (TME), corresponde a lesiones del sistema musculoesquelético generadas de manera directa por el trabajo en sí o por el entorno donde se realiza el mismo. Los TME, son un problema realmente importante en todo el mundo, ya que representan entre el 42% y el 58% de todas las enfermedades reportadas relacionadas con el trabajo. En la Unión Europea, los TME son la principal causa de discapacidad laboral, ausencia laboral por absentismo y pérdida de productividad. Se estima, que las pérdidas generadas por los TME, entre las personas en edad laboral, podrían llegar al 2% del producto bruto interno. (Bevan, 2015; Joseph et al., 2020)

Los TME en relación al trabajo, incluyen una amplia gama de afecciones inflamatorias y degenerativas que comúnmente afectan a diversas partes del cuerpo humano según la zona de mayor exposición como son huesos, tendones, ligamentos, articulaciones, nervios, vasos sanguíneos de soporte y otros tejidos

blandos que generan impacto en la calidad de vida. Si dividimos al cuerpo por regiones, las regiones corporales mayormente afectadas por los TME generados por agentes de riesgo físicos y disergonómicos son la zona lumbar, seguida por el cuello, parte superior de la espalda, hombro, rodilla, luego cadera y muslo, muñeca, tobillo y codo. (Ekechukwu et al., 2021; Tahernejad et al., 2024)

Entre los principales TME, podemos citar al dolor lumbar, que se identifica como una condición de salud grave que afecta a más de 577 millones de personas en todo el mundo. Según la literatura conocida, alrededor del 80% de la población adulta ha experimentado dolor lumbar al menos una vez en su vida. El dolor lumbar es una de las principales causas del impacto de las afecciones musculoesqueléticas, con 577 millones de casos y representa el 7.4% del total de años vividos con discapacidad a nivel mundial. Siendo el dolor lumbar y demás TME generadores de sufrimiento del trabajador, debido a las limitaciones físicas y absentismo. Realizando un análisis socioeconómico, las personas de nivel bajo son las más propensas a sufrir de dolores lumbares comparados con las personas de nivel socioeconómico mayor. (Haeffner et al., 2018; Nabi et al., 2023)

La oficina Ejecutiva de Salud y Seguridad del Reino Unido, informó en el periodo 2018/2019, que la prevalencia de TME con relación al trabajo fue de 498 000 de un total de 1 345 000 en referencia a todas las enfermedades relacionadas al trabajo, con una prevalencia del 37%, que equivale al 29% de todos los días laborales perdidos relacionados a problemas de salud a causa del

trabajo. Un informe publicado por la oficina de estadísticas de Estados Unidos, indica que la prevalencia de TME referidos al trabajo, para el caso de conductores de autobús es del 80%, para los conductores de taxi es del 71% y para el caso de los conductores de camiones es del 81%. (Joseph et al., 2023)

En un estudio publicado en el año 2024, indica que para el caso de los conductores de camión se tiene la siguiente estadística preocupante, en la cual se observa que, de una muestra de 2662 conductores, el 61,75% presentan TME. La prevalencia de TME en diversas partes del cuerpo, se estimó con la siguiente distribución: hombro (31,5%), cuello (25,79%), espalda baja (23,46%), rodilla (22,26%), tobillo (20,46%), muñeca (20,25%), espalda alta (18,65%), codo (11,91%) y cadera (7,50%); en otro estudio realizado a conductores de taxis publicado en el mismo periodo y ejecutado a una muestra de 5227 taxistas nos indica que los TME con la prevalencia más alta está relacionada con la región lumbar con un 53.87%, la tasa de TME con referencia al cuello arrojó un valor de (38,15%), el hombro (34,97%), la parte superior de la espalda (18,30%) y la rodilla (14,10%). Asimismo, para el caso de conductores de camión que trasladan contenedores cargados, de una muestra de 32 trabajadores, el 84.2% indicaron tener hernias discales. (Lan et al., 2016; Rezaei et al., 2024; Tahernejad et al., 2024)

Las estadísticas indican, que, en EE.UU., en la actividad privada, la tasa de incidencia de lesiones no mortales ha disminuido hasta llegar en el año 2016 a 2.9 lesiones no mortales por cada 100 trabajadores, mientras que en el sector transporte la tasa de incidencia se mantuvo en una media de 4.3 lesiones no

mortales por cada 100 trabajadores, mientras que en Canadá la tasa es de 3.77 en el 2015. En un país desarrollado como Canadá, la industria del transporte ocupa el quinto lugar entre todas las industrias con mayor tiempo perdido a causa de lesiones o enfermedades ocupacionales, ascendiendo a 15527 reclamos por pérdida de tiempo en el año 2016 con un costo aproximado de 400 millones de dólares canadienses en pagos por compensación de beneficios. Debido a estas preocupantes estadísticas, es necesario conocer cuáles son los principales TME que afectan a los operadores de vehículos y en qué nivel influyen en los días perdidos por descanso médico. (Sekkay et al., 2018)

La importancia de este trabajo radica en la imperiosa necesidad de profundizar en el conocimiento y ordenamiento de la múltiple información publicada, para lo cual se realizó una revisión documentaria en donde se analizó y sintetizó múltiples investigaciones indexadas referidos a los factores de riesgo disergonómicos y físicos que podrían generar la aparición de TME, además de identificar las causas y mecanismos asociados; buscando reducir la incidencia de lesiones, absentismo laboral y mejorar las condiciones de trabajo en la actividad de conducción de vehículos para poder brindar a las autoridades competentes, así como a los gerentes y líderes de empresas con poder de decisión herramientas para que puedan tomar acciones preventivas con la finalidad de disminuir la ocurrencia de TME y también puedan gestionar el cumplimiento de la normativa legal vigente en el Perú, como la ley 29783 “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, D.S. 005-2012-TR “Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”, D.S. 023-2017 EM “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”, que obligan a la identificación,

evaluación y control de aquellos agentes de riesgo que puedan generar enfermedades ocupacionales en los trabajadores. Por lo expuesto, se realizó una revisión de tipo bibliográfica acerca de los factores de riesgo disergonómicos y físicos que pueden generar la aparición de TME en operadores profesionales de vehículos. (Pickard et al., 2022)

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica acerca de los trastornos musculoesqueléticos asociados a la actividad de conducción de vehículos.

2.2. Objetivos específicos

- a) Describir los diferentes tipos de vehículos utilizados en la conducción como actividad profesional.
- b) Identificar los factores de riesgos disergonómicos y factores de riesgo físicos que puedan generar trastornos musculoesqueléticos en operadores profesionales de vehículos.
- c) Identificar los principales trastornos musculoesqueléticos relacionados a la conducción profesional de vehículos y describir sus consecuencias.
- d) Reseñar acciones preventivas para reducir la aparición de lesiones musculoesqueléticas por exposición a los riesgos disergonómicos y factores de riesgo físicos en operadores de vehículos profesionales.

III. METODOLOGÍA

El diseño y tipo de estudio para el presente trabajo fue de revisión narrativa y cualitativa.

Para el desarrollo se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- a) Se consideraron solamente los artículos de carácter científico, que hayan sido publicados entre octubre 2014 a septiembre 2024.
- b) Se incluyeron normativas nacionales e internacionales que se encontraban vigentes a septiembre 2024.
- c) Se analizaron documentos publicados en idioma español, inglés y portugués.

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- a) Los artículos que requirieron un pago para acceso completo fueron excluidos del presente estudio.
- b) Artículos que no contaron con todo el informe publicado.
- c) No se incluyeron documentos generados para la obtención de grados.

Se utilizaron los siguientes procedimientos y técnicas:

- a) Se realizó la identificación de documentos en motores de búsqueda en base a Pubmed, Scielo, Science Direct, Google académico, Dialnet, Religación.
- b) Se organizaron los documentos de acuerdo a su relevancia y antigüedad de publicación para cumplir los objetivos del estudio de investigación.
- c) Todos los documentos seleccionados se organizaron en una base de datos en Excel para una mejor distribución y análisis.
- d) Se analizó la información obtenida y se realizó el informe de trabajo de investigación.

Se analizaron y procesaron los datos de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) La información de los documentos seleccionados y organizados fueron analizadas por categorías o campos de análisis descritos de acuerdo a cada objetivo específico.
- b) Se logró elaborar el informe del trabajo de investigación final que consideró un análisis global con la finalidad de lograr redactar conclusiones y recomendaciones de acuerdo al estudio.

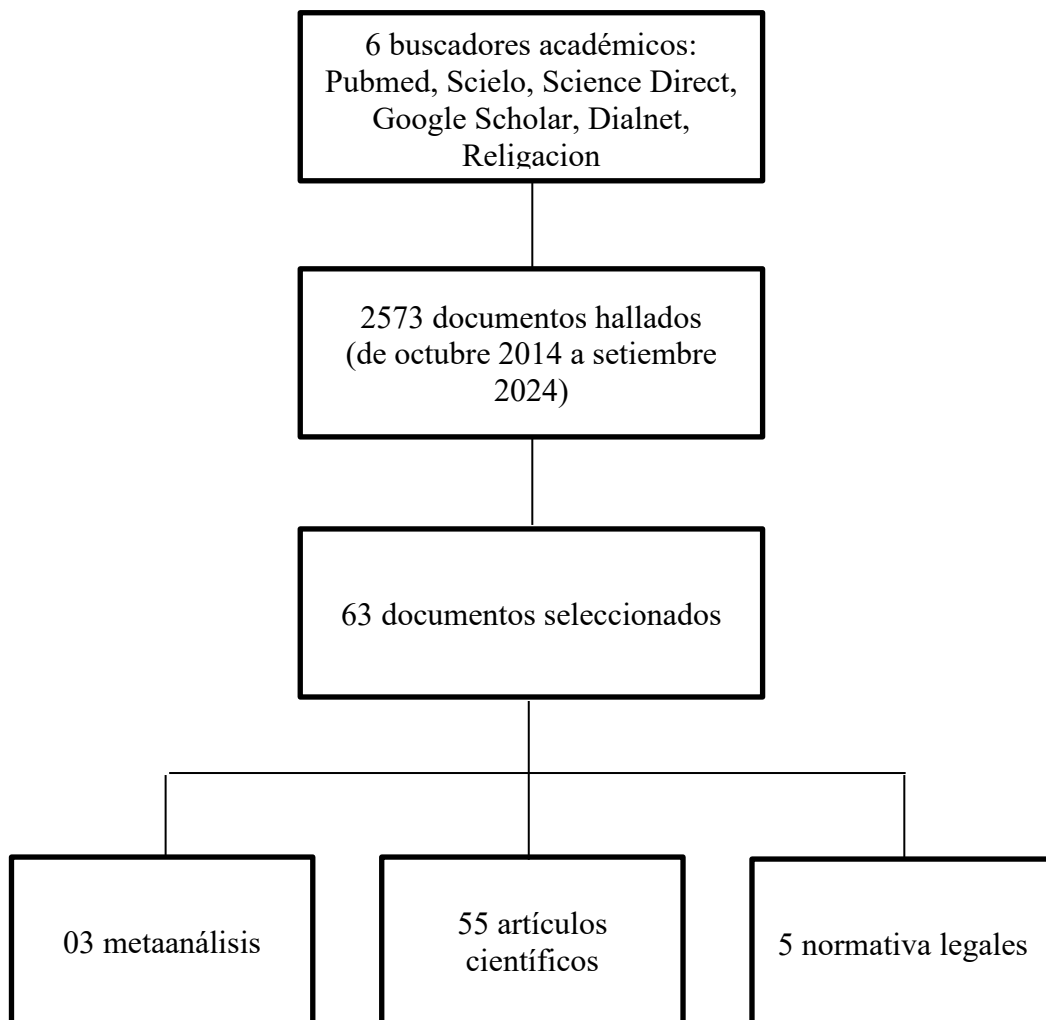
Se trabajó bajo las siguientes consideraciones éticas:

- a) Se solicitó y se obtuvo la aprobación del proyecto del trabajo de investigación de parte Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- b) Se utilizaron investigaciones primarias para el trabajo de investigación. No se realizó investigación en seres humanos.
- c) Se respetó de manera estricta los derechos de autor de los documentos incluidos en la presente investigación con las respectivas referencias bibliográficas.
- d) El trabajo de investigación fue autofinanciado.

En el presente estudio de investigación, se obtuvo como resultado de la búsqueda de información científica, los siguientes datos:

- a) Se recopiló 2573 documentos, los cuales guardaban relación al tema de investigación y cumplieron los criterios usados como términos de búsqueda.

- b) Se seleccionaron 63 documentos, los cuales cumplían con los criterios de inclusión y exclusión, que se utilizaron para el correcto desarrollo del presente estudio de investigación y fueron agregados a la bibliografía de este trabajo.
- c) La documentación seleccionada estuvo conformada por: 55 artículos científicos, 03 metaanálisis y 05 normativas legales.
- d) La búsqueda, selección y revisión documentaria fue la siguiente:



IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1 Tipos de vehículos usados en la conducción como actividad profesional

Desde los inicios de la historia del ser humano nos hemos visto en la imperiosa necesidad de realizar diversas actividades productivas para lograr sobrevivir; esta necesidad dio origen al trabajo y junto con ella se inició la exposición a riesgos que atentan contra la seguridad y salud de los trabajadores. Estas exposiciones a riesgos laborales se vieron exponencialmente incrementadas con el nacimiento de la revolución industrial trayendo consigo la aparición de enfermedades ocupacionales y el incremento de las tasas de accidentabilidad que dieron origen en el año de 1920 a las primeras normativas en seguridad y salud dictadas en países desarrollados. En la actualidad, la Organización Internacional del Trabajo estima que cada año 2.78 millones de trabajadores mueren a causa de accidentes laborales y enfermedades relacionadas con el trabajo, estimando inclusive que los días de trabajo perdidos representan el 4% del PBI a nivel mundial. (International Labour Office, 2019)

La actividad de conducción es aquel conjunto de acciones que implican el llevar, el transportar o dirigir algo de manera controlada haciendo uso de un volante o mandos que forman parte de una unidad; mientras que la conducción de vehículos terrestres, de la cual es objeto esta investigación, es la acción de conducir una unidad con ruedas que está en constante contacto con una superficie sólida. La conducción de vehículos a nivel profesional es la ocupación que requiere que el trabajador esté operando el vehículo durante toda su jornada laboral y exige estar sentado en posiciones incómodas y circular por

terrenos complejos y en algunas oportunidades desarrollar actividades de mantenimiento y otras tareas auxiliares a la conducción de acuerdo al tipo de vehículo. Existen diversos tipos de vehículos destinados a diferentes objetivos como la maquinaria pesada que son máquinas de gran tamaño con características particulares como la movilidad restringida, la potencia y la fuerza y que no se encuentran diseñadas para circular por las vías de uso común de los ciudadanos, como lo son por ejemplo, los cargadores frontales, las excavadoras, los tractores, etc. destinados al movimiento de tierras, utilizados mayormente a nivel industrial y minero, destinados a realizar actividades coadyuvantes a su proceso productivo final, los cuales son utilizados mayormente en carreteras de tierra o zonas inhóspitas; los vehículos de carga que son vehículos motorizados destinados a realizar el transporte de mercancías vía carreteras interprovinciales o internacionales y que cumplen un rol importante en el proceso logístico de las naciones, suelen tener una plataforma trasera de arrastre ya sea abierta o cerrada dependiendo del tipo de carga que trasladará; los buses de transporte urbano destinados a movilizar a la población al interior de las ciudades y circulan por vías asfaltadas en su mayoría; los taxis que realizan similar servicio a los buses de transporte urbano, pero esta actividad es realizada en vehículos de menores dimensiones y capacidades destinados a realizar traslados de un número reducido de personas, pero de manera exprés; los buses de transporte interprovincial que realizan el traslado de personas de una ciudad a otra, siendo los conductores de autobús una de las poblaciones más afectadas por la vibración de tipo cuerpo completo. Los diversos vehículos existentes son utilizados en varios tipos de ocupaciones como los conductores de transporte

público que utilizan buses, taxis o motocicletas, los repartidores que usan motos o vehículos ligeros para trasladar comida u otros productos, los operadores de montacargas que tienen como objetivo trasladar ya sea horizontal o verticalmente objetos pesados, los conductores de vehículos agrícolas como tractores, picadoras u otros, los camiones para traslado de cargas especiales como bombonas o dumper que trasladan ácidos o materiales misceláneos corrosivos. Existe también una población de trabajadores que operan vehículos, pero de manera auxiliar o complementaria a otra(s) función(es) principal(es) como supervisores, visitantes médicos, etc., que hacen uso de camionetas o automóviles para trasladarse u otros fines, mas no es su actividad principal. (Rahmani et al., 2022; Sharma et al., 2022)

La maquinaria pesada corresponde a aquellos equipos diseñados para realizar actividades desde excavaciones que comprenden acciones como la separación o extracción de la mena o ganga en el sector minero o sencillamente para el desplazamiento sobre su radio de alcance de materiales inertes, otra acción que realiza esta maquinaria es la carga de material a tolvas y por último abarca también acciones de acarreo que comprenden el desplazamiento a un punto lejano del material alimentado. Estos equipos se pueden agrupar en cuatro grupos principales, siendo el primer grupo la maquinaria de excavación, que considera a equipos como tractores con pala de empuje, excavadoras de pala frontal, retroexcavadoras, que como dice su nombre, sirven para realizar excavaciones, que consisten en que el equipo se posiciona sobre un terreno y con el cucharón arranca el material que arrastra y lo posiciona al interior del mismo. El segundo grupo corresponde a vehículos de carga como cargadores

frontales o excavadoras, que cuentan con una estructura de soporte que posee brazos articulados que se accionan de manera hidráulica. El tercer grupo comprende a los vehículos de acarreo como camiones tipo volquete, remolques, autovolquete, dumper que son vehículos de chasis rígido para que puedan soportar las grandes cargas que deben trasladar y el último grupo comprende a las motoniveladoras, compactadoras y rodillos, utilizados mayormente para tareas complementarias en el diseño y mantenimiento de carreteras de tierra. (Ballester & Richard, 2022; Gonzalez Torres & Noroña Merchán, 2017)

Los montacargas o carretilla elevadora son vehículos motorizados destinados a realizar trabajos de levantamiento, movimiento y transporte eficiente de diversas cargas pesadas, estas acciones las realiza gracias a las horquillas que tienen en la parte delantera sujetas a un castillo, que brinda movimiento vertical, logrando balancear las cargas que manipula, debido a que en la parte posterior del montacargas cuenta con contrapesos en los extremos del punto de giro. Las principales partes del montacargas son el chasis que brinda soporte a todos los componentes del vehículo, los contrapesos que dan estabilidad para evitar que el montacargas se vuelque por desbalance de pesos, la cabina del operador que es el espacio desde donde se opera el vehículo, la estructura vertical que permite elevar o bajar la carga conocida como mástil o castillo y la palanca de inclinación que controla el ángulo de inclinación de la carga. (Enriquez Rosales & Cazar Chávez, 2021)

Los autobuses de tipo urbano, son vehículos de mediano a gran tamaño destinados a realizar el traslado de personas de un punto inicial a un punto final en los interiores de las diversas ciudades; cuentan con chasis de tipo cama baja

y los autobuses de tipo interprovincial son utilizados principalmente para los traslados de largas distancias y requieren que las personas tengan mayor tiempo de residencia al interior del vehículo. Estos autobuses se componen de carrocería y chasis. Entiéndase por carrocería a la parte estructural externa del vehículo en la que se ubican ya sea al conductor, a los pasajeros o a la carga dándole forma al vehículo de acuerdo al diseño de fabricante y es el responsable de brindar soporte estructural, mientras que el chasis es el responsable de soportar las fuerzas estáticas y dinámicas gracias a su rigidez y resistencia ante los impactos y se encuentra conformado por vigas, perfiles y/o planchas metálicas que forman parte del esqueleto del vehículo. (Moreno et al., 2020)

Los automóviles o también llamados autos o carros son vehículos motorizados de cuatro ruedas diseñados para el traslado de personas, generalmente entre 1 a 8 personas, y son de menor tamaño comparado con la maquinaria pesada y autobuses. Estos vehículos pueden utilizar diferentes tipos de energía como gasolina, gas o electricidad. Las principales partes del automóvil son el chasis, que es la estructura de mayor importancia, ya que soporta el motor y la carrocería y es fabricado principalmente a base de materiales ferrosos, la carrocería que está fabricada a base de materiales ferrosos aligerados y fibras de vidrio y se define como la parte exterior que protege a los pasajeros y demás, el motor que es el responsable de dotar de fuerza para impulsar el vehículo, los sistemas de dirección, frenos y suspensión que permiten controlar la dirección, reducir la velocidad y las vibraciones según corresponda. Estos vehículos son muchas veces utilizados para hacer taxi, la cual se considera como una actividad

insalubre debido a los riesgos que se encuentran expuestos los conductores (Ledesma et al., 2017; Wellbrock et al., 2020)

Las motocicletas son vehículos ligeros de dos ruedas, los cuales han sido diseñados para el transporte de una persona o máximo dos. Cuentan con un motor de combustión, un timón para el control de la dirección, un acelerador empuñado para regular la velocidad, sistema de cambio de marchas y un freno en palanca. Este tipo de vehículos nacen en Tailandia en los años 50 como solución al problema del transporte, pero de una manera más económica. Como actividad económica se usa para realizar repartos y mototaxismo el cual es permitido en muchos países del mundo como Perú, Japón, Bolivia, Nicaragua, China, etc. En el presente estudio no se incluyó a los vehículos utilizados para conflictos bélicos. (Tucto et al., 2018)

4.2 Factores de riesgo físico y disergonómico que generan trastornos musculoesqueléticos en operadores de vehículos

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son definidos como lesiones que afectan a los músculos, a los tendones, a los nervios y a las articulaciones y dañan con mayor frecuencia al cuello, a la espalda, a los hombros, codos, muñecas, manos y que reciben diversos nombres como contracturas, tendinitis, túnel carpo, lumbalgias, cervicalgias, dorsalgias, entre otras, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo o el entorno en el que se desarrolla. Todas ellas tienen en común el síntoma predominante del dolor, el cual está íntimamente relacionado con la inflamación, pérdida de fuerza y problemas que

imposibilitan la posibilidad de realizar algunos movimientos de manera normal. (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008; Sekkay et al., 2018)

La actividad de conducción de vehículos es considerada una de las industrias más grandes a nivel mundial, dado que millones de personas dependen de manera directa de esta para su sustento y de sus familiares. Los diversos vehículos empleados en este sector como camiones, montacargas, tractores, buses y vehículos livianos están diseñados para diversas actividades como agricultura, construcción o transporte. La actividad de conducción profesional es definida como aquella ocupación que requiere que un trabajador opere o conduzca un vehículo motorizado como actividad principal durante la totalidad de su jornada laboral. Los conductores profesionales forman parte crucial del sistema socioeconómico y del transporte de una sociedad, independiente del tipo de vehículo que conduzca, ya sea taxi, bus, camión u otro. Se encuentra reconocido, que esta actividad expone de manera inherente a sus trabajadores a numerosos riesgos que pueden derivar en TME. Entre los principales factores podemos encontrar la adopción de posturas estáticas o mantenidas durante largos periodos, las posturas incómodas las cuales implican girar el cuello o el tronco hacia los costados o adelante, la vibración de tipo cuerpo completo, los temblores intensos, la manipulación manual de cargas como levantar, tirar (la cual no afecta a todos los tipos de vehículos). Asimismo, también se hacen presentes los factores de tipo psicológicos como el estrés o la insatisfacción laboral, horarios irregulares de trabajo, horarios de sueño anómalos. A estos se suman variables individuales tales como el género, edad, índice de masa corporal y etnicidad. Esta tarea es un trabajo estresante que cuenta con

catalizadores como son los factores climáticos, velocidad, atascos vehiculares, tiempos prolongados de espera, carreteras y vías en mal estado. Todos estos factores sumados a características personales podrían ser generadores de diversas enfermedades como oncológicas, problemas gastrointestinales, complicaciones cardiovasculares y TME. (Joseph et al., 2023; Tahernejad et al., 2024)

Neira & Avecillas (2024) indica que alrededor de 1710 millones de personas en todo el mundo sufren de TME, lo que representa uno de los problemas de salud más importantes a nivel mundial. Los factores de riesgo principales que pueden afectar a la salud y ser generadores de TME son las posturas inadecuadas, los movimientos repetitivos, la falta de pausas y descansos adecuados. También cita a las vibraciones del tipo de cuerpo completo, es decir, a las que generan daño de manera global y a la sobrecarga laboral. Indica también que el esfuerzo físico o actividad muscular durante la jornada laboral genera respuestas de tipo fisiológico en los músculos, aumentando la fatiga muscular y la circulación sanguínea, los cuales persisten horas después de haber terminado la jornada de trabajo. (Neira & Avecillas, 2024)

En relación a lo expuesto, Maciel et al. (2022) indica que los TME son dolencias que afectan a múltiples trabajadores en diversas profesiones y ocupaciones y que generan inflamación y degeneración en músculos, tendones, nervios, articulaciones y cartílagos. Los conductores profesionales de camiones, por la naturaleza de sus actividades tienen un elevado riesgo de desarrollar TME debido a las elevadas jornadas de trabajo, la exposición a ruido, la exposición a vibraciones, las elevadas temperaturas, las posturas forzadas o retenidas y por

los movimientos repetitivos. Acota también que las condiciones del ambiente, como la mala infraestructura de las carreteras, la responsabilidad, los pocos descansos que ayuden a la recuperación física y mental de los conductores, son factores que pueden contribuir a la aparición de los TME. Todos estos factores generan en los conductores profesionales de vehículos una de las tasas más altas de lesiones, días de trabajo perdidos y elevados costos por compensación. (Maciel et al., 2022)

Sharma et al. (2022) indica que la conducción profesional requiere mantenerse sentado en posiciones bastantes incómodas además de circular en muchas ocasiones por terrenos y carreteras difíciles e incluso en ocasiones algunos operadores de vehículos requieren realizar mantenimientos o reparaciones menores y otras actividades de tipo auxiliar. El autor en su estudio identificó que los principales factores generadores de TME entre los operadores, son el estar sentado durante periodos largos de conducción, mantener posturas restringidas, el tiempo prolongado de trabajo, el consumo de alcohol y los asientos incómodos o en mal estado. Además, refuerza la premisa acerca de que la actividad de conducción profesional es altamente estresante y que hay diversos factores como el tráfico, los atascos, etc. que vuelven más desagradable dicha actividad. También encontró múltiple bibliografía basada en diversos artículos científicos y luego de debates con expertos lograron identificar 20 factores de riesgo relacionados con la aparición de TME que se citan a continuación: el género, la etnicidad, el índice de masa corporal, menor ejercicio físico, la edad, el consumo de alcohol, fumar, la postura restringida, la repetitividad, la vibración, el asiento incómodo, el incremento de número de

horas de trabajo, la carga física, los años de experiencia, menor horas de sueño, menor horas de descanso, el estrés laboral, el apoyo moral y la insatisfacción laboral. Como resultado final indica que el conductor de camiones tiene mayor riesgo de sufrir TME, seguido de los conductores de taxi, luego los conductores de autobús, conductores de maquinaria pesada y por último conductores de tractores. (Sharma et al., 2022)

N. Rugbeer (2016) refiere que los TME representan entre el 42 % y 48% de las enfermedades musculoesqueléticas que guardan relación con el trabajo y que los principales factores de riesgo identificados en un estudio realizado en Ghana, son las posturas incómodas, la exposición a vibraciones, asientos incómodos, permanecer sentado durante mucho tiempo y realizar tareas repetitiva, pudiendo generar estrés en toda la cadena cinética y dar paso a la probable generación de TME, los cuales afectaran a la vida personal y social del operador. Estos factores afectan principalmente a la parte superior de la espalda, el cuello, la parte baja de la espalda, los hombros, los tobillos, la pelvis, la muñeca y mano, la rodilla y los codos. (Rugbeer, 2016)

Para el caso de estudio en conductores profesionales, los factores riesgo identificados según la evidencia epidemiológica y que podrían generar la aparición de estas enfermedades o TME, podemos tabularlos en tres principales grupos como lo son: factores físicos relacionados con el trabajo o factores disergonómicos, factores individuales y factores psicosociales relacionados con la actividad laboral. Cuando hablamos de factores de riesgo del tipo físico y disergonómico nos referimos a la vibración del tipo cuerpo completo, iluminación, ruido, estar sentado durante periodos prolongados, posturas

estáticas, movimientos repetitivos, fuerzas excesivas, falta de recuperación entre movimientos y carga física, otros. En cuanto a los factores individuales podemos citar al género, a la raza, índice de masa corporal, edad, estado de salud general considerando enfermedades prevalentes, actividad física, consumo de alcohol y/o tabaco, otros factores son los factores psicosociales como el estrés laboral, insatisfacción laboral, la alta demanda profesional, la carga mental, emocional y otros. (Joseph et al., 2023; Sekkay et al., 2018)

Diversos autores coinciden en la existencia de los tres grupos de factores expuestos con anterioridad, indicando que el grupo de mayor importancia son los factores ocupacionales (vibración, posturas estáticas, movimientos repetitivos, otros) dando un rol secundario a los factores individuales de cada operador y un rol terciario a los factores psicosociales relacionados con el trabajo. Por lo expuesto, el presente trabajo se centrará en los factores de riesgo disergonómico y físico, sin desconocer la importancia de los factores individuales y psicosociales relacionados con el trabajo. (Sharma et al., 2022; Yap et al., 2023).

4.2.1 Vibración de tipo cuerpo completo

Las vibraciones son movimientos de tipo oscilantes que realiza un cuerpo o partícula alrededor de su punto fijo o de equilibrio y tienen como características principales a la intensidad y frecuencia. La intensidad es medida en m/s^2 y expresa la aceleración eficaz de un cuerpo medido en unidades de desplazamiento, velocidad o aceleración. En cuanto a la frecuencia, se refiere a al número de veces que se completa un ciclo de oscilación y su unidad de

medida son los hercios (hz). Las vibraciones que afectan a todo el cuerpo y son de baja frecuencia menores a 1 hercio pueden generar mareos, vómitos y pérdida de equilibrio; mientras que las vibraciones que están comprendidas entre frecuencias de 1 a 80 hercios pueden ser generadoras de lumbalgias, hernias, lesiones raquídeas y pinzamientos discales, entre otras además de dificultad para mantener el equilibrio y son sumamente comunes en los puestos de trabajo que requieren el uso de vehículos móviles. (INSST, 2024)

En el Perú según la normativa legal vigente a través de la Resolución Ministerial 375-2008 TR “Norma Básica de Ergonomía y Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico” se establece claramente que el valor límite de exposición a vibraciones del tipo de cuerpo completo es de 1.15 m/s^2 para una exposición diaria de 8 horas promedio con un valor de nivel de acción de 0.5 m/s^2 . Para el caso de España, los valores son similares a los peruanos, de acuerdo a lo especificado en el Real Decreto 1311/2005 “Sobre la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas”. (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008) (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2005)

Existen múltiples estudios que relacionan la exposición a vibraciones con los TME. Por ejemplo, según Araya et al. (2020) describe la vibración como un movimiento de tipo oscilatorio que tiene frecuencia, magnitud, dirección y duración y cita a algunos factores que pueden influir en la disminución como en el incremento de los valores de exposición como el tipo de suspensión del asiento, antigüedad del vehículo, tipo de superficie o carretera y velocidad.

Dependiendo del tipo de exposición, a niveles elevados de vibración, frecuencia y tiempo de exposición, existe la posibilidad de desarrollar trastornos espinales o dolores lumbares, alteraciones cardiovasculares, neuromusculares, digestivos u otros. También indica que en investigaciones se ha demostrado que es en el eje z donde se encuentran las aceleraciones más elevadas comparadas con los otros ejes. (Araya-Solano et al., 2020; Golinko et al., 2020)

En el estudio de Moraes et al. (2016) indica, en base a la revisión de múltiples estudios, que los TME se encuentran entre las enfermedades de tipo profesional que requieren mayor atención debido a su masificación entre todos los países. El autor relaciona al sector transporte con la exposición a vibraciones de tipo cuerpo completo y la generación de TME e indican que el impacto de la vibración está relacionado con el tiempo de exposición, intensidad y frecuencia, además de las condiciones operativas de lugar de trabajo. Estos estudios han generado evidencia que demuestra que la exposición a vibraciones del tipo de cuerpo completo en operadores de vehículos desencadena micros y macros impactos en la columna vertebral lo que demuestra una clara relación entre la posición del conductor y el impacto de la transmisión al sistema musculoesquelético. (Moraes et al., 2016)

Un estudio realizado en Panamá indica que el origen de las vibraciones de tipo laboral se debe a máquinas, herramientas de tipo manual, motores y vehículos que presenten partes desequilibradas en movimiento o flujos turbulentos de fluidos o golpes con objetos. Estas vibraciones ingresan al cuerpo humano, ya sea por las extremidades superiores o inferiores (vibración mano-brazo) o por contacto con el resto del cuerpo (vibración cuerpo completo). Si tabulamos las

principales consecuencias de acuerdo a frecuencias bajas menores a 1 Hertz podemos identificar que se generarán mareos, vómitos y trastornos del sistema nervioso central, a frecuencias medias consideradas entre 1 a 20 Hertz sus probables consecuencias serán los trastornos de visión, lumbalgias y hernias, y a frecuencias elevadas entre 20 a 20000 Hertz pueden causar trastornos osteomusculares, artrosis y calambres. Afectando también al confort, reduciendo la productividad y pudiendo generar TME. Acota también que una de las ocupaciones laborales más expuestas a la vibración tipo cuerpo completo son los operadores de equipos. (Santos et al., 2024)

Finalmente, la vibración de tipo cuerpo completo contribuye a la aparición de TME, esto no genera sorpresa alguna, ya que el uso de vehículos se considera el medio más común y más dañino de transferencia de vibración además que estar sentado extensos periodos de tiempo inducen a una mayor carga biomecánica en los discos intervertebrales lumbares. También se ha visto que la vibración de cuerpo entero, incrementa el riesgo de fatiga muscular y esta fatiga aumenta el riesgo de generación de TME, considerando adicionalmente como factor de segundo orden, que esta fatiga podría dar pie a lesiones inmediatas, cuando el conductor debe realizar una tarea físicamente exigente al dejar de conducir, como por ejemplo cargar o descargar un camión. (Ramos Romero, 2014)

4.2.2 Posturas estáticas

La postura de trabajo es la disposición relativa en la cual se posicionan los diferentes segmentos del cuerpo humano para realizar una tarea. Estas posturas

pueden ser clasificadas como estáticas, cuando mantienen una posición fija durante un periodo prolongado de tiempo o dinámica, cuando el cuerpo se encuentra en constante movimiento y cambia de posición de manera regular mientras lleva a cabo sus tareas. En caso alguna que estas posiciones no coincidan con la posición natural o neutral de comodidad, se le denominará como postura forzada. (INSST, 2024)

Una postura estática o mantenida es aquella postura que se mantiene por más 4 segundos de manera continua y en la que se pueden dar ligeras variaciones alrededor de un mismo nivel de fuerza generado por los músculos y otras estructuras corporales o también es aquella que se refiere a la posición del cuerpo cuando este se mantiene quieto. Hoy en día, mantener la posición de sentado durante tiempos prolongados es la postura más común en la industria, así como específicamente en los conductores de vehículos que lo utilizan como herramienta de trabajo (Gao et al., 2020; INSST, 2024)

Las posturas sedentes son comúnmente adoptadas por los conductores de vehículos móviles cuando permanecen prolongados periodos de tiempo al volante, lo cual implica de manera directa mantener una sola posición estática y tensa con el objetivo de permanecer en una posición de estabilidad y de control de la unidad vehicular. La adopción de esta postura provoca en el trabajador una gran carga de tensión excesiva que resulta significativa para diversos músculos y articulaciones del cuerpo como son los músculos del cuello, la espalda, los hombros y los brazos, ya que estos son los responsables de soportar todo el peso del cuerpo además de resistir todas las fuerzas asociadas al movimiento de la

unidad vehicular y por supuesto de las vibraciones comentadas en el punto anterior. (Neira & Avecillas, 2024; Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020)

El mantener una postura estable durante periodos de tiempo extensos, como lo solicita la actividad de conducción, requiere que se aplique una tensión muscular estática en cuello, hombros, espalda y brazos, provocando fatiga y dolor muscular local. Los conductores de buses y camiones son los más propensos a adoptar posturas incómodas las cuales están relacionadas con factores de riesgos disergonómicos como la incomodidad generada por el asiento, el apoyo o soporte lumbar, el sistema de amortiguación pudiendo ocasionar una presión excesiva en la columna vertebral del operador incrementando el nivel de riesgo. Además, C. Chen et al. (2024) indica que se debe considerar factores como permanecer sentado durante periodos extensos de tiempo al volante, reduce la movilidad y la coordinación motora lo que producirá una mala circulación sanguínea, contracción muscular de tipo estático y cambios degenerativos o lesiones musculares o hernias discales. (C. Chen et al., 2024)

La actividad de conducción requiere permanecer sentado largos periodos de tiempo y se caracteriza por mantener posturas espinales no neutrales que conllevan a la reducción de la lordosis natural lumbar y flexión del cuello generando una activación en los músculos de la espalda baja es decir genera una alta activación de los músculos lumbares y cervicales esto debido a la posición estática con lo cual se demuestra que la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en el cuello y en la espalda baja es alta y genera una gran

tasa de ausentismo laboral entre los conductores profesionales de transporte público. (Albert et al., 2014)

Olvera y Samaniego (2020), refieren que la ejecución de trabajos durante periodos extensos de trabajo genera que se vuelvan rutinarios, generando que los realicemos de modo mecánico, sin prestar atención o sin aplicar razonamiento y esto podrá generar que los trabajadores adopten posturas y realicen movimientos disergonómicos que pueden generar TME. Los operadores profesionales de vehículos comúnmente adoptan posturas sedentes y forzadas dada la naturaleza de sus actividades debido a que deben estar al volante largos periodos de tiempo y permanecer sentados en posición tipo estática y tensa para poder brindar estabilidad al cuerpo y controlar su vehículo. Esta postura genera cargas a los músculos del cuello, espalda, hombros y brazos, debido a que deben sostener el peso del cuerpo y resistir las fuerzas naturalmente asociadas al vehículo. (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020)

4.2.3 Movimientos repetitivos

En la normativa peruana se define el concepto de trabajo repetitivo como aquellos movimientos continuos y mantenidos durante un trabajo y que implican la acción conjunta de varios músculos, huesos, articulaciones y varios paquetes de nervios de una sola parte del cuerpo y que esta actividad tiene el potencial inherente de provocar en estos diversos elementos corporales una fatiga muscular, sobrecarga, dolor, lesión y/o TME. Al igual que en Chile, según el Instituto de Salud Pública, indica que la repetitividad se define por la acción

de movimientos constantes y prolongados en un periodo de tiempo que requieren de la participación continua del mismo grupo de huesos y músculos durante un periodo de tiempo considerable (ISP, 2021; Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008)

Para Ordoñez et al. (2016), la repetitividad es la cuantificación del tiempo en que se ejerce una fuerza durante la ejecución de una tarea y, a medida que incrementa el número de acciones repetidas, aumenta la probabilidad de padecer una lesión. Las diversas partes de nuestro cuerpo tienen diferente grado de tolerancia a la repetitividad, como por ejemplo nuestros dedos conformados por músculos y articulaciones son bastante resistentes al movimiento, a la velocidad y a la repetición, sin embargo, su tolerancia a la aplicación de fuerzas es baja, caso contradictorio ocurre con los músculos de la espalda, los cuales son muy resistentes a la aplicación de fuerzas, pero muy poco tolerantes a la repetición de movimientos. La repetitividad como los demás factores condicionantes del trabajo, se encuentran influenciados de manera directa por la fuerza, la postura, el tiempo de duración y el tiempo ejercido para la recuperación. Un dato relevante, a tener en cuenta sobre la repetitividad en Estados Unidos, indica que las lesiones provocadas por actividades repetitivas representan el 4% de todos los TME vinculados con el ámbito laboral. (Ordóñez Hernández et al., 2016)

En el estudio realizado por Mendinueta & Martinez (2020), considera que los movimientos repetitivos deben cumplir con el criterio de que el intervalo de tiempo necesario para terminar una tarea básica debe ser inferior a los 30 segundos o cuando más del 50% del tiempo requerido se emplea en la realización del ciclo fundamenta o ejerciendo el mismo patrón de movimiento

y ejerciendo una fuerza constante sobre el sistema musculoesquelético y por ende produciendo un daño gradual a los músculos. También en su análisis se cita a un estudio de metodología descriptiva transversal con una muestra 695 participantes de los sectores de transporte y alimentos en el que se menciona que el trabajar para una empresa de transporte, incrementa la probabilidad de lesión por movimiento repetitivo en 12.5 veces par el miembro superior derecho y 9.5 veces para el miembro superior izquierdo. En otro sentido, una recopilación de información Neira & Avecillas (2024) sostiene que la exposición prolongada y constante a movimientos repetitivos logra ejercer una carga excesiva a la cadena osteomuscular compuesta por músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. (Mendinueta-Martínez et al., 2020; Neira & Avecillas, 2024)

4.3 Principales trastornos musculoesqueléticos relacionados a la conducción de vehículos y sus consecuencias

La conducción profesional es una de las profesiones con mayor índice de prevalencia de TME. De hecho, la Oficina de Estadísticas de Estados Unidos, cataloga a esta profesión como una de las tres primeras con la mayor tasa de incidencia, con 206 casos por cada 10 000 trabajadores. Esta evidencia arroja valores de prevalencia de TME para los conductores de autobús con un valor de 80%, los operadores de camión con un valor de 81% y los conductores de taxis con un porcentaje del 71%. Dado estos valores de evidencia, las lesiones ocupacionales más comunes entre los operadores de vehículos, son los TME, que aquejan a diversas partes del cuerpo, como el cuello, la espalda y las extremidades superiores; las cuales además de generar malestar físico también

ocasionan grandes pérdidas económicas a los trabajadores afectados. (Joseph et al., 2023)

El dolor lumbar es aquel que es percibido entre la doceava costilla y los pliegues del glúteo, generando dolor, molestia y entumecimiento; siendo este malestar muy común a nivel mundial pudiendo generar limitaciones de movimiento e impacto en la reducción de ingresos económicos generando diversos problemas con la familia, la comunidad y el estado. Cada año se calcula una pérdida de cien mil millones de dólares en los Estados Unidos, mientras que en Países Bajos se verificó que el gasto por este mal alcanza el 1.7% del producto nacional bruto, llegando a bordear los 200 millones de dólares. Este malestar es común entre los conductores profesionales de camiones, buses y taxis. Según NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) los factores significativos relacionados con dolor lumbar son el levantamiento y movimientos enérgicos, flexión y torsión y vibración cuerpo entero, y otros estudios han informado a algunos factores asociados al dolor lumbar como la vibración, frecuencia, tiempo de conducción, índice de masa corporal, malos hábitos. (Jadhav, 2016)

Un estudio realizado en la ciudad de Gondar, al noroeste de Etiopia, realizado entre 371 taxistas utilizó el cuestionario musculoesquelético nórdico modificado y dio como resultado una prevalencia de lumbalgia del 85.7%, valor comparable con otros estudios realizados por ejemplo en Irán que arrojó un valor de prevalencia del 51.2%, en Ghana la prevalencia fue 34.3%, en Taiwan el valor obtenido fue de 51.1%, en Arabia Saudita 60.7%, en Camerún, 72.8%, en China 54.13%, Hungría 61.36%, Turquía 49.7%, Etiopia 64.2%. En la misma

línea, Chen Chunshuo (2024) realizó un metaanálisis obteniendo como resultados valores de prevalencia de dolor lumbar según los tipos de vehículos, indicando que el automóvil utilizado con taxi presenta una prevalencia del 53.2%, el camión 56.8%, el tractor 52%, el triciclo 59.8%. (Abere et al., 2023; C. Chen et al., 2024)

Los TME, presentan una prevalencia del 61.5% entre los conductores de camión, afectando en esta población a diversas regiones del cuerpo. Específicamente, las tasas de prevalencia en diferentes partes del cuerpo son: hombro 31,5%, cuello 25.79%, zona de la espalda baja 23.46%, rodilla 22.26%, tobillo 20.46%, muñeca de 20.25%, espalda alta 18.65%, codo 11.91% y cadera de 7.5%. Lo que nos permite inferir que la mayor tasa de prevalencia está en la región del hombro, según los datos expuestos. Otro estudio indica que la tasa de prevalencia global de TME en conductores profesionales oscila entre 43.1% y 93% siendo la región lumbar la que presenta la mayor frecuencia de afectación con una prevalencia del 53%. Esta información se basó en un estudio realizado de tipo metaanálisis, en el cual se utilizó 15 artículos científicos con una población muestreada de 2662 conductores de vehículos, los cuales fueron entrevistados haciendo uso de los cuestionarios Nórdicos y Cornell. Esta información se ve respaldada por los resultados obtenidos en otro estudio realizado por Cardoso y Matos en el cual se indica también que la región lumbar es la que exhibe la mayor tasa de prevalencia. (Tahernejad et al., 2024)

En el estudio transversal realizado por Shet et al. (2024) con ayuda del cuestionario Nórdico, se encontró una relación específica entre el perfil laboral y la probabilidad de padecer TME, basado en una muestra de 254 conductores

y 73 trabajadores de oficina obteniendo resultados concluyentes al identificar que la prevalencia de TME para los conductores de autobuses era de 49.2% y del personal de oficina era del 28.8%. El 36.6% de los conductores de autobús refirieron tener dolor lumbar y solo el 11% del personal de oficina refirió padecer del mismo. En el caso de rodilla, los valores fueron de 29.5% frente a 15.1% en conductores y personal de oficina respectivamente, para este estudio se utilizó el cuestionario nórdico.(Sheth et al., 2023)

Mientras que Neira & Avecillas (2024) ejecutaron un estudio en Cuenca-Ecuador con la participación de 20 conductores de transporte de carga pesada, para lo cual hicieron uso del cuestionario ERGOPAR, el cuestionario de riesgo ergonómico del DUE, el cuestionario Nórdico estandarizado, el test de Michigan y el test de Plibel. Según los resultados, el 30% de los conductores manifiesta estar de acuerdo con haber sentido dolor, incomodidad o malestar en la parte superior de la espalda, mientras que solo un 3% declara estar totalmente en desacuerdo con esta afirmación. En cuanto a la zona lumbar, el 55% expresa un acuerdo total respecto a la presencia de estos síntomas, en contraste con un 5% que está en desacuerdo. En el caso del cuello, la mitad de los conductores (50%) reconoce haber experimentado dolor o malestar, y un 5% se mantiene en una posición neutral. Respecto a las extremidades superiores, el 40% indica haber sentido molestias, mientras que el 10% se muestra neutral. Por último, un 35% de los encuestados está en desacuerdo con haber experimentado molestias en las extremidades inferiores, frente a un 25% que afirma estar totalmente de acuerdo con dicha experiencia. Los resultados obtenidos nos indican una correlación entre los TME y los factores de riesgos disergonómico siendo las

posturas forzadas y realizar movimientos repetitivos los de mayor significancia. (Neira & Avecillas, 2024)

En otro aspecto Abledu (2014) indica, que los TME relacionado con la conducción de vehículos a nivel profesional ocurren predominantemente en la zona de la espalda, el cuello, las extremidades superiores y en algunos otros casos no tan comunes en extremidades inferiores generando dolor o malestar significativo que pueden llegar a generar discapacidad y en casos mucho más graves requieren de hospitalización. En su estudio contó con la participación de 148 personas y utilizó el cuestionario musculoesquelético nórdico estandarizado para conductores profesionales de minibuses en Ghana obteniendo como resultado que el 78.4% de la población muestreada indicaron sufrir molestias musculoesqueléticas durante los últimos 12 meses anteriores obteniendo que el 58.8% indicó tener dolor lumbar, el 25% refirió dolor cervical, el 22.3% dolor lumbar superior, el dolor de hombro tuvo un valor de 18.2%, el dolor de rodilla tuvo un porcentaje del 14.9%, el 9.5% refirió dolor de tobillo, el dolor de muñeca tuvo un valor de 7.4%, dolor de codo, 4.7% y el dolor de cadera y el muslo obtuvo un valor de 2.7%. Estos valores obtenidos guardan relación con estudios realizados en Europa y el Reino Unido. Otro dato no menos importante es que este estudio identificó una estrecha relación entre la conducción prolongada (más de 12 horas al día y más de 5 días por semana) y una mayor probabilidad de ocurrencia de TME, además que permanecer sentado durante estos tiempos prolongados y manteniéndose en posturas estáticas sumado a la inactividad muscular van a ejercer tensión sobre las estructuras musculoesqueléticas. (Abledu et al., 2014)

Se realizó también la verificación de un estudio de tipo descriptivo, diagnóstico y transversal realizado en Brasil, basado en una población de 70 conductores varones a los cuales se les aplicó el cuestionario Nórdico, obteniendo los siguientes resultados: el 61.5% indicó trabajar más de 10 horas diarias y el 72.9% indicó haber tenido en los últimos 12 meses un trastorno musculoesquelético y el 61.5% indicó haber tenido dolor de hombro, el 54.2% refiere padecer de dolor de espalda baja y el 50% indicó tener dolor en el cuello. En este estudio se indica también que, de acuerdo con sus resultados, se permite inferir que la región lumbar es la más afectada, con una incidencia de 34.4% en los 12 meses anteriores. Además, en la revisión de otros artículos transversales realizados en otras partes como Reino Unido, donde el 60% de conductores de camiones, el 59% de Sao Paulo, el 73.5% de la India, el 88.7% de Tanzania y el 62.1% de Nagpur reportaron la ocurrencia de dolor lumbar. Siendo que esta prevalencia puede estar relacionada, con el hecho de que los operadores, permanezcan sentados en la misma posición durante periodos extensos, lo cual incrementa la probabilidad de ocurrencia de dolor lumbar. Además, se observa una asociación significativa entre largas jornadas de trabajo y el dolor lumbar, dolor de cuello y de hombro. Un aspecto relevante señalado por el autor, es que por cada hora de trabajo que labora un conductor profesional de camión al día, el riesgo de padecer de dolores lumbares se incrementa en un 7% aproximadamente. (Maciel et al., 2022)

Morales Diana (2015), realiza una interesante conjunción de información de diversos países, logrando establecer que la prevalencia de dolor lumbar entre conductores de autobuses y camiones es del 81% en el caso de Estados Unidos

y del 49% para los trabajadores de autobús en Suecia. Para el caso de Israel, se indica que la prevalencia de dolor en la espalda baja fue del 45% mostrando una asociación significativa y un alto nivel de riesgo asociado con asientos incómodos o en mal estado. En Hong Kong, para el caso de los trabajadores que laboran entre 9 a 10 horas diarias, se demostró que el cuello, la espalda, el hombro y las rodillas tienen elevados índices de prevalencia que van entre el 35% y 60%. Además, realizó un estudio a 10 personas de corte transversal en conductores de transporte público en Funza, Madrid y Mosquera, para lo cual utilizó el cuestionario Ergopar y la encuesta nacional de condiciones de trabajo obteniendo como resultado los valores prevalentes en la espalda lumbar 41.1%, hombros, cuello, y espalda dorsal 36.7%, y en tercer lugar los miembros inferiores 15.2% y por último los miembros superiores 7% (Morales Mendoza, 2015)

En el continente asiático se llevó a cabo un estudio usando el cuestionario nórdico para 152 conductores de autobús. En este estudio realizado en Taipei se identificó que el 46.9% refería dolor en el cuello, el 40% dolor en el hombro derecho, en la espalda baja un 37.2% y 33.8% para el hombro izquierdo. Como punto relevante se realizó un estudio con la participación de 481 conductores de autobús en Hong Kong, quienes indicaron haber sentido molestias en el cuello, espalda baja, hombros y rodillas con una prevalencia del 35% al 60%. Otro estudio realizado en Malasia identificó que los valores de prevalencia de dolor musculoesquelético para conductores de autobús era del 60.4% para la espalda baja, 51.6% para dolor en el cuello, 35.4% para los hombros, 40.7% y 29.3% para el dolor de la espalda alta y rodillas. Mientras que en Tailandia se reclutó

a 83 conductores profesionales donde se obtuvo una incidencia del 81.9% para dolor de cuello y 80.7% para dolor de espalda y en la India los valores de prevalencia obtenidos fueron el 73% para el dolor espalda, 70% para el dolor lumbar, 55% para el dolor de cuello y 47.5% para el dolor de hombro. (Y.-L. Chen et al., 2022; Hakim & Mohsen, 2017)

A nivel Sudamérica, un estudio realizado en Colombia en una empresa de transportes indicó que los trabajadores reportaron síntomas de dolor en la zona lumbar, el 34%; en el cuello se obtuvo un valor de 31%, siendo estas dos zonas donde más refirieron malestar. Para este estudio se utilizó una muestra de 100 conductores en Bogotá, quienes fueron entrevistados haciendo uso del cuestionario nórdico. Mientras que las dolencias que menos tiempo estuvieron presentes de a uno a siete días fueron reportadas en el codo o antebrazo con 91% y en la muñeca o mano con 88%, la afección en el hombro puede durar entre 8 y 30 días. Un dato no menos importante hace referencia a que aquellas personas que tienen dolor en el cuello, el 81% de esta población labora entre 6 y 10 horas al día y los que trabajan más de 10 horas al día aumentan su proporción de molestias en la zona lumbar en un 24% y en la zona del codo o antebrazo en un 25%. En cuanto a la población que labora entre 4 y 6 días a la semana, el 76% experimentó dolor de muñeca, seguido del 68% correspondiente a dolor de cuello y el 61% dolor de hombro. Para el caso de Venezuela se identificó una incidencia elevada del 94% siendo la de mayor ocurrencia en el cuello con un porcentaje del 69%, para el caso de la espalda baja del 60%, en espalda superior se identificó un porcentaje de 57% y rodillas del 43% donde los principales síntomas fueron el dolor fuerte en la espalda baja y rodillas. Mientras que otro

estudio en Colombia para el caso de conductores de vehículos de carga se encontró que la mayor prevalencia de TME se presentaron en la zona lumbar, con un porcentaje del 36%, en la región cervical 17.6%. (Morales Mendoza, 2015; Rubio Valencia & Peñaranda Suarez, 2019)

En el estudio llevado a cabo por Ferrer y Caillagua (2019), enfocado en analizar las posturas en el trabajo y la ocurrencia de TME en conductores del servicio de transporte público interprovincial, se aplicó una metodología descriptiva, observacional y de corte transversal. Para la evaluación se emplearon el cuestionario Nórdico de Kuorinka y la metodología REBA, aplicados a una población de 10 conductores en la ciudad de Quito. Todas las personas que participaron en el estudio reportaron molestias o dolores musculoesqueléticos. Las zonas más afectadas en el último año fueron la región lumbar (80%), así como el cuello y los hombros (70%). En cuanto a las afecciones con una duración de entre uno y cinco años, las áreas más comprometidas fueron las muñecas y manos (100%), junto con codos y antebrazos (70%). Respecto a las posturas adoptadas durante la conducción, analizadas mediante el método REBA, se identificaron niveles de acción tipo 2 en ambos lados del cuerpo, lo que representa un riesgo moderado y señala la necesidad de implementar medidas correctivas. (Caillagua & Ferrer, 2019)

Adel A. (2024) indica que conducir un automóvil conlleva estar sentado durante periodos extensos, adoptar posturas incómodas y realizar movimientos repetitivos independientes del tipo de vehículo, lo cual va a contribuir a la aparición de molestias y TME. Define al dolor de cuello como un problema de tipo musculoesquelético, el cual afecta a un enorme porcentaje de la población

mundial, con incidencias que pueden alcanzar el 71% generando días perdidos por descanso médico, disminución de la calidad de vida y por ende gastos en atención médica. Indica también que este dolor de cuello puede ser causado por varios factores como factores individuales, físicos y psicosociales. (Alshahrani et al., 2024)

Por otro lado, en los últimos años los operadores de maquinaria pesada y los conductores de volquetes han realizado reportes sobre molestias o dolor en la región lumbar y dorsal en la zona de la espalda, logrando inclusive afectar al 23.6% de la población obrera muestreada. Factores como la mala organización del trabajo, condiciones ambientales inadecuadas, masa corporal, género, edad y experiencia contribuyen significativamente a elevar el riesgo ergonómico. Basados en el método OCRA y OWAS se realizó una evaluación a diversas maquinarias pesadas obteniendo como resultados en el caso de los volquetes de 8 a 12 m³ los operadores se encuentran expuestos de manera significativa a la carga física pudiendo derivar en fatiga muscular e incrementar el riesgo de TME, para el caso de los operadores de minicargador se observó valores críticos en la categoría de fuerza sugiriendo que están sometidos a esfuerzos físicos intensos que genera preocupación entre los especialistas y para el caso del rodillo compactador sus puntajes hacen referencia a valores críticos de fuerzas y posturas por lo cual es necesario tomar acciones correctivas para reducir la carga física. (Atiencia-Campoverde & Solano-Peláez, 2024)

Podlaha Jonathan et al. (2023), realizó un estudio entre operadores de 19 equipos pesados, para lo cual utilizó el cuestionario estandarizado de Corlett y Bishop. Los participantes fueron distribuidos de la siguiente manera: 3

excavadoras, 1 compactadora, 1 camión volquete, 2 montacargas, 4 cargadores frontales, 1 excavadora de martillo de impacto, 1 excavadora grande, 5 segadoras y 1 excavadora pequeña siendo todos equipos pesados para excavar, transportar, nivelar y alisar los suelos. Obteniendo un valor de prevalencia de TME en la espalda baja de 53%, para la espalda media el valor obtenido fue del 42%, mientras que para la combinación de cuello, hombros y glúteo el valor obtenido fue del 37%, las extremidades inferiores el valor fue del 16% y los muslos derecho e izquierdo el valor obtenido fue del 21% y 26% respectivamente. (Podlaha et al., 2023)

Los operadores de montacargas realizan actividades de conducción de un equipo de transporte mecanizado de cargas en pallets, sacos, bultos y otros. Un estudio de tipo observacional descriptivo realizado a esta población con apoyo del cuestionario nórdico, llevado a cabo por Guzmán et al. (2024), incluyó 16 operadores con una jornada de 7 horas y 20 minutos en turnos rotativos. Durante su jornada recorre 300 metros en 64 ciclos promedios con una duración de 7 minutos por ciclo para lo cual emplean 2.5 minutos en retroceso en los cuales el conductor de montacargas conduce en una posición que implica la rotación y lateralización del cuello y el tronco es decir el 35.7% del tiempo promedio. De la población muestreada se evidenció que 93 de 98 operadores refirieron molestias musculoesqueléticas entre las que resaltó fue la molestia del cuello con un valor del 29.9%. (Guzmán et al., 2024)

Moreno et al. (2019) realizaron un estudio en una empresa de transporte público, logrando identificar a los factores de biomecánico relacionados con la actividad de conducción profesional en una empresa de transporte público.

Realizó una encuesta a una población de 100 conductores profesionales, encontrando que el dolor en el hombro era el trastorno con mayor prevalencia, dado que arrojó un valor de 27%. Identificó también que el 93% de la población muestreada necesito en algún momento de su vínculo laboral asistencia médica por molestias musculoesqueléticas y el 96% presentó incapacidad a causa de las molestias. (Moreno Vega et al., 2019)

Finalmente, en las ciudades de Lima-Perú y Palmira-Colombia se realizaron estudios de tipo descriptivo cuantitativo de corte transversal con la participación de 50 y 155 mototaxistas, con quienes se utilizó el cuestionario nórdico y el cuestionario sobre condiciones de salud en el trabajo en el sector informal. Para el estudio realizado en Lima, el 52% refiere sentir dolor o entumecimiento en el cuello, el 96% el 30% en la mano derecha, el 26% en la espalda baja, el 24% en la espalda alta y en valores inferiores a 6% en el codo y antebrazo derecho. Mientras que en el estudio hecho en Colombia se identificó que el 29% de los encuestados refiere sufrir de lumbalgias, el 18.5% de cervicalgias y el 8.1% de túnel del carpo. (Hinestroza Filigrana, 2015; Tucto et al., 2018)

4.4 Acciones preventivas para reducir la aparición de lesiones musculoesqueléticas por exposición a los riesgos disergonómicos en operadores de vehículos.

Para algunos investigadores, la falta de actividad física habitual entre los conductores profesionales de vehículos, se asocia de manera importante con mayores probabilidades de aparición de TME entre dichos profesionales, sugiriendo entonces que las prácticas cotidianas de actividad física en sus

tiempos libres puede ser un importante factor de reducción de la tasa de aparición o generación de TME entre los conductores profesionales de vehículos (Abledu et al., 2014)

Por otro lado, la implementación de programas de autoestiramiento y el implementar factores organizacionales como adoptar tiempos de descansos regulares y lugares adecuados de descanso contribuyen a la disminución estadística de los síntomas musculoesqueléticos en relación al hombro y el cuello. También los vehículos deben contar con volantes adecuados para evitar el movimiento innecesario de las extremidades superiores, además la posición de los espejos retrovisores debe ser correctamente posicionada y en medida de lo posible contar con cámara de retroceso con la finalidad de evitar posturas con extensión y rotación cervical excesivas. Adicionalmente a lo mencionado, el asiento debería ajustarse para mantener el ángulo del tronco entre 90° y 110° para favorecer a la postura. (C. Chen et al., 2024)

Por su parte Rubio et al. (2019) proponen, la implementación de programas y planes orientados a la promoción, capacitación y formación de conductores profesionales en relación a la importancia de la Higiene postural, destacando su relevancia en la mitigación de exposición a factores de riesgo disergonómicos, lo cual contribuirá a la prevención de TME. Asimismo, sugieren llevar a cabo campañas que incentiven la práctica de ejercicios de estiramiento, relajación y pausas activas tanto en su hogar como en su centro laboral. Adicionalmente, también recomiendan la implantación de estrategias como programas y planes que contemplen acciones para lograr un estilo de vida saludable como medida

preventiva frente a lesiones al sistema osteomuscular. (Rubio Valencia & Peñaranda Suarez, 2019)

En este sentido, Rojas García (2024) realiza un consolidado de acciones preventivas de acuerdo a los estudios reseñados, indicando la importancia de la implementación políticas de prevención que incluyan acciones educativas sobre posturas, la importancia del acondicionamiento físico y la mejora de las condiciones laborales, como por ejemplo la estructura de los vehículos, la implementación de rotación de trabajadores, brindar mantenimiento preventivo a las máquinas y equipos móviles e informar al personal para mejorar su estilo de vida y ejecución de prácticas cotidianas, así como la implementación de pausas activas con el fin de ayudar a liberar la carga disergonómica. Por otro lado, recomienda la planificación de turnos rotativos para los choferes, un plan de vigilancia de salud y un plan para promover la Seguridad y Salud Ocupacional. Finalmente, recomienda realizar mantenimientos programados a los sistemas de amortiguación de los vehículos y también indica que los asientos de los vehículos deben ser regulables en altura y profundidad priorizando que el espaldar del asiento se mantenga a 100° para apoyar los pies en el suelo y que las rodillas formen un ángulo de 90° , ya que ayudaran a reducir los puntos de presión, evitando las posturas inadecuadas y mejorando significativamente la comodidad. (Rojas Garcia et al., 2024)

Otro autor, reseña la importante necesidad de identificar la ocurrencia de los TME en una etapa temprana, con la finalidad de evitar la aparición y desarrollo de probables síntomas, mediante la implementación de estrategias de prevención; para ello recomienda la ejecución de exámenes médicos

ocupacionales a todos los operadores de vehículos a nivel profesional, tanto al inicio de su vínculo laboral como periódicamente, con la finalidad de lograr una detección temprana y anticipada de este tipo de patologías, que puedan dar pie o ser generadoras de desórdenes musculoesqueléticos y así poder llevar un control y seguimiento adecuado del estado de salud de los trabajadores. (Morales Mendoza, 2015)

Existen otras estrategias que ayudan a reducir la aparición de TME, como realizar capacitaciones y concientizaciones en el lugar de trabajo sobre procedimientos y prácticas ergonómicas correctas, considerando pausas activas, posturas adecuadas, movimientos repetitivos y fomentar una cultura ergonómica sólida y saludable. Se debe considerar también la implementación de ciclos de rotación de tareas y descansos regulares para evitar la repetitividad constante de movimientos y la carga excesiva de los músculos y articulaciones. Considerar además que una buena práctica es dotar de equipos y herramientas de trabajo ergonómicas adecuadas para reducir la fatiga por carga física y tensión en el cuerpo y rediseñar los puestos de trabajo asegurándose que los equipos, mobiliarios y herramientas sean adecuados incluyendo, las mesas, sillas, mouse, teclados, etc. Todas estas medidas deben contar con la participación activa de los trabajadores, que son los principales conocedores de sus puestos y lugares de trabajo. (Carrasco et al., 2023)

Para garantizar que la capacidad laboral de los trabajadores no se vea mermada a causa de TME, se recomienda la implementación de programas periódicos de vigilancia epidemiológica, enfocados en la detección temprana de estos trastornos, a cargo de personal profesional especializado. De igual manera, es

necesario considerar programas de monitoreos ocupacionales con la finalidad de identificar y evaluar los factores de riesgo disergonómico a los que se ven expuestos estos profesionales. Además, de incorporar un plan de formación considerando capacitaciones, las cuales deben estar enfocadas y acorde a los riesgos existentes. (Tahernejad et al., 2024)

Finalmente, es fundamental trabajar de mano con los avances tecnológicos que nos ayuden a la prevención de TME. Un ejemplo es el uso de dispositivos portátiles de captura de movimiento, que permiten realizar mediciones continuas de múltiples secciones de movimientos corporales, como el tronco, brazos, cuello, muñecas, etc., las cuales son realizadas con precisión y exactitud. Además, que permiten a los responsables de supervisión, visualizar en tiempo real estas exposiciones, realizar análisis relacionándolos con niveles de exposición y brindar recomendaciones o retroalimentaciones al usuario en el momento, lo que reduciría significativamente los niveles de riesgo y en consecuencia los valores de prevalencia. (Lind et al., 2023)

4.5 Limitaciones del estudio

- a) La principal limitación fue la poca cantidad de artículos relacionados a la realidad peruana o sudamericana, ya que existe bastante información relacionada a realidades europeas y asiáticas.
- b) El acceso restringido a libros electrónicos o artículos científicos con información actualizada debido a que mucha de esta información requiere un pago previo de por medio.

V. CONCLUSIONES

- a) De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada en base a los trastornos musculoesqueléticos relacionados a la actividad de conducción de vehículos terrestres a nivel profesional, se concluye de acuerdo a lo expuesto, que existe una alta prevalencia de lesiones que afectan al sistema osteomuscular en los trabajadores dedicados a dicha profesión independientemente del tipo de vehículo que se utilice para realizar la actividad.
- b) Se evidencia la existencia de diversos tipos de vehículos motorizados, los cuales forman parte irremplazable de las actividades socioeconómicas en los diversos países del mundo, siendo los de mayor importancia las excavadoras, los cargadores frontales, los volquetes, los tractores, los camiones, los montacargas, los autobuses y los automóviles debido a su aporte económico, al crecimiento de las industrias y al desarrollo de las sociedades.
- c) De acuerdo a la revisión de la literatura, se identificaron diversos agentes de riesgo disergonómico y físico asociados a la conducción de vehículos. Entre estos, los factores con mayor probabilidad de generar trastornos musculoesqueléticos son la vibración, las posturas estáticas y los movimientos repetitivos. Estos agentes, según diversas literaturas son los de mayor relevancia para las personas dedicadas a dicha actividad independiente del tipo de vehículo.
- d) De acuerdo a la revisión bibliográfica se evidencia, que las zonas corporales más afectadas por los trastornos musculoesqueléticos, en el caso de los operadores de buses son la zona lumbar, seguida por el hombro y la rodilla

y para los casos de los operadores de camión, vehículos livianos y demás, la mayor prevalencia hallada se observa a nivel lumbar, seguido por el cuello y el hombro.

- e) Se concluye que las acciones preventivas de tipo control de ingeniería son las de mayor importancia y abarcan acciones como el mantenimiento del sistema de amortiguación, el utilizar asientos en buen estado, los cuales deben ser regulables en altura y profundidad a fin de que brinden confort al operador. Este tipo de acciones debe ser complementado con acciones de control de tipo administrativo, como son las campañas de detección de trastornos musculoesqueléticos, la rotación de operadores, los exámenes médicos y los programas de capacitación. Adicionalmente al uso de las innovaciones tecnológicas, que colaboren con la reducción de casos de TME, tales como el uso de los sensores portátiles de captura y análisis de movimiento.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda realizar estudios científicos en nuestro país y ampliar los estudios a nivel Sudamérica, dado que la cantidad de información es limitada y mucha de la existente es de previo pago.
- b) Se recomienda a los estados, los fabricantes y otras organizaciones realicen innovaciones en los materiales, configuraciones, distribuciones y diseños en los chasis, carrocerías y demás componentes de vehículos independientemente del tipo, dado que la ingeniera actual es colaboradora en la generación de trastornos musculoesqueléticos.
- c) Se recomienda que las partes interesadas ahonden en la investigación de los factores de riesgo disergonómico y físico relacionado con los operadores de vehículos, con la finalidad de identificar nuevos agentes de riesgo y ampliar el conocimiento de los mecanismos de acción específico de cada agente, lo que debe incluir información como tiempos máximos de exposición diaria, innovaciones de posturas higiénicas que puedan ser mantenidas durante la jornada, requerimientos específicos por tipo y tiempo necesario para ejecutar pausas, diseño de equipos de protección, etc. Además, los Estados deben generar políticas específicas para proteger a los operadores de buses y taxis, ya que son sectores donde predomina la informalidad.
- d) Se recomienda que las entidades responsables de la Seguridad y Salud Ocupacional de los diversos países promuevan la implementación de programas específicos para la detección temprana de síntomas de trastornos musculoesqueléticos, que deberían incluir la ejecución de exámenes médicos abocados a la parte osteomuscular y la implementación de

programas de mantenimientos preventivos y correctivos de vehículos, los cuales deben ser auditados por los organismos responsables de fiscalización. Asimismo, se debe reforzar la ejecución de monitoreos ocupacionales de ergonomía y vibración cuerpo completo.

- e) Se recomienda que los organismos estatales, empresas, organizaciones sin fines de lucro, universidades y otros colaboren en la investigación e implementación de diversas estrategias primando el uso de la tecnología en sus diversas versiones, alcances y objetivos, las cuales deben ir de mano a la jerarquía de controles (eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos, epp.) con la finalidad de implementar acciones reales y aterrizadas para promover las acciones preventivas. Toda la información y equipos necesarios para la protección de los conductores debe ser masificada y de fácil acceso.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Abere, G., Yenealem, D. G., & Worede, E. A. (2023). *Prevalence and associated factors of low back pain among taxi drivers in Gondar City, Northwest Ethiopia: A community-based cross-sectional study*.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-069631>
- 2) Abledu, J. K., Offei, E. B., & Abledu, G. K. (2014). Predictors of Work-Related Musculoskeletal Disorders among Commercial Minibus Drivers in Accra Metropolis, Ghana. *Advances in Epidemiology*, 2014(1), 384279.
<https://doi.org/10.1155/2014/384279>
- 3) Albert, W. J., Everson, D., Rae, M., Callaghan, J. P., Croll, J., & Kuruganti, U. (2014). Biomechanical and ergonomic assessment of urban transit operators. *Work (Reading, Mass.)*, 47(1), 33-44.
<https://doi.org/10.3233/WOR-131683>
- 4) Alshahrani, A., Ghulam, H. S. H., Alqhtani, R. S., Al Sharyah, Y. H. H., Ahmed, H., Aafreen, A., Khan, A. R., Khan, A., & Ahmad, A. (2024). Cervical Health Parameters in Car Drivers: Assessing the Influence of Driving on Neck Pain, Mobility, Proprioception and Craniovertebral Angle – A Cross-Sectional Study. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 17, 2013-2020. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S458364>
- 5) Araya-Solano, T., Medina-Escobar, L., Araya-Solano, T., & Medina-Escobar, L. (2020). Determinación de la exposición ocupacional a vibraciones en cuerpo entero en conductores de autobús en una parte del Gran Área Metropolitana, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1), 88-98. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5024>

- 6) Atiencina-Campoverde, J. C., & Solano-Peláez, J. L. (2024). Riesgos ergonómicos asociados a la operación de maquinaria pesada: Volquetes del Gobierno Municipal, Sucúa- Ecuador. *MQRInvestigar*, 8(3), Article 3.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.20-36>
- 7) Ballester, B., & Richard, N. (Eds.). (2022). *Cargar y descargar en el desierto de Atacama*. Éditions de l'IHEAL.
<https://doi.org/10.4000/books.iheal.9706>
- 8) Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29(3), 356-373. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002>
- 9) Caillagua, A. E., & Ferrer, M. (2019). *Relación entre postura en puesto de trabajo y los trastornos músculo esqueléticos en conductores del transporte público interprovincial*.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3574>
- 10) Carrasco, J., Asqui, A. I. L., & Gadvay, A. D. B. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral: Ergonomic risks and their influence on work performance. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), Article 2.
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.836>
- 11) Casagrande, C. M. Z., & Ferreira, A. de S. (2022). Challenges and Perspectives for Research on Work Ability in Professional Drivers: A Scoping Review. *Journal of UOEH*, 44(1), 25-34.
<https://doi.org/10.7888/juoeh.44.25>

- 12) Chen, C., Xiao, B., He, X., Wu, J., Li, W., & Yan, M. (2024). Prevalence of low back pain in professional drivers: A meta-analysis. *Public Health*, 231, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2024.03.007>
- 13) Chen, Y.-L., Alexander, H., & Hu, Y.-M. (2022). Self-Reported Musculoskeletal Disorder Symptoms among Bus Drivers in the Taipei Metropolitan Area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10596. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710596>
- 14) Ekechukwu, E. N. D., Useh, E., Nna, O. L., Ekechukwu, N. I., Obi, O. N., Aguwa, E. N., Arinze-Onyia, S. U., Abaraogu, U. O., & Utti, V. A. (2021). Ergonomic assessment of work-related musculoskeletal disorder and its determinants among commercial mini bus drivers and driver assistants (mini bus conductors) in Nigeria. *PLOS ONE*, 16(12), e0260211. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260211>
- 15) Enriquez Rosales, J. D., & Cazar Chávez, P. A. (2021). *Análisis comparativo de emisiones de un motor N1 Nissan Dual-Gas (gas y gasolina) y su incidencia a la exposición de estos gases contaminantes en el personal de un área confinada con base en las limitaciones de la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional)*. <https://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>
- 16) Gao, F., Zong, S., Han, Z.-W., Xiao, Y., & Gao, Z.-H. (2020). Musculoskeletal computational analysis on muscle mechanical characteristics of drivers' lumbar vertebrae and legs in different sitting postures. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 66, 637-642. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.66.5.637>

- 17) Golinko, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Tretyak, O., & Dusmatova, O. (2020). Assessment of the Risks of Occupational Diseases of the Passenger Bus Drivers. *Safety and Health at Work*, 11(4), 543-549.
<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.07.005>
- 18) Gonzalez Torres, M., & Noroña Merchán, M. V. (2017). Diseño e Implementación de Máquina Cargadora Frontal sobre ruedas L120E Volvo para la limpieza y remoción de tierra por deslaves en la vía Aloag-Santo Domingo. *INNOVA Research Journal*, 1(11), 71-90.
<https://doi.org/10.33890/innova.v1.n11.2016.78>
- 19) Guzmán, W. S., Poutou, E. L. C., & Cruz, H. V. (2024). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con las condiciones de trabajo de estibadores y operadores de equipos montacargas en el puerto de La Habana. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 6(1), Article 1.
- 20) Haeffner, R., Kalinke, L. P., Felli, V. E. A., Mantovani, M. de F., Consonni, D., & Sarquis, L. M. M. (2018). Absenteeism due to musculoskeletal disorders in Brazilian workers: Thousands days missed at work. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 21, e180003.
<https://doi.org/10.1590/1980-549720180003>
- 21) Hakim, S., & Mohsen, A. (2017). Work-related and ergonomic risk factors associated with low back pain among bus drivers. *Journal of Egyptian Public Health Association*, 92(3), 195-201.
<https://doi.org/10.21608/EPX.2018.16153>
- 22) Hinestroza Filigrana, M. L. (2015). Condiciones de salud y trabajo de los mototaxistas en Palmira, Colombia (2014). *Revista Colombiana de Salud*

- Ocupacional*, 5(1), 19-26. <https://doi.org/10.18041/2322-634x/rcso.1.2015.4820>
- 23) INSST. (2024). *Riesgos Laborales Físicos Vibraciones—INSST - Portal INSST - INSST*. Portal INSST. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos/vibraciones>
- 24) International Labour Office. (2019). *International Labour Organization. Safety and health at the heart of the future of work Building on 100 years of experience*. International Labour Organization. Safety and health at the heart of the future of work Building on 100 years of experience. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40dgreports/%40dcomm/documents/publication/wcms_686645.pdf
- 25) ISP. (2021). *Instituto de Salud Pública de Chile*. <https://www.ispch.cl/>
- 26) Jadhav, A. V. (2016). Comparative cross-sectional study for understanding the burden of low back pain among public bus transport drivers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20(1), 26. <https://doi.org/10.4103/0019-5278.183833>
- 27) Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Silitertpisan, P., & Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. *Journal of Occupational Health*, 62(1), e12150. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150>
- 28) Joseph, L., Vasanthan, L., Millas, S., Raija, K., Aatit, P., & Ubon, P. (2023, junio 14). *Relación causal entre los factores de riesgo y los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo entre conductores profesionales: Una revisión sistemática—Leonard Joseph*,

Lenny Vasanthan, Miles Standen, Raija Kuisma, Aatit Paungmali, Ubon Pirunsan, Patraporn Sitalertpisan, 2023.

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00187208211006500>

- 29) Kasemsan, A., Joseph, L., Paungmali, A., Sitalertpisan, P., & Pirunsan, U. (2021). Prevalence of musculoskeletal pain and associated disability among professional bus drivers: A cross-sectional study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 94(6), 1263-1270. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01683-1>
- 30) Lan, F.-Y., Liou, Y.-W., Huang, K.-Y., Guo, H.-R., & Wang, J.-D. (2016). An investigation of a cluster of cervical herniated discs among container truck drivers with occupational exposure to whole-body vibration. *Journal of Occupational Health*, 58(1), 118-127. <https://doi.org/10.1539/joh.15-0050-FS>
- 31) Ledesma, R. D., Poó, F. M., Úngaro, J., López, S. S., Cirese, A. P., Enev, A., Nucciarone, M. I., Tosi, J. D., Ledesma, R. D., Poó, F. M., Úngaro, J., López, S. S., Cirese, A. P., Enev, A., Nucciarone, M. I., & Tosi, J. D. (2017). Trabajo y Salud en Conductores de Taxis. *Ciencia & trabajo*, 19(59), 113-119. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492017000200113>
- 32) 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>

- 33) Maciel, E. T., Padilha, V. H., Graup, S., & Pinto, A. C. C. da S. (2022). Mental workload, musculoskeletal disorders, and associated factors among international transport truck drivers. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 22(2), e20231083. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2023-1083>
- 34) Mendinueta-Martínez, M., Herazo-Beltrán, Y., Toro-García, L., Cetares-Barrios, R., Ortiz-Berrio, K., & Yesid Ricardo-Caiafa. (2020). *Riesgo por movimiento repetitivo en los miembros superiores de trabajadores. Factores personales y laborales*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4407949>
- 35) Ministerio de Trabajo y Economía Social. (2005). *Página principal*. *Ministerio de Trabajo y Economía Social*. <https://www.mites.gob.es/#>
- 36) Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2008). *Anexo_1-Norma_Básica_de_Ergonomía...* Resolución Ministerial N° 375-2008 TR. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472127/Anexo_1-Norma_B%C3%A1sica_de_Ergonom%C3%ADa....pdf?v=1578090278
- 37) Moraes, G. F. de S., Sampaio, R. F., Silva, L. F., & Souza, M. A. P. (2016). Whole-body vibration and musculoskeletal diseases in professional truck drivers. *Fisioterapia Em Movimento*, 29, 159-172. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.029.001.AR01>
- 38) Morales Mendoza, D. M. (2015). *Factores de riesgo ergonómico y condiciones de trabajo asociados a sintomatología osteomuscular, en conductores de una cooperativa del sector de transporte público en tres*

municipios de Cundinamarca, Colombia 2015.

https://doi.org/10.48713/10336_11860

- 39) Moreno, P., Llanes, E., Guña, W., & Jima, J. (2020). *(PDF) Análisis estructural de un bus por el método de elementos finitos*. ResearchGate.
<https://doi.org/10.23857/pc.v5i01.1265>
- 40) Moreno Vega, C. Y., Angarita Vega, J. V., Salamanca Sierra, E. Y.,
Moreno Vega, C. Y., Angarita Vega, J. V., & Salamanca Sierra, E. Y.
(2019). Caracterización del puesto de trabajo de una empresa de
conductores de buses intermunicipales de Funza, Cundinamarca. *Revista
Universidad y Sociedad*, 11(5), 373-376.
- 41) Nabi, M. H., Hawlader, M. D. H., Naz, F., Siddiquea, S. R., Hasan, M.,
Hossian, M., & Dalal, K. (2023). Low back pain among professional bus
drivers: A cross-sectional study from Bangladesh. *BMC Public Health*,
23(1), 1172. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16018-7>
- 42) Neira, S. E. U., & Avecillas, M. B. R. (2024). Factores de riesgo
ergonómico asociados a trastornos musculoesqueléticos en conductores de
transporte de carga pesada. *Religación*, 9(43), Article 43.
<https://doi.org/10.46652/rgn.v9i43.1355>
- 43) Olvera-Morán, B. M., & Samaniego-Zamora, M. I. (2020). El desarrollo
ergonómico a través de posturas forzadas en trabajo rutinario. *Polo del
Conocimiento*, 5(9), Article 9. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i9.1677>
- 44) Ordóñez Hernández, C. A., Gómez Guardeno, E., & Calvo, A. P. (2016).
Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista
Colombiana de Salud Ocupacional*, 6(1), 27-32.

- 45) Pickard, O., Peta, B., Hayato, Y., Ben, chram, Elisa FD, C., & Robin, O. (2022, junio 2). *Trastornos musculoesqueléticos asociados a la conducción ocupacional: Una revisión sistemática que abarca el período 2006-2021*. <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/11/6837>
- 46) Podlaha, J., Field, M., Lito M. Amit, Dhs., & Keene, B. (2023). WHOLE-BODY VIBRATION EXPOSURE AND MUSCULOSKELETAL DISORDERS OF HEAVY EQUIPMENT OPERATORS IN CONSTRUCTION. *SHIFT: Global EHS Research to Practice*, 2(2), 10-12.
- 47) Rahmani, R., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Babamiri, M., & Farhadian, M. (2022). Body physiological responses of city bus drivers subjected to noise and vibration exposure in working environment. *Heliyon*, 8(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10329>
- 48) Ramos Romero, C. A. (2014). *EXPOSICIÓN A VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO Y TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN OPERARIOS DE MAQUINARIA PESADA EN OBRA CIVIL*. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4933.0648>
- 49) Rezaei, E., Shahmahmoudi, F., Makki, F., Salehinejad, F., Marzban, H., & Zangiabadi, Z. (2024). Musculoskeletal disorders among taxi drivers: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 663. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07771-w>
- 50) Rojas Garcia, J. X., Alburqueque Rueda, C. M., & Miñan Olivos, G. S. (2024). Ergonomía para reducir riesgos disergonómicos en el sector transporte: Una revisión sistemática. *Proceedings of the 4th LACCEI*

International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): «Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship». 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): «Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship».

<https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.577>

- 51) Rubio Valencia, N. I., & Peñaranda Suarez, L. K. (2019). *Prevalencia de los síntomas musculo esqueléticos en conductores de una empresa de transporte en Bogotá, 2018*. https://doi.org/10.48713/10336_20634
- 52) Rugbeer, N. (2016). The prevalence of work-related musculoskeletal disorders in long-distance bus drivers. *South African Journal of Sports Medicine*, 28(2), Article 2. <https://doi.org/10.17159/2078-516X/2016/v28i2a1577>
- 53) Santos, E., Allen, C., Ramos, S., Varela, M., Concepción, L., & Moreno, R. (2024). Las vibraciones y sus efectos en la salud de los operadores de equipo pesado. *Revista Semilla Científica*, 1(6), 217-228. <https://doi.org/10.37594/sc.v1i6.1623>
- 54) Sekkay, F., Imbeau, D., Chinniah, Y., Dubé, P.-A., de Marcellis-Warin, N., Beauregard, N., & Trépanier, M. (2018). Risk factors associated with self-reported musculoskeletal pain among short and long distance industrial gas delivery truck drivers. *Applied Ergonomics*, 72, 69-87. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.05.005>

- 55) Senthanar, S., & Bigelow, P. L. (2018). Factors associated with musculoskeletal pain and discomfort among Canadian truck drivers: A cross-sectional study of worker perspectives. *Journal of Transport & Health, 11*, 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.08.013>
- 56) Sharma, G., Ahmad, S., Mallick, Z., Khan, Z. A., James, A. T., Asjad, M., Badruddin, I. A., Kamangar, S., Javed, S., Mohammed, A. A., & Ahammad, N. A. (2022). Risk Factors Assessment of Musculoskeletal Disorders among Professional Vehicle Drivers in India Using an Ordinal Priority Approach. *Mathematics, 10*(23), 4492. <https://doi.org/10.3390/math10234492>
- 57) Sheth, A., Pagdhune, A., & Viramgami, A. (2023). Prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WRMSDs) and its association with modifiable risk factors in metropolitan bus transit drivers: A cross-sectional comparison. *Journal of Family Medicine and Primary Care, 12*(8), 1673-1678. https://doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_532_23
- 58) Tahernejad, S., Makki, F., Bameri, A., Zangiabadi, Z., Rezaei, E., & Marzban, H. (2024). Musculoskeletal disorders among truck drivers: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health, 24*(1), 3146. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20611-9>
- 59) Tucto, L., Campos, H., Leyva, N., & Huanay, M. (2018). (PDF) Perfil sociodemográfico y síntomas musculoesqueléticos referidos por mototaxistas de una empresa de Lima. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.20453/renh.v10i2.3366>

- 60) Urrejola-Contreras, G. P., Martínez, J. M., Rodríguez-Bagó, M., & Ronda, E. (2024). Myotonometry in machinery operators and its relationship with postural ergonomic risk. *Annals of Work Exposures and Health*, 68(6), 605-616. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxae028>
- 61) Wellbrock, W., Ludin, D., Röhrle, L., & Gerstlberger, W. (2020). Sustainability in the automotive industry, importance of and impact on automobile interior – insights from an empirical survey. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40991-020-00057-z>
- 62) Yap, C. M., Rasdi, H. F. M., & Lim, W. X. (2023). Risk Factors Associated with Musculoskeletal Disorders Among Professional Drivers in Asian Countries: A Systematic Review. *Jurnal Sains Kesihatan Malaysia (Malaysian Journal of Health Sciences)*, 21(2), Article 2. <http://ejournal.ukm.my/jskm/article/view/53888>
- 63) Zhang, S., Kui, H., Liu, X., & Zhang, Z. (2023). Analysis of Musculoskeletal Biomechanics of Lower Limbs of Drivers in Pedal-Operation States. *Sensors*, 23(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/s23218897>