



RÍO NEGRO  
UNIVERSIDAD NACIONAL

**“Aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) en choferes de larga y media distancia y su impacto en la sintomatología lumbar”**

**Autora: Rocha, Lena.**

**Directora: Perczaz, Daniela.**

**Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría**

**Año 2023**

## ***Agradecimientos***

Principalmente agradezco a Dios por darme la vida y un propósito, por acompañarme cada día y mostrarme el camino a seguir.

Agradezco profundamente a mis papás Daniel y Laura por enseñarme valores y darme las herramientas necesarias para enfrentar todo, por darme la posibilidad de elegir y estudiar lo que me gusta, sin su apoyo incondicional no hubiera llegado hasta acá; las palabras para agradecerles no me van a alcanzar nunca. Gracias por la paciencia a la distancia cada vez que tenía mis "crisis existenciales" cómo las llamábamos, por devolverme, a pesar de los kilómetros, la seguridad y confianza que siempre me tuve pero que las situaciones a veces me hacían dudar. Estábamos lejos pero cerca a la vez y eso no me lo voy a olvidar nunca.

A mis hermanos, Gonzalo y Dasha por darme amor y alentarme a seguir siempre.

A mí abuela Yeya por su cariño y apoyo quien me llamaba siempre para saber cómo estaba y cada vez que volvía me esperaba con sus ricas comidas. A mis abuelos que ya no están pero que alguna vez me escucharon hablar de todo lo que iba a lograr.

A mi familia, ¡Gracias por estar!.

También agradezco a cada uno de los participantes de este trabajo por su voluntad y actitud, sin ellos no hubiera sido posible llevar a cabo tan linda investigación.

Finalmente quiero darle las gracias a mí tutora Dani que con distancia y mucha paciencia me guió en cada paso que daba, que por su labor atenta y dedicada decidí que pueda acompañarme en este proceso tan esperado. Y destaco lo más importante, es una excelente docente y ser humano.

¡GRACIAS!

**Tabla de contenidos**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I: EL TEMA Y SUS CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.....</b>	<b>4</b>
Tema de investigación y relevancia del trabajo.....	4
Antecedentes de investigación y situación actual.....	4
Enfoque Conceptual.....	6
Objetivos.....	19
Hipótesis.....	19
<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL TRABAJO.....</b>	<b>21</b>
Plan de trabajo.....	21
Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	31
Resultados.....	32
Conclusiones.....	43
Limitaciones.....	44
Recomendaciones.....	44
<b>MATERIAL DE REFERENCIA Y ANEXOS.....</b>	<b>45</b>
Referencias Bibliográficas.....	45
Anexos.....	48

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo determinar la eficacia de la aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) para el tratamiento del dolor lumbar en conductores de camiones del transporte de carga con designación media y larga distancia.

Este estudio un tiene un enfoque metodológico cuantitativo de tipo transversal, del cual fueron partícipes un total de 8 conductores voluntarios de sexo masculino cuyo rango etario se extiende desde los 25-55 años de edad y que manifiestan haber sufrido algún tipo de sintomatología dolorosa en zona lumbar. En primera instancia se realizo una recolección de datos mediante formulario para determinar población que formaría parte de la investigación. Posteriormente se llevó adelante el plan de intervención basado en la aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) que incluyó una evaluación inicial y final a través de los Test de Flexión, Extensión y la distancia mano-suelo, a fin de comparar los resultados obtenidos.

Los resultados alcanzados demuestran que la aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) como plan de intervención durante el cometido de 9 sesiones con duración de entre 35/45 minutos reloj, logra la disminución de la sintomatología lumbar dolorosa percibida en conductores de camiones con designación media y larga distancia. Además, se comprueba con los resultados que los sujetos participantes mostraron mejoras en cuanto a la armonía de las curvaturas repercutiendo sobre las cadenas musculares de flexión y extensión, el rango de movimiento (ROM) y la flexibilidad pre y post intervención. Mencionado esto, es posible concluir que la hipótesis de estudio planteada fue alcanzada con éxito.

**Palabras Clave:** Estabilización Neuromuscular Dinámica - Choferes de camión - Dolor lumbar - Rango de movimiento - Flexibilidad.



## **CAPÍTULO I: EL TEMA Y SUS CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS**

### **Tema de investigación y relevancia del trabajo**

El lumbago se define como un dolor que se encuentra en la zona lumbar o lumbosacra y puede ser irradiado a glúteos o cara posterior del muslo. Forma parte de los trastornos musculoesqueléticos más comunes y es un recurrente causante de incapacidad laboral.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que el dolor de espalda baja no es una enfermedad, ni una entidad diagnóstica, sino que se trata del dolor de duración variable en un área de la anatomía. Supone un problema de gran importancia en la sociedad actual debido a la afectación de diversas áreas en la vida de los sujetos que lo padecen, dentro de ellas la capacidad de desenvolverse en el trabajo. Las causas más frecuentes son los sobreesfuerzos y malas posturas que la persona puede adoptar, entre otras. (Rueda, Cantos, Valdivia, Martínez-Fuentes, 2011)

La lumbalgia es uno de los padecimientos más frecuentes que el médico familiar y el especialista deben enfrentar en la consulta diaria. Actualmente se considera que cada año cerca de 50 % de las personas laboralmente activas sufre un episodio de este tipo, y que en algún momento de su vida el 80 % de la población en general padecerá al menos un cuadro agudo de la misma. (Saldivar, Cruz Serviere, Vázquez, Joffre, 2003).

Debido al alto índice de personas que asisten a consulta por dolor en la zona lumbar baja por alteraciones posturales y afecciones osteomusculares es que se propone el Método de Estabilización Neuromuscular Dinámica como forma de abordaje terapéutico.

### **Antecedentes de investigación y situación actual**

La lumbalgia se podría definir según Saldívar, et al. (2010) como “la sensación dolorosa circunscrita al área de la columna lumbar, teniendo como efecto final una repercusión en la movilidad normal de la zona, debido a la sensación dolorosa” (p.80).

Por su parte, Huepe y Puentes (2007) en su estudio sobre los riesgos ergonómicos a nivel lumbar por malas posturas reconocen que “La zona lumbar es un sector muy vulnerable de nuestro cuerpo, que está constantemente sometida a esfuerzos, malas posturas, traumatismos, usos incorrectos, defectos hereditarios, etc. Entre los factores de riesgo que se relacionan con la actividad laboral se encuentran: malos hábitos posturales, bajo estado de forma física, sedentarismo, trabajos físicos pesados, conducir largas distancias, estar sentado o de pie durante tiempo prolongado, movimientos con combinación de flexión del tronco y rotación, exposición frecuente a vibraciones (Ej. máquinas o vehículos), tareas repetitivas, estrés e insatisfacción laboral” (p.38).

Escalona (2000) expone en su apartado que ésta entidad clínica se presenta comúnmente en la población en general debido a que su etiología es multifactorial y tiene una evolución con una característica clínica particular en donde los síntomas pueden ser de inicio muy rápido, el sujeto puede restablecerse por completo, presentar cuadros recurrentes impredecibles o ser un enfermo crónico con

prolongado sufrimiento. Resulta importante recalcar de lo mencionado anteriormente el carácter multifactorial de la afección.

Como indica Pérez Guisado (2006) “La lumbalgia antiguamente se la establecía como una consecuencia de la realización de sobreesfuerzos musculares o dolencias relacionadas con alteraciones orgánicas, como artrosis, escoliosis o hernia discal por lo que generalmente al paciente se le realizaban pruebas radiológicas para constatar la presencia de dichas anomalías. Por otro lado, el tratamiento de las dolencias leves consistía en reposo y analgésicos y si esta desaparecía, se tomaba como medida de protección el cuidado estricto de la espalda con la finalidad de reducir la actividad física y si llegaba a ser persistente, se debía realizar algún procedimiento quirúrgico que permitiera corregir la anomalía orgánica existente”.

Actualmente y avanzado algunos años se considera ya a este tipo de afección una incidencia negativa en la integralidad de los sujetos que la padecen. Por lo que, determinar la calidad de vida e identificar los dominios que se encuentran afectados en los pacientes que sufren de lumbalgia puede ser un paso importante para mejorar el manejo integral de los mismos, limitar la evolución de este cuadro y hacer de la prevención en cuanto a las limitaciones físicas o trastornos que potencialmente se pudieran presentar. González (2009).

La etiología del dolor musculoesquelético, y en particular el dolor de espalda cómo es tratado en el artículo desarrollado por Kobesova, Valouchova, Kolar (2014) argumenta que “A menudo se evalúa desde un punto de vista anatómico y biomecánico y la influencia de fuerzas externas (es decir, de carga) actuando sobre la columna vertebral. Sin embargo, la evaluación de las fuerzas inducidas por la propia musculatura del paciente, a menudo falta. La función estabilizadora de los músculos juega un papel postural crítico y decisivo y depende de la calidad del control del sistema nervioso central (SNC)” (p.25), el enfoque que propone Kolar (2006) respecto de la estabilización neuromuscular dinámica (DNS) es un enfoque nuevo y único que explica la importancia de los principios neurofisiológicos del sistema de movimiento.

Tal y como lo expone el propio autor Kolar (2006) “El DNS abarca principios de kinesiólogía del desarrollo durante el primer año de vida; estos principios definen la postura ideal, patrones de respiración y centrado funcional de las articulaciones desde un paradigma de “neurodesarrollo”. El DNS presenta un conjunto crítico de pruebas funcionales que evalúan la calidad de estabilidad funcional de la columna vertebral y estabilizadores articulares y de esta forma permiten encontrar el “eslabón clave” de la disfunción”.

El enfoque de tratamiento se basa en patrones ontogenéticos globales, posturales-locomotores. El objetivo principal del tratamiento es optimizar la distribución de las fuerzas internas de los músculos que actúan sobre cada segmento de la columna vertebral y/o cualquier otra articulación. En el concepto de tratamiento de DNS, la educación y participación del paciente son imprescindibles para reforzar el ideal de coordinación entre todos los músculos estabilizadores. (Kobesova, Valouchova, & Kolar, 2014)

El concepto general de estabilización neuromuscular dinámica (DNS) según lo expresa Milić (2020) está, entre otras cosas, dirigido directamente a la estabilización del núcleo, así como a una "respiración estable" adecuada. Este método se basa en la integración del sistema de estabilización el cual se compone principalmente de los músculos intersegmentarios de la columna, los músculos flexores profundos del cuello, el diafragma, los músculos abdominales y la pelvis. Aunque este es un concepto de rehabilitación y formación relativamente reciente, muchos

investigadores se centran en el DNS debido a sus efectos positivos.

### **Enfoque Conceptual**

#### ***Referencia anatómica y funcional de la columna vertebral***

La columna vertebral o raquis, de acuerdo a Rouviere & Delmas (2005) es un tallo longitudinal óseo, resistente y flexible, situado en la parte media y posterior del tronco, que se extiende desde la cabeza, la cual sostiene, hasta la pelvis, que la soporta. Envuelve y protege la médula espinal, que está contenida en el conducto vertebral. Mide por término medio 75 cm de longitud.

En cuanto a Latarjet & Liard (2004) ésta estructura se compone de elementos óseos denominados vértebras, de ligamentos, articulaciones, discos y músculos. El raquis consta de 33 a 34 vértebras: 7 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 5 sacras fusionadas y el cóccix, que resulta de la unión de las 4 vértebras coccígeas. Las vértebras cervicales, dorsales y lumbares se articulan entre sí mediante los discos cartilagosos intervertebrales y las articulaciones interapofisarias, las dos primeras cervicales se articulan de forma peculiar. Las dos primeras articulaciones del eje, en su conjunto forman la unión cráneo-cervical. Las vértebras dorsales se articulan con las costillas a través de las articulaciones costo-vertebrales, y el sacro lo hace con los huesos ilíacos mediante las articulaciones sacro-ilíacas.

La columna también proporciona puntos de unión para los músculos de la espalda y para las costillas. Los discos intervertebrales están formados por un núcleo pulposo gelatinoso central rodeado de un anillo cartilaginoso resistente, el anillo fibroso; los discos representan el 25% de la longitud de la columna.

Los elementos ligamentarios, con su fortaleza y elasticidad, proporcionan una estructura estable y móvil. Los ligamentos más importantes son el longitudinal anterior, longitudinal posterior, amarillos, intertransversos, interespinosos y supraespinosos.

Visto en conjunto, el raquis puede dividirse en dos partes: una superior y muy larga formada por vértebras móviles dispuestas unas sobre otras y cuyo volumen y resistencia aumentan regularmente de superior a inferior; la otra, inferior o sacrococcígea, se compone de vértebras soldadas entre sí, cuyo volumen disminuye de superior a inferior.

Siguiendo con lo que postulan Rouviere & Delmas (2005) si observamos a la columna vista desde perfil, obtendremos las siguientes curvaturas anatómicas: la lordosis cervical, curvatura cóncava hacia atrás; la cifosis dorsal, curvatura convexa hacia atrás; y la lordosis lumbar, curvatura cóncava hacia atrás .

Además de la función estructural y de sostén, alberga el canal raquídeo por el que discurre la médula espinal. Ésta última es una prolongación cilíndrica del tronco cerebral de 42-45 cm de longitud, suspendida por las raíces nerviosas y los ligamentos dentados en una cavidad llena de líquido encefalorraquídeo, y limitada externamente por las cubiertas meníngeas. Comienza en la unión cráneo-cervical, presenta dos engrosamientos fusiformes en los niveles cervico-dorsal, C4-D1, y lumbosacro, L2-S3; y termina entre las dos primeras vértebras lumbares con el cono medular, constituido por los segmentos sacro y coccígeo. Ocupa los dos tercios superiores del canal raquídeo, estando el resto por la "cola de caballo". Las raíces nerviosas son 4 por cada segmento medular: 2 anteriores o motoras y 2 posteriores o sensitivas, con sus respectivos ganglios raquídeos. Están envueltas por un

manguito fibroso que le proporcionan las membranas meníngeas, y se unen en el agujero de conjunción para formar los nervios raquídeos que emergen del canal. Raíces y nervios, además de su evidente función neural, ofrecen cierta fijación mecánica expone Casiraghi (1981).

Bordoli (1995) refiere, con respecto a la biomecánica qué, es una ciencia que tiene como objetivo analizar el movimiento cuantitativo del ser humano para mejorar el desempeño físico de la persona. Así, la biomecánica trata de evaluar la efectividad en la aplicación de las fuerzas para asumir los fines con el menor costo para aquellas y la máxima eficacia para el sistema productivo. Entonces, su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

La columna corresponde según Kapandji (2006) al eje del cuerpo, debe conciliar dos imperativos mecánicos contradictorios, la rigidez y la flexibilidad. Tiene dos funciones primordiales, una es servir de pilar central del tronco y la otra proteger el eje nervioso. La columna anterior sirve de soporte y la posterior es donde se realiza el movimiento (Cailliet, 2006).

Su unidad estructural está dada por dos vértebras tipo que varían de acuerdo a su localización y a la magnitud de las cargas que debe soportar y el disco intervertebral.

Se considera que el raquis, funcionalmente, está dividido en tres columnas; una principal y dos secundarias. La principal formada por el apilamiento de los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales, y las secundarias formadas por el apilamiento de las apófisis articulares y sus articulaciones respectivas.

Si descomponemos una vértebra tipo en sus diferentes partes, a excepción de las vértebras cervicales 1a y 2a , atlas y axis, vemos que estas presentan un plan constructivo unitario y también que están compuestas por dos partes principales, el cuerpo vertebral por delante y el arco posterior por detrás (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2008). A ambos lados de este arco posterior se fija el macizo de las apófisis articulares, de modo que se delimitan dos partes en el mismo, los pedículos por delante y las láminas junto con las apófisis espinosas por detrás. Además la vértebra incluye a las apófisis transversas las cuales se unen al arco posterior. Esta vértebra tipo se localiza en todos los niveles de la columna vertebral, pero con importantes modificaciones que pueden darse tanto en el cuerpo vertebral como en el arco posterior, y generalmente en ambas partes a la vez.

La otra estructura importante de la unidad funcional, que expone Kapandji (2006), es el disco intervertebral, el cual consta de dos partes, la parte central llamada núcleo pulposo el cual es una sustancia gelatinosa compuesta un 88% de agua, y está químicamente formada por una sustancia fundamental a base de mucopolisacáridos; y la parte periférica llamada anillo fibroso, constituido por una sucesión de capas fibrosas concéntricas.

La columna lumbar, de acuerdo a los aportes de Ortega (1995) forma la base del raquis vertebral, descargando a través del sacro en dirección a las cabezas femorales las presiones y fuerzas que sobre ella soporta. Estructuralmente está compuesta por cinco vértebras y, dentro del conjunto vertebral, tiene una alineación de convexidad anterior. Es rectilíneo y simétrico en relación a la línea de las espinosas; la anchura de los cuerpos vertebrales al igual que la de las apófisis transversas decrece regularmente de abajo hacia arriba.

En su apartado Boyling (2006) expone “Tiene tres funciones mecánicas básicas, proteger la médula espinal y las raíces, permitir la movilidad entre la pelvis y el tórax, y transmitir cargas entre la pelvis y el tórax”.

### ***El segmento funcional***

La mayoría de los estudios de anatomía funcional se centran en el análisis de la unidad funcional de la columna lumbar. Consiste en dos vértebras adyacentes y un segmento móvil compuesto por el disco intervertebral, las articulaciones interapofisarias y los ligamentos intervertebrales.

Cada segmento funcional está sometido a fuerzas de compresión, cizalla y torsión; sin embargo, en la columna lumbar se ejecutan fundamentalmente movimientos de flexo-extensión, ya que la rotación está limitada por la angulación sagital de las articulaciones interapofisarias.

La contracción muscular que inicia los movimientos y la tensión que se ejerce para mantener una determinada postura, supone una fuerza de compresión axial sobre la columna. Dicha fuerza recae sobre la porción anterior del segmento funcional y aumenta la presión en el interior del disco, fundamentalmente a la altura del núcleo pulposo y la porción interna del anillo fibroso. Las propiedades elásticas del disco y el elevado contenido en agua y proteoglicanos permiten el soporte de grandes fuerzas.

Los músculos, los ligamentos y las articulaciones intervertebrales soportan fuerzas de distensión contrarias que protegen la zona anterior discal, pero también pueden resultar dañados tras sobrecargas excesivas. Los movimientos de rotación ejercen fuerzas de torsión que también recaen sobre las fibras de colágeno periféricas del disco intervertebral, a diferencia de las fuerzas de compresión axial, y sobre las articulaciones posteriores.

Los espacios discales son relativamente grandes, aproximadamente 1/3 de los cuerpos, y la orientación de sus carillas articulares no permite prácticamente la rotación, limitando igualmente en gran proporción los movimientos de lateralización. Por lo tanto los movimientos están en función del espesor de los discos, por lo que el nivel de L4 – L5 y L5 – S1, es donde mayor actividad funcional posee la columna lumbar (Ortega, 1995).

Según se describe por Ortega (1995) “El cuerpo de las vértebras lumbares adoptan diferentes formas según el nivel, en las primeras lumbares presentan una forma arriñonada para dar mayor amplitud al canal medular y en las últimas es elíptico debido al paso de raíces, de tal forma se consigue una mayor superficie y capacidad móvil y de carga de la columna lumbar, lo que está también en relación directa con la gran cantidad de estructuras ligamentosas que existen a este nivel vertebral, ayudando a la estática y dinámica del segmento”.

En base a su estructura las vértebras lumbares presentan un cuerpo vertebral voluminoso. Sus pedículos son muy gruesos y se implantan en los tres quintos superiores o en la mitad superior del ángulo formado por la unión de las caras posterior y lateral del cuerpo vertebral. Sus láminas son más anchas que altas. Las apófisis espinosas son láminas verticales, rectangulares y gruesas, orientadas horizontalmente en sentido posterior y acabadas en un borde posterior libre y abultado. Sus apófisis transversas o costales se implantan en la unión del pedículo y de la apófisis articular superior, son largas y estrechas, y terminan en un extremo afilado; tienen implantado un tubérculo denominado apófisis accesorias que tienen como función ser eminencias de inserción de algunos tendones de los músculos

erectores de la columna. Las apófisis articulares superiores están aplanadas transversalmente y presentan una eminencia denominada apófisis mamilar; las apófisis articulares inferiores son convexas y cilíndricas. Por último, su agujero vertebral presenta una forma triangular y sus tres lados son casi iguales (Delmas, 2005).

### **Estabilidad de la columna lumbar**

El sistema estabilizador de la columna está dividido en tres subsistemas, según el modelo explicado ya desde 1980 por Panjabi y su grupo, y que comprende a los sistemas pasivo, activo y de control neural. (Panjabi, Abumi, Duranceau, Oxland, 1989).

El sistema pasivo está compuesto por ligamentos, estructuras óseas, discos y cápsulas articulares los cuales proveen estabilidad a través de la tensión y la congruencia ósea principalmente. Este sistema se ve afectado debido a lesiones repetitivas, cambios degenerativos y alargamientos adaptativos reduciendo su capacidad para proveer una rigidez normal y proveer una adecuada activación muscular refleja. (Cholewicki, Silfies, Shah Greene, et al. 2005)

Al comprometerse la estabilidad de un segmento específico en la columna se incrementa la zona neutra, que es definida como la “región inicial del arco total de movimiento de un segmento intervertebral, donde el movimiento ocurre contra una resistencia mínima”.

Esta zona puede verse incrementada o reducida debido a traumatismos, enfermedades que dañen la integridad de las estructuras de la columna (infecciones, tumores o enfermedad degenerativa articular), con inestabilidad clínica que se puede manifestar con dolor o deformidad que afecta incluso a las estructuras nerviosas.

El subsistema activo (muscular) juega un rol fundamental en la estabilidad de la columna, y varios estudios recientes han demostrado la relación entre la fuerza, la coordinación y la activación de la musculatura en la integración de la fuerza, la coordinación estabilizadora, con la cronicidad y recurrencia del dolor de espalda baja. (Hicks, Fritz, Delitto, McGill, 2005).

De manera general es posible separar los músculos responsables de la estabilización de la columna en dos grupos: estabilizadores globales y locales. (Cuadro 1).

Sistema activo (muscular) de estabilización lumbar que muestra las diferencias principales entre los músculos de control local y global, así como los músculos clave de cada uno de ellos.

Sistema estabilizador local	Sistema estabilizador global
<p>Función: proveer una base estable en preparación o anticipación a movimientos del tronco y las extremidades. Predominio de fibras musculares: tipo I. Localización: capas profundas. Músculos clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transverso del abdomen</li> <li>- Multifido lumbar</li> <li>- Oblicuo interno</li> <li>- Oblicuo externo (fibras mediales)</li> <li>- Diafragma</li> <li>- Musculatura del piso pélvico</li> </ul>	<p>Función: son los responsables de generar movimiento ya que poseen la capacidad para resistir mayores fuerzas externas. Predominio de fibras musculares: tipo II. Localización: capas superficiales. Músculos clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erectores de columna</li> <li>- Recto del abdomen</li> <li>- Oblicuo externo (fibras laterales)</li> <li>- Psoas iliaco</li> <li>- Cuadrado lumbar*</li> </ul>

- Cuadrado lumbar*	
--------------------	--

Cuadro 1. \*Puede ser considerado como parte del sistema de estabilización, tanto local como global.

Los estabilizadores globales (o superficiales) son responsables de generar grandes torques transmitidos a las extremidades pélvicas y torácicas, lo que permite el movimiento; entre ellos destacan el erector de la columna, los oblicuos externos, el cuadrado lumbar y el recto del abdomen.

Los estabilizadores locales (o profundos) están encargados de proveer estabilidad intersegmental y responden a cambios en la carga y la postura, proveen rigidez y una base estable para la actividad y evitan que se produzcan movimientos fuera de la zona neutra; su respuesta tiene mayor implicación al inicio del movimiento de la columna, anticipándose a los movimientos de las extremidades. Entre ellos destacan los multifidos, el transverso del abdomen, oblicuo interno, y la musculatura del piso pélvico.

Sin embargo, está demostrado que ante un episodio de dolor de la espalda baja el sistema de estabilización local disminuye su eficacia, por lo que la mayor responsabilidad del control de la columna recae en los estabilizadores globales. (Rissanen, Heliövaara, Alaranta, Taimela, et al. 2002).

Desde el punto de vista neuromuscular, toda activación muscular asociada a un movimiento de un segmento corporal se acompaña de un patrón motor y de movimiento específico para dicha acción, donde cada patrón de movimiento posee un patrón secuencial de activación muscular tipo, el cual puede variar en presencia de disfunción. Se postula que la co-contracción de la musculatura abdominal y paravertebral es fundamental para lograr la estabilidad espinal al aumentar la rigidez vertebral. Esta actividad muscular debe ser coordinada en intensidad, tiempo y frecuencia para desencadenar los mecanismos protectores de la estabilidad espinal. La disfunción del sistema muscular estabilizador local y global está asociada al síndrome de dolor lumbar.

### ***Anatomía funcional de la columna lumbar***

Durante el movimiento de flexión el cuerpo vertebral de la vértebra suprayacente se inclina y se desliza hacia delante, lo que aumenta el grosor del disco en su parte posterior. Las apófisis articulares inferiores de la vértebra superior se separan de las apófisis articulares de la vértebra inferior, tensando la cápsula y ligamentos. Tiene una amplitud de 30°.

En el movimiento de extensión, el cuerpo vertebral de la vértebra suprayacente se inclina hacia atrás y retrocede, aumentando el grosor del disco en su parte anterior. Las apófisis articulares inferiores de la vértebra superior encajan con las apófisis articulares de la vértebra inferior, contactando las apófisis espinosas. Llegando a una amplitud de 40°.

En la inclinación, el cuerpo vertebral de la vértebra suprayacente se inclina hacia la concavidad de la inflexión y el disco se inclina hacia la convexidad. Los ligamentos del lado de la convexidad se estiran y los de la concavidad se distienden. Se alcanzan 20-30° a cada lado. (Julca, Lucero 2022)

La estabilidad de la columna lumbar durante la posición erecta depende del grado de lordosis lumbar, el ángulo lumbosacro, de aproximadamente 30° (línea paralela al borde superior del sacro y a la horizontal), y el equilibrio de la cintura pélvica. Durante el movimiento, el sistema ligamentoso se tensa aproximadamente a partir de los 45° de inclinación del tronco. Sin embargo, la fascia dorsolumbar actúa desde

el principio de la flexión, ya que no supone una sobrecarga para las articulaciones intervertebrales. Cuando la inclinación es menor de 45° predomina la contracción anterior del músculo erector del tronco, que ejerce mayor compresión sobre el disco que el sistema ligamentoso.

### **Cadenas musculares**

Las cadenas musculares son circuitos de continuidad a través de los cuales se propagan fuerzas. Como se argumenta claramente en el estudio de González (2017):

“Para llevar a cabo la mayor parte de los movimientos y actividades incluido el mantenimiento de la postura, los músculos no trabajan en forma aislada, sino que, mediante tendones, fascias, aponeurosis, vainas y otras estructuras que forman parte del tejido conectivo, se encadenan para cumplir con los objetivos propuestos”. En el libro de Busquet & Vanderheyden (2013) se muestra que el conjunto de las cadenas puede ser dividido en dos tipos de cadenas principales:

1. Las cadenas dinámicas: musculares
2. Las cadenas estáticas: organizadoras

Éstas garantizan la estática y la dinámica del cuerpo, y en caso de no ser así, lo hacen sus estrategias de "compensación", es decir, las soluciones de autorregulación a las que el cuerpo recurre en caso de disfunción.

En acuerdo con el desarrollo realizado por Cruz Siles (2019) en el cual expone que el cuerpo humano persigue tres leyes: equilibrio, economía, confort (no dolor). En la actualidad, el equilibrio puede verse alterado debido a distintas causas como el estrés, los esfuerzos repetitivos, malas posturas, tensiones, emociones, alimentación, sedentarismo, entre otras; con las cuales el cuerpo debe adaptarse a dichas circunstancias.

Siguiendo con Busquet & Vanderheyden (2013), dentro de las cadenas musculares éstos dos autores distinguen, además, las cadenas de flexión, las cadenas de extensión, las cadenas cruzadas de apertura y las cadenas cruzadas de cierre.

Los músculos que se encuentran en esta cadena están compuestos predominantemente por fibras tónicas, que poseen un color rojo intenso, son fibras cortas, resistentes a la fatiga, su contracción es lenta y con el sobreuso tienden a acortarse. Por el contrario, están los músculos en los que predominan las fibras fásicas, las cuales son de contracción rápida, fibras largas, de coloración rosada, se fatigan rápidamente y se debilitan con el desuso.

Éstas cadenas se interrelacionan por la continuidad de los tejidos haciendo del cuerpo humano un sistema de tenseguridad que permite el equilibrio del mismo gracias a los diversos componentes que las conforman y conectan. El aumento de tensión en cualquier parte de las estructuras, como se ha mencionado, interviene tanto en la estática como dinámica corporal dando por resultado un inadecuado funcionamiento mecánico.

En cuanto a los principios del neurodesarrollo que plantea el método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) y las posturas que se desenvuelven con el mismo serán trabajadas las cadenas dinámicas, principalmente las de flexión y extensión, en las que se pretende observar variables.

### **Lumbalgia**

Los términos lumbalgia, lumbago o dolor bajo de espalda (Low Back Pain), según Oyola Bayona (2014), hacen referencia al mismo proceso, un dolor localizado en la espalda a nivel de la zona lumbar, que en ocasiones irradia a la región glútea o a la



cara flexora de los muslos, que suele llamarse ciático cuando es unilateral. Proceden del latín *lumbus*, lomo, y *algia* de algos, dolor.

La lumbalgia, de acuerdo a Carbayo García, Rodríguez Losáñez & Sastre (2012), implica un dolor persistente de los músculos que se encuentran en la parte baja de la espalda, específicamente en la zona lumbar, siendo muy común en la población adulta. Esta se considera de etiología multicausal. Una vez instaurada, se produce un ciclo repetido que la mantiene debido a que los músculos contraídos comprimen los pequeños vasos que aportan sangre al músculo, dificultando así la irrigación sanguínea y favoreciendo aún más la contractura, repercutiendo en su recuperación.

La diferencia entre lumbago agudo y crónico, según Ipanaque Tenorio (2019), está relacionada con su duración. Según un criterio bastante extendido, si el dolor dura menos de tres meses se considera agudo, mientras que el dolor crónico corresponde a un dolor que supera los tres meses de duración y puede causar incapacidades severas para quien lo padece.

Para Canales (2001) prácticamente todos los individuos sufrirán un episodio de lumbalgia en algún momento de la vida, entre un 65 y un 90%. Es considerada la principal causa de limitación de la actividad en personas menores de 45 años y la tercera en mayores de 45 años, también se considera como la patología músculo-esquelética más prevalente en mayores de 65 años (Gómez-Conesa & Moya, 2005). La patología lumbar se ha convertido en una de las primeras causas de ausentismo laboral (Ocaña Jiménez, 2007). La más frecuente es la lumbalgia aguda, que suele evolucionar rápidamente de modo favorable. Un 40% de quienes han sufrido lumbalgias presenta recidivas en el transcurso del año siguiente. Un escaso 10% de pacientes evoluciona hacia la cronicidad. La lumbalgia crónica es la tercera causa de discapacidad crónica en la población de 45-64 años. En menos de un 5% de los casos la lumbalgia es secundaria y revela un proceso tumoral, infeccioso, una fractura o bien un reumatismo inflamatorio (Benhamou, Brondel, Sanchez, Poiraudreau, 2012).

### ***Fisiopatología***

Melzack (1975) argumenta que suele manifestarse en personas que están sometidas a sobrecargas continuas de la musculatura lumbar, ya sea por su actividad laboral o por otros motivos no laborales. También existen sujetos que en su actividad laboral permanecen largos periodos de tiempo sentados en mala posición o bien mantienen posturas forzadas prolongadamente.

Además, alega que la lumbalgia puede ser causa asimismo de un traumatismo intenso, como un accidente o un esfuerzo muscular importante en donde se pueden lesionar las estructuras blandas o duras de la columna. Otra causa puede ser por trastornos degenerativos de la columna lumbar como la artrosis de las vértebras lumbares, la discopatía o protrusiones discales, las cuales pueden favorecer la aparición de contracturas en la zona.

### ***Síntomas y signos***

El principal síntoma es el dolor en la parte baja de la columna (región lumbar) de aparición repentina, después de una lesión o puede ser gradual; dolor variable lumbar o hacia región glútea y cara flexora del muslo; empeora el dolor al movilizarse, sentarse, levantarse, al cargar un peso o a la flexión/extensión del tronco; movimientos lumbares limitados, aumento del tono muscular y rigidez, dolor a la palpación; puede haber deformidad lumbar por postura antálgica. Otras veces el

dolor puede extenderse hacia la musculatura dorsal, aumentando la rigidez del tronco.

En general la evolución clínica es benigna, más del 90% de los sujetos que la padecen logra reincorporarse dentro de los 3 primeros meses del inicio del cuadro (Borenstein, 1997).

Para Longo et al., 2005 los tipos de dolor de espalda se pueden clasificar en local, irradiado, con origen en la columna, radicular y acompañado de espasmo muscular. El dolor local se debe a la distensión de las estructuras sensibles al dolor que comprimen o irritan las terminaciones nerviosas sensoriales, se localiza en la parte afectada de la espalda.

El dolor irradiado a la espalda puede proceder de vísceras abdominales o pélvicas. Suele describirse como abdominal o pélvico, y no suele variar con la postura. A veces, el paciente solo refiere dolor de espalda.

El dolor con origen en la columna puede localizarse en la espalda o irradiarse. Cuando afecta a la parte alta de la región lumbar tienden a producir dolor en la región lumbar, las ingles o la parte anterior de los muslos. En las que afectan a la parte inferior de la región lumbar, el dolor se irradia a las nalgas, la parte posterior de los muslos o a las pantorrillas o los pies.

El dolor radicular de espalda es agudo y se irradia desde la columna hacia la pierna, siguiendo el territorio de una raíz nerviosa. Al sentarse, se distiende el nervio ciático, formado por las raíces L5 y S1, que pasa por detrás de la cadera. El nervio femoral, formado por las raíces L2, L3 y L4, pasa por delante de la cadera, por lo que no se distiende en esta posición.

Por último el dolor acompañado de espasmo muscular que suele asociarse a muchos trastornos de la columna. Los espasmos van acompañados de posturas anormales, tensión de los músculos paravertebrales y dolor sordo.

El dolor de espalda en reposo o no vinculado a posturas concretas debe hacer sospechar una causa grave subyacente. Cuando se consideran las posibles causas del dolor, es importante conocer las circunstancias relacionadas con su aparición por lo que en el siguiente cuadro se detallan las más importantes:

Cuadro N°2: Causas del dolor lumbar

Inflamatorias	Espondiloartritis anquilopoyética Artritis reumatoide
Metabólicas	Inespecíficas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteraciones degenerativas</li> <li>- Prolapso del disco intervertebral</li> <li>- Artrosis de las articulaciones interapofisarias</li> </ul> Malformaciones adquiridas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estenosis vertebral</li> <li>- Espondilolistesis</li> <li>- Espondilolisis</li> </ul> Malformaciones congénitas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espina bífida</li> <li>- Anomalías de transición</li> </ul> Sobrecarga funcional <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dismetrías pélvicas</li> <li>- Insuficiencia vertebral/trastornos de la estática</li> <li>- De origen coxofemoral</li> </ul>
Neoplasias	Tumores vertebrales primarios o secundarios
Mecánicas	Osteoporosis Osteomalacia
Infecciones	Osteomielitis vertebral Discitis Sacroileítis
Enfermedad ósea de Piaget	
Funcionales y psicógenas	

Fuente: Adaptado de Díaz, Gérvas (2002)

### **Factores de Riesgo**

En lo que respecta a Fitzgerald, Kaufer, & Malkani (2004) entre los factores de riesgo se hallan los individuales y los ocupacionales.

Dentro de los individuales se encuentran:

- Edad.
- Sexo.
- Deformidad postural
- Antropometría
- Fuerza muscular
- Adecuación física
- Movilidad de la columna
- Obesidad y tabaquismo.

Los ocupacionales por su parte son:

- El trabajo físico pesado

- Posturas laborales estáticas como la sedestación o bipedestación prolongada, inclinación y torsión frecuentes, levantamientos, empujes, tracciones, trabajo repetitivo y vibraciones.

Mientras que Gómez Espinosa (2007) ha observado y señalado que ciertas ocupaciones laborales se muestran como favorecedoras para el desarrollo de esta afección, entre estas ocupaciones se encuentran aquellos trabajos en el que el sujeto es expuesto a vibraciones, levantar peso desde los más suaves a los más excesivos repetidamente, vibraciones, posturas sedentes y bípedas por largas horas.

Una clasificación más simple, aunque la falta de consenso se pone de manifiesto a la hora de intentar delimitar el periodo correspondiente a cada grupo, puede ser según la duración del cuadro clínico en la que Pérez Guisado (2006) se basa en el estado agudo, subagudo y crónico. El agudo es con síntomas por menos de 6 semanas, subagudo de 6 a 12 semanas y el crónico por más de 12 semanas.

### ***Diagnóstico***

De acuerdo a Benhamou, Brondel, Sanchez, Poiraudau (2012) se recomienda efectuar una exploración física del sujeto, la cual abarque el abdomen y el recto. El dolor de espalda irradiado desde órganos viscerales puede reproducirse al palpar el abdomen, causado por ejemplo por pancreatitis o un aneurisma de la aorta abdominal, o también al percutir los ángulos costovertebrales producido por pielonefritis ó enfermedades suprarrenales. La exploración, a su vez, abarcaría la columna, la cual normalmente tiene una cifosis dorsal, una lordosis lumbar y una lordosis cervical, la exageración de estas curvaturas normales puede causar hipercifosis conocida comúnmente como joroba de la columna dorsal o hiperlordosis de la región lumbar. El espasmo de los músculos vertebrales lumbares produce un aplanamiento de la lordosis lumbar habitual.

La inspección puede revelar una curvatura lateral de la columna llamada escoliosis o una asimetría de los músculos paravertebrales indicativa de un espasmo. La contracción de estos músculos limita el movimiento de la región lumbar.

La palpación o percusión sobre las apófisis espinosas de las vértebras afectadas reproducen dolor de espalda originado en la columna ósea.

### ***Exámenes Complementarios***

Por su parte, Benhamou, Brondel, Sanchez, Poiraudau (2012) continúa expresando que los exámenes complementarios en la evaluación de la lumbalgia pocas veces se necesitan estudios corrientes de laboratorio, a menos que haya factores de riesgo de una enfermedad primaria grave conviene hacer los estudios. Las radiografías simples de la región lumbar son útiles cuando existen factores de riesgo de fractura lumbar. Este mismo autor aporta, además, que en ausencia de factores de riesgo, las radiografías son poco útiles por lo que la resonancia magnética (RM) y la tomografía computada (TC) se han convertido en los estudios de imagen de elección para el estudio de las enfermedades más graves que afectan a la columna. Agrega también que la RM raquídea resulta interesante para estudiar el componente inflamatorio óseo y muscular, y para buscar líquido en las articulaciones interapofisarias posteriores cuando se produce una crisis congestiva de artrosis. Incluso exhibe claramente los elementos nerviosos intraóseos como la médula espinal y las raíces nerviosas. La TC de la columna vertebral lumbar se emplea para estudiar el componente óseo y, sobre todo, para discriminar los conflictos radiculares de naturaleza ósea discal. Resulta útil para evaluar las

dimensiones del conducto lumbar. En la lumbalgia común brinda escasa información y no debe prescribirse de manera sistemática. También puede recurrirse a la electromiografía (EMG) para valorar la integridad del sistema nervioso periférico.

### ***Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS)***

En el estudio llevado a cabo por Vasallo Rodríguez (2020) se define a la Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS por dynamic neuromuscular stabilization) como "Un enfoque complejo, singular y novedoso; este es desarrollado por el profesor Pavel Kolar, un fisioterapeuta checo que ha sido influenciado por los mayores ilustres de la Escuela de Medicina Manual de Praga, incluyendo Karel Lewit, Vladimir Janda, Vaclav Vojta y Frantisek Vele.

La DNS explica la importancia de los principios neurofisiológicos del aparato locomotor y está basada en los principios de la cinesiología del desarrollo durante el primer año de vida. Estos principios definen la postura ideal, los patrones respiratorios y el centrado funcional de las articulaciones desde una perspectiva de "neurodesarrollo".

En el concepto de la DNS, el objetivo principal es restaurar los patrones de movimiento fisiológicos definidos por la cinesiología del desarrollo. (Davidek, Andel, Kobesova, 2018) La base de las teorías que se incluyen en la cinesiología del desarrollo es que el desarrollo de la función motora humana en la primera infancia está genéticamente predeterminado y sigue un patrón predecible. Estos patrones o programas motores se forman a medida que madura el sistema nervioso central (SNC), lo que permite que el bebé controle la postura, logre una postura erguida contra la gravedad y se mueva deliberadamente a través de la actividad muscular. La cinesiología del desarrollo enfatiza en la existencia de patrones de movimiento centrales que son innatos. Por ejemplo, un bebé no necesita que se le enseñe cuándo y cómo levantar la cabeza, agarrar un juguete, rodar, arrastrarse o gatear. Todos estos patrones de movimiento o sinergias musculares ocurren automáticamente en una secuencia de desarrollo específica durante el transcurso de la maduración del SNC y depende de la orientación óptica y las necesidades emocionales del niño. (Frank, Kobesova, Kolar, 2013)

Los humanos son inmaduros al nacer, después del nacimiento el desarrollo continúa tanto en la función como en la morfología y se completa a la edad de 4 años cuando la función motora bruta (grosera) alcanza la plena madurez. La ontogénesis postural implica la maduración de la postura corporal y de la locomoción humana. Este proceso manifiesta una relación muy estrecha entre los principios neurofisiológicos y biomecánicos, los cuales son aspectos importantes para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sistema locomotor. También existe una fuerte sincronía entre la maduración del SNC y el desarrollo estructural o anatómico de los huesos, músculos y otros tejidos blandos. En resumen, la maduración del cerebro influye en el desarrollo de patrones motores, lo que a su vez influye en el desarrollo estructural y en la ontogénesis postural. Esta relación es muy evidente en presencia de una lesión del SNC, donde esta sincronía del desarrollo y la coordinación muscular se ven afectadas negativamente. Además, la función postural y los patrones motores no solo son los indicadores del estadio de maduración, sino que apuntan al hecho de si el desarrollo del SNC es fisiológico o patológico. Una coordinación muscular alterada trastorna a su vez la posición de las articulaciones, el desarrollo morfológico y, en último lugar, la postura. (Kovesoba, Valouchova, Kolar, 2019)

La postura es un término muy estrechamente relacionado con el temprano desarrollo del individuo, entendiendo que esta es una alineación compuesta de todas las articulaciones del cuerpo contra la gravedad o cualquier fuerza externa en un momento dado. La cualidad de la verticalización durante el primer año de vida influye poderosamente en la calidad de la postura del cuerpo durante el resto de la vida de una persona, aun así, la postura no es un sinónimo de postura vertical, sino que es un componente esencial de cualquier movimiento en cualquier posición del cuerpo. Durante la ontogénesis postural inicial, se establecen las curvas cifótica y lordótica de la columna, así como las posturas del tórax y la pelvis, las cuales alcanzan posiciones neutras como resultado de la actividad muscular controlada. Este proceso de estabilización postural o central se corresponde con la estabilización de la columna, la pelvis y el tórax en el plano sagital, va de la mano con la maduración del SNC y se establece a la edad de 4,5 meses. Esta fase es seguida por el desarrollo de la función locomotriz de las extremidades, que incluye la función de andar hacia delante (o extender los brazos y asir objetos) y la función de apoyarse (o despegar los pies del suelo). En esta función locomotriz las extremidades de avance funcionan en cadena cinética abierta, mientras que las extremidades de apoyo o soporte funcionan en cadena cinética cerrada. Del mismo modo, se integran todos los sistemas aferentes – incluida la información visual, auditiva, vestibular, propioceptiva y exteroceptiva – en estos patrones globales de estabilización, apoyo y deambulación de las extremidades. Además, el sistema orofacial interviene en estos complejos patrones de movimiento. (Kovesoba, Valouchova, Kolar, 2019)

La DNS envuelve sus estrategias de manejo en torno a este modelo de la postura y la locomoción, por lo que enfatiza la importancia de la estabilización de la columna vertebral, el tórax y la pelvis simultáneamente mientras se mueven las extremidades. Su objetivo es mantener la columna vertebral, el tórax y la pelvis centrados durante el movimiento selectivo de los brazos o las piernas utilizando los patrones de estabilización típicos para el desarrollo fisiológico como punto de referencia de los patrones de estabilización ideales. (Lim, Lepsikova, Singh, 2018) El sistema integrado de estabilización espinal descrito por la DNS requiere la coordinación de todos los músculos, estabilizando los segmentos contra la gravedad y ante cualquier fuerza externa. Se compone de una activación bien equilibrada entre los flexores cervicales profundos y los extensores espinales que estabilizan la región torácica superior y la región cervical, mientras que la estabilidad de las regiones torácica inferior y lumbar depende de la actividad proporcional entre el diafragma, el suelo pélvico, todas las secciones de la pared abdominal y los músculos extensores de la columna. El diafragma, el suelo pélvico y la pared abdominal regulan la presión intraabdominal (PIA), la cual aporta estabilidad ortostática lumbopélvica anterior. Estos músculos estabilizadores espinales intrínsecos proporcionan rigidez espinal en coordinación con la PIA, que sirve para proporcionar estabilidad dinámica de la columna vertebral. Constituyen el "núcleo profundo" y su activación es automática y subconsciente, y precede a todo movimiento voluntario. (Kovesoba, Valouchova, Kolar, 2019)

Durante cualquier movimiento voluntario, el origen del músculo activado debe estabilizarse. Esto está asegurado por un término que describe una cadena de todos los músculos involucrados en la estabilización, el "punctum fixum" (base estable fija), a partir del cual los músculos pueden generar movimiento. Por ejemplo, el músculo psoas se activa durante la flexión de la cadera. Su inserción ejecuta el movimiento en la cadera ("punctum mobile"), mientras que su origen debe

estabilizarse a través de la interacción de una cadena de otros músculos. Este movimiento solo será eficiente, económico y biomecánicamente ideal si la columna vertebral, el pecho y la pelvis están adecuadamente estabilizados. Por lo tanto, durante la flexión de la cadera, no sólo se activan los flexores de cadera, sino que implica simultáneamente un mecanismo de retroalimentación para la coactivación de los músculos involucrados en el sistema integrado de estabilización espinal. El diafragma, el suelo pélvico, los flexores profundos del cuello y todas las secciones de la pared abdominal, incluidas las secciones abdominales posterolaterales, se activan proporcionalmente, aumentando así la PIA que, a su vez, estabiliza la parte inferior de los segmentos torácicos y la parte anterior de la columna lumbar. (Frank, Kobesova, Kolar, 2013)

El diafragma tiene un papel importante en todo este sistema integrado de estabilización espinal. Durante el período neonatal, el diafragma actúa solo como músculo respiratorio, pero con la maduración y el desarrollo postural el diafragma empieza a ejercer su doble función de músculo respiratorio y postural. Esta doble función es esencial para la estabilidad de la columna vertebral y todos los movimientos resultantes. Según la DNS, la regulación de la PIA y el sistema integrado de estabilización espinal pueden verse alterados por una función postural insuficiente del diafragma, lo que a menudo resulta en un aumento de las fuerzas de compresión en la columna debido a la actividad compensatoria de los extensores espinales superficiales y la posición anormal del tórax debido a un desequilibrio entre la musculatura torácica superior e inferior. (Kovesoba, Valouchova, Kolar, 2019)

Todo este mecanismo de estabilización es descrito en la DNS como centralización articular. El centrado funcional de las articulaciones es una estrategia neuromuscular dinámica con el fin de proporcionar una articulación funcionalmente "neutral o centrada", que permite el máximo contacto interóseo y la mejor ventaja biomecánica en cualquier posición articular. La coordinación muscular perfecta, que estabiliza la articulación, se considera esencial para los procedimientos terapéuticos. En una posición funcionalmente centrada, las cargas estáticas se toleran mejor en función de las estructuras anatómicas que solo se pueden encontrar en humanos y, por lo tanto, hacen que la locomoción humana sea única y diferente de cualquier animal. (Kobesova, Safarova, Kolar, 2016)

La calidad óptima de la estabilización del tronco es un requisito previo básico para la calidad ideal de cualquier movimiento.

La estabilización óptima del tronco es fundamental para la activación muscular efectiva de la extremidad, lo que permite la producción de la máxima potencia para un buen rendimiento. Los músculos centrales proporcionan estabilidad que permite la generación de fuerza y movimiento coordinado en las extremidades superiores e inferiores, así como la distribución de las fuerzas de impacto. El desequilibrio o las deficiencias en los músculos centrales pueden provocar un aumento de la fatiga, una disminución de la resistencia y un gran riesgo de lesiones. Los ejercicios de estabilización del tronco mejoran el equilibrio estático y dinámico, como así también mejoran los parámetros de movimiento específicos y juegan un papel importante en la prevención y rehabilitación de lesiones. (Davidek, Andel, Kobesova, 2018)

La evaluación y diagnóstico de la DNS se basa en comparar el patrón estabilizador del sujeto con el patrón de estabilización en desarrollo de un bebé sano, enfatizando en la estabilización central, evaluando la presencia de un modelo global, su simetría y calidad, y con la intención de dirigir el tratamiento a restaurar el patrón de

estabilización deteriorado a los patrones ideales definidos por la cinesiología del desarrollo. (Kobesova, Safarova, Kolar, 2016)

Para ello, la DNS presenta una serie crítica de pruebas funcionales que evalúan la calidad de la estabilidad funcional de los músculos estabilizadores de la columna y las articulaciones, y que ayudan a hallar el <eslabón clave> de la disfunción. (Kobesova, Safarova, Kolar, 2016)

El tratamiento de la DNS hace uso de ejercicios funcionales específicos con el fin de mejorar la estabilidad articular y vertebral centrándose en el sistema integrado de estabilidad de la columna vertebral. Estos ejercicios deben activar los patrones óptimos necesarios para la estabilización (soporte) en la cadena cinética cerrada, así como los movimientos dinámicos en la cadena cinética abierta, que se producen durante los movimientos/postura de trabajo de la vida diaria. El control del SNC y sus programas asociados desempeñan un papel crítico en la correcta integración de estas cadenas musculares. (Kovesoba, Valouchova, Kolar, 2019)

El objetivo es lograr una coordinación muscular óptima colocando al paciente en varias posiciones de desarrollo al tiempo que coloca las articulaciones y segmentos de soporte en una posición funcionalmente centrada. Al principio, el paciente es guiado manual y verbalmente para reconocer la diferencia entre el estereotipo estabilizador pobre y el óptimo.

## **Objetivos**

### **General**

Establecer un diseño de ejercicios basado en el Método de Estabilización Neuromuscular Dinámica como tratamiento de la sintomatología dolorosa lumbar y observar su impacto en la población objeto.

### **Específicos**

- Determinar la eficacia de la implementación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica como parte del tratamiento del dolor lumbar.
- Conocer los factores que alteran la eficacia del tratamiento.
- Identificar los factores de riesgo externos que disminuyen el rendimiento del tratamiento.

## **Hipótesis**

La aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS), como tratamiento a la sintomatología lumbar referida en choferes de media y larga distancia del transporte de carga, reduce significativamente la sintomatología dolorosa y mejora la amplitud de los movimientos a nivel global.



## **DISEÑO METODOLÓGICO**

### ***Tipo de estudio***

Estudio cuantitativo de tipo transversal, tiene por objeto determinar la efectividad de aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) en choferes de transporte de carga respecto de la sintomatología lumbar.

### ***Localización y temporalidad***

La presente investigación se ejecuta en una empresa de transporte de cargas ubicada en la localidad de Allen, más específicamente en las instalaciones del parque industrial de la ciudad, durante el espacio de tiempo comprendido del año 2023.

### ***Población y muestra***

Población conformada por choferes de camiones de media y larga distancia, de sexo masculino cuyo rango etario se extiende desde los 25-55 años de edad, que manifiestan haber sufrido algún tipo de sintomatología de carácter lumbar.

### ***Criterios de Inclusión***

- Sujetos que refieren haber sufrido algún tipo de sintomatología lumbar en los últimos 3 meses.
- Poseer una antigüedad no menor a dos años en el trabajo.
- Conductores de camión larga/media distancia.

### ***Criterios de Exclusión***

- Menores de 25 años y mayores de 55 de edad.
- Estar cursando con algún tipo de lesión distinta de la zona lumbar que impide el poder realizar las diferentes posturas propuestas del programa.
- Realizar una actividad diferente a la que se propone estudiar, por ej. aquellos que cumplen la función de acompañantes pero que sin embargo suelen conducir.

## CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL TRABAJO

### Plan de trabajo

Inicialmente, y como un primer acercamiento tanto a la empresa como a la población objeto, se abordó la temática con una charla de conceptos básicos y el tipo de procedimiento a usar para la evaluación.

Posteriormente los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado (Anexo 1 y 3). Luego se realizó una recolección de datos personales (Anexo 2) y finalmente se ejecutó el programa de ejercicios de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS). Su duración fue de 9 sesiones con un tiempo estimado de 40 minutos por sesión.

Son citados los partícipes de esta intervención en las instalaciones del gimnasio MotionFitness de la ciudad de Allen.

### **Intervención**

El diseño constó de un total de 9 ejercicios: 3 ejercicios básicos, 3 ejercicios avanzados y 3 ejercicios orientados a la particularidad de estudio.

Se realizó una progresión de ejercicios tomando dos niveles de dificultad, quedando la planificación de la siguiente manera:

- Nivel 1: se realizan los ejercicios básicos y avanzados.
- Nivel 2: se modifican los ejercicios básicos, se continúa con los avanzados y se introducen los 3 específicos orientados a la sintomatología lumbar.

### **Ejercicios básicos:**

#### *1. Posición en decúbito supino*

Es una postura fundamental para llegar a posiciones y movimientos más avanzados. Todos los músculos del tronco se coordinan para la estabilización integrada de la columna, que es un requisito básico para cualquier movimiento. Representa a un niño de 4,5 meses (Figura 1).

Posición inicial: en decúbito supino, la cabeza, el tórax, la columna vertebral y la pelvis asumen una posición neutra, la cabeza se apoya en la línea nucal, el cuello asume una postura neutra y toda la columna vertebral se mantiene en contacto con el suelo. El eje del tórax y la pelvis se sitúa paralelo y perpendicular al suelo. Los hombros y los brazos están relajados. Las caderas y las rodillas se flexionan 90°. Se empieza con las piernas apoyadas sobre un realce bajo las pantorrillas y el ejercicio aumenta en dificultad hasta llegar a sacar el apoyo de las piernas.

Ejecución del ejercicio: Se inspira normalmente y se dirige la inspiración hacia la pelvis. Se usan las manos para asegurarse de que la inhalación llegue hasta la ingle y se eleva la tensión muscular en esta zona como resultado de ambas, la inhalación y la actividad voluntaria (Figura 1). Se repite esta actividad mientras se está inspirando y espirando. Gradualmente, se levanta del apoyo una pierna y luego la otra. Se repite 5 veces siempre y cuando todas las partes del cuerpo se coordinen y mantengan en la posición correcta. Este ejercicio aumenta en dificultad si se extienden las piernas alternativamente.

Errores en el ejercicio: se elevan los hombros (protracción), hiperextensión de cabeza y cuello, elevación del tórax y la caja torácica, el ombligo se hunde por un esfuerzo excesivo o por contener la respiración.

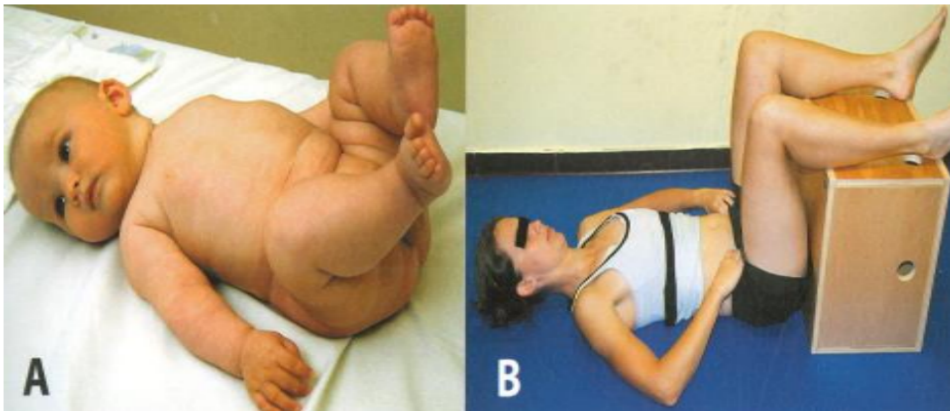


Figura 1. Posición en decúbito supino. A) Bebé de 4,5 meses ya puede levantar las piernas de la mesa mientras estabiliza la zona media del cuerpo; B) Ejercicio básico en decúbito supino.

Modificación y progresión: se coloca una banda elástica justo por debajo de las rodillas, cruzada de delante a atrás, y se lleva cada extremo hacia las manos opuestas cruzando por encima de los muslos. La banda se mantiene rodeando las palmas de las manos, sujetando el extremo libre entre el índice y el pulgar. Los codos se flexionan 90° (Figura 2).

Se mantiene la posición y se inspira hacia el área situada justo encima de la ingle, mientras las manos adoptan supinación a la vez que los hombros realizan rotación externa contra la resistencia de la banda (Figura 2).

Se debe evitar sostener la respiración, extender la columna, elevar el tórax y rotar internamente las caderas y rodillas.

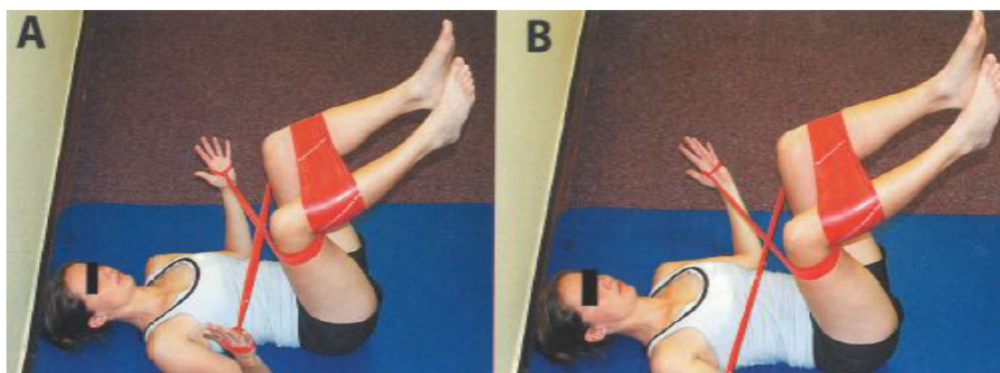


Figura 2. Modificación del ejercicio básico en decúbito supino. (A) Posición inicial; (B) Ejecución del ejercicio.

## 2. Posición en decúbito prono

Este movimiento solo es factible cuando los músculos anteriores y posteriores del torso trabajan en una coactivación proporcional y los músculos de la cintura escapular están bien coordinados con el músculo serrato anterior y el diafragma para mantener las escápulas en una posición neutra. Representa a un niño de 4,5 meses (Figura 3).

Posición inicial: en decúbito prono con los codos delante de los hombros a la altura de las orejas y con la cabeza apoyada sobre el área de la frente (Figura 3).

Ejecución del ejercicio: posición abierta (no retraída) y hacia abajo de los hombros. El tronco se apoya a la altura de la sínfisis o la EIAS. Se eleva ligeramente la cabeza con las porciones cervical y dorsal superior rectas; el movimiento se debe iniciar en la columna dorsal media, entre las escápulas (Figura 3). Se repite 5 veces.

Errores del ejercicio: hiperextensión de columna cervical, elevación y/o protracción de los hombros, retracción de las escápulas, hiperextensión de la unión T/L o inclinación anterior de la pelvis y de la columna lumbar.



Figura 3. Posición en decúbito prono. A) Modelo ideal de un bebé de 4,5 meses en decúbito prono; B) Posición inicial del ejercicio básico en decúbito prono; C) Ejecución del ejercicio.

Modificación y progresión: los codos y la frente se apoyan en el extremo de un banco, con la porción inferior del tronco y la pelvis apoyada en una pelota de gimnasia y los pies descansando en el suelo (Figura 4).

Se deprimen ligeramente las escápulas y los codos ejercen presión sobre el banco, la cabeza se eleva del banco empezando la extensión por los segmentos torácicos medios y con la pelvis ejerciendo una pequeña presión sobre la pelota de gimnasia (Figura 4).

Se debe evitar elevar los hombros, hiperextender los segmentos lumbares y torácicos inferiores, flexión de la columna lumbar con inclinación posterior de la pelvis.

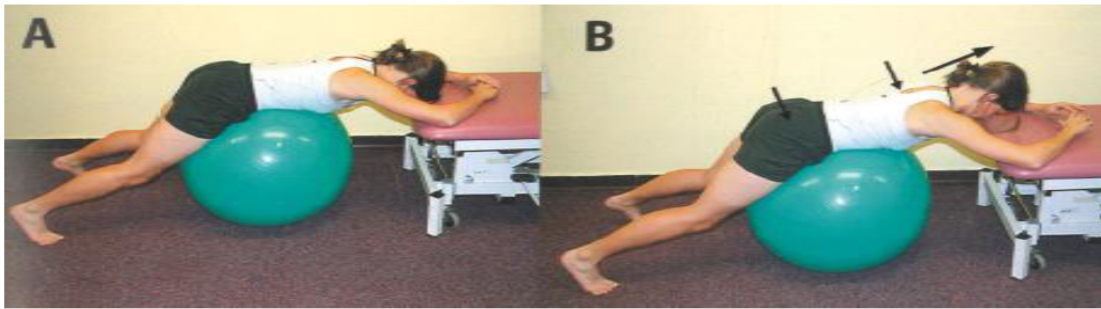


Figura 4. Modificación del ejercicio básico en decúbito prono. A) Posición inicial; B) Ejecución del ejercicio.

### 3. Sedestación lateral

Este ejercicio trabaja sobre la función estabilizadora del hombro de apoyo y la interacción funcional de los músculos de la cintura escapular y la porción inferior del torso. Representa a un niño de 7 meses.

Posición inicial: el apoyo es sobre el antebrazo (el codo se sitúa bajo el hombro) y sobre el costado de la nalga. La pierna superior se apoya delante de la pierna inferior sobre el pie. Toda la columna vertebral se encuentra en posición neutra y también el cuello y la cabeza (Figura 5).

Ejecución del ejercicio: se desciende el hombro inferior alejándose de la cabeza. El miembro superior se eleva por encima del hombro y el tronco rota hacia delante. El apoyo sobre la región glútea se desplaza hacia la rodilla (Figura 5). Se realizan 5 repeticiones siempre y cuando todos los segmentos se coordinen y se mantenga la posición correcta.

Errores del ejercicio: el hombro inferior se eleva, protrae y/o la columna no está en posición neutra.

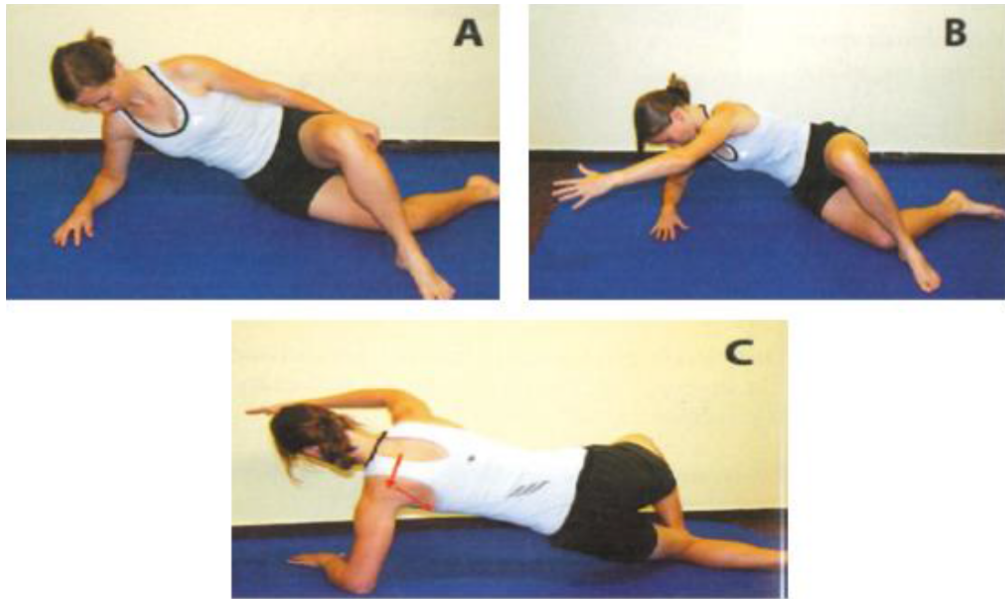


Figura 5. Sedestación lateral. A) Posición inicial de sedestación lateral con la pierna superior apoyada en el pie; B) Rotación del tronco con el brazo extendido hacia delante; C) La elevación de la pelvis en sedestación lateral cambia el apoyo, que se desplaza de la nalga al cóndilo lateral de la rodilla de la pierna inferior.

Modificación y progresión: se corresponde con la sedestación oblicua con apoyo sobre la mano de un bebé sano de 8 meses (Figura 6). La mano de apoyo se alinea con la pelvis junto a la nalga en carga. La pierna inferior está semiflexionada por la cadera y la rodilla. La pierna superior se apoya en el pie colocado delante de la rodilla inferior. La columna vertebral está recta (Figura 6).

Se mantiene deprimido el hombro inferior y elevado el superior. Se eleva la pelvis de su posición de apoyo y se carga el peso sobre la rodilla inferior y sobre el pie de la pierna superior. El movimiento continúa hacia delante rotando el torso hacia una postura en cuadrupedia (Figura 6).

Se debe evitar elevar los hombros, flexión o extensión de la columna, hiperextensión del codo en carga y/o carga desproporcionada del peso sobre la mano de apoyo.

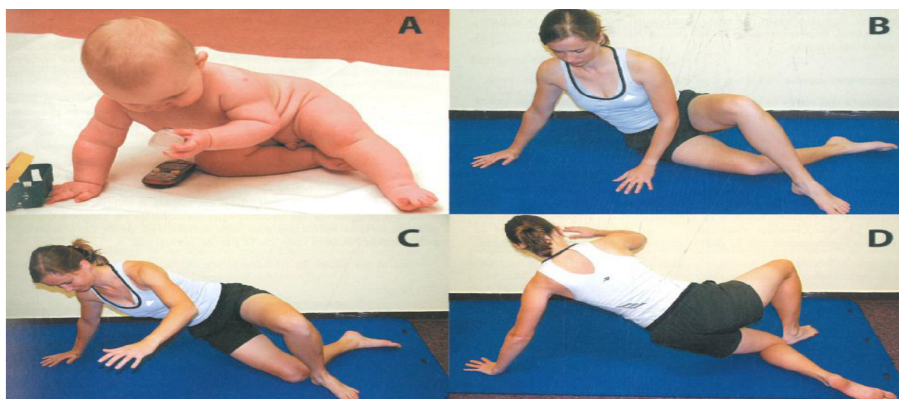


Figura 6. Sedestación lateral con apoyo sobre la mano. A) Posición en un bebé sano de 8 meses; B) Posición inicial; C) Ejecución del ejercicio: elevación de la pelvis y carga sobre la rodilla inferior; D) Ejecución del ejercicio: estabilización de la cintura escapular.



## Ejercicios avanzados:

### 4. Posición en cuadrupedia

Este ejercicio es importante para mantener erguido el tronco mientras las extremidades se estabilizan en cadena cinética cerrada. Es útil para que el sujeto ejercite su capacidad para erguir la columna con activación de los músculos estabilizadores del hombro, la cadera y el tronco. Representa a un niño de 9 meses (Figura 7).

Posición inicial: escápulas situadas encima de las manos, en apoyo completo en una posición neutra y distribuyendo el peso proporcionalmente sobre todas las articulaciones metacarpofalángicas. Ambas articulaciones coxofemorales adoptan una ligera rotación externa, situadas justo encima de las rodillas apoyadas en el suelo, mientras convergen las espinillas y los pies. Toda la columna vertebral y el tronco están erguidos (Figura 7).

Ejecución del ejercicio: Se desplaza el tronco hacia adelante y atrás, 5 veces. Al mismo tiempo se mantienen los hombros distanciados de las orejas y se debe centrar en mantener alargada la columna vertebral (Figura 7).

Luego se despega la mano derecha y la rodilla izquierda del suelo y se mantiene 10 segundos. Se hace lo mismo con las otras extremidades y se repite 5 veces solo si la alineación del cuerpo es correcta.

Errores en el ejercicio: elevación y protracción de hombros, hundimiento del torso, extensión (lordosis) de la columna vertebral, hiperextensión de los codos y/o carga desproporcionada sobre las manos.



Figura 7. Ejercicio en cuadrupedia. A) Posición cuadrúpeda de un bebé sano de 9 meses; B) Posición inicial; C) Ejecución del ejercicio: desplazamiento del tronco adelante y atrás.

Modificación y progresión: paso de cuadrupedia a trípode. Avanza con la rodilla que despega hasta apoyar el pie por completo en el suelo (rodilla a 90 °). El miembro superior de ese mismo hemicuerpo se eleva hasta estar paralelo al suelo.

### 5. Postura del oso

Este ejercicio es útil para los músculos estabilizadores de los hombros con una interacción coordinada de los músculos del tronco y la pelvis. Representa a un niño de 10-12 meses (Figura 8).

Posición inicial: el apoyo es sobre manos y pies. Las manos se cargan por igual en las caras tenar e hipotenar; los hombros se alinean sobre las manos; los pies se apoyan en el antepié o sobre todas las plantas (versión avanzada). Las rodillas y las caderas se flexionan ligeramente con la pelvis situada por encima de la cabeza. La columna vertebral se alarga sin ninguna flexión o hiperextensión asociada (Figura 8).

Ejecución del ejercicio: se apoya la mano derecha y el pie izquierdo en el suelo a la vez que se eleva lentamente la mano y el pie opuestos, mientras se mantiene erguida toda la columna y la posición neutra del tórax en todo momento (Figura 8). Se repite 5 veces de cada lado.

Errores del ejercicio: carga desproporcionada del peso sobre las manos con sobrecarga de la cara hipotenar y supinación del antebrazo, hombros elevados y en protracción, hundimiento del tronco, columna vertebral en cifosis o lordosis, rotación interna de las caderas con las rodillas en valgo, carga desproporcionada sobre los pies con sobrecarga de la cara interna, y pelvis caída hacia el lado de la pierna levantada.

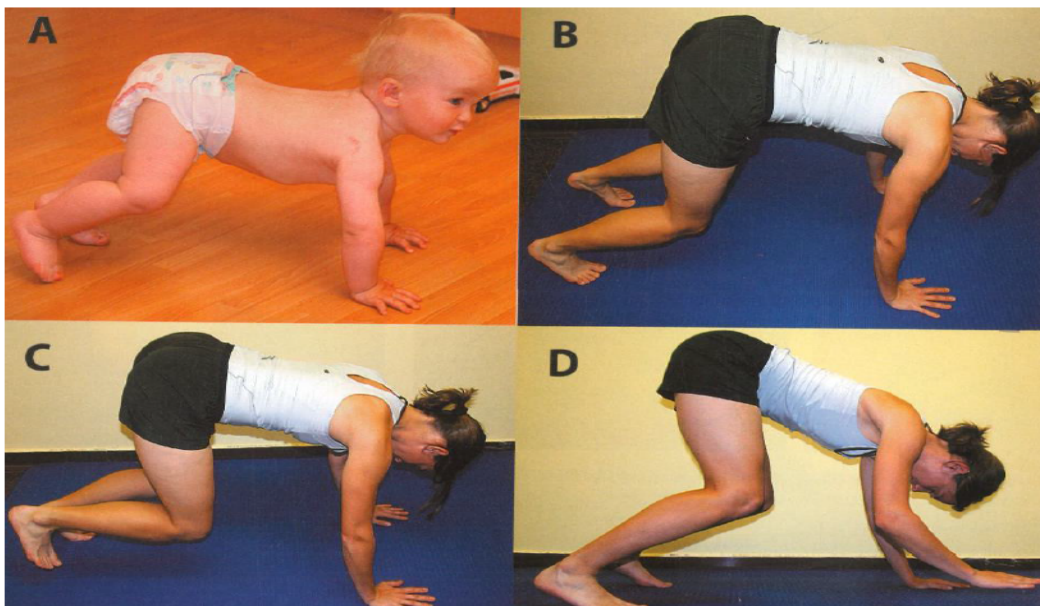


Figura 8. Ejercicio del oso. A) Postura de un bebé sano de 12 meses (transición de cuadrupedia a bipedestación); B) Posición inicial; C) Ejecución del ejercicio: levantando una pierna; D) Ejecución del ejercicio: levantando una mano.

Modificación y progresión: realizar avance lento en esta postura, dando 5 pasos de cada lado.

## 6. En cuclillas (sentadilla)

Este ejercicio se usa para entrenar la coordinación de los músculos del tronco y la cadera (entrenamiento ideal de la coactivación entre el diafragma y el suelo pélvico). La alineación exacta del cuerpo y la concentración en los movimientos son muy importantes. Representa a un niño de 12 meses (Figura 9).



Posición inicial: es necesario estar en bipedestación, con los pies separados al ancho de caderas. La columna vertebral, el tórax y la pelvis están en posición neutra.

Ejecución del ejercicio: se realiza lentamente, con la columna recta y las rodillas alineadas encima del primer dedo de ambos pies (no se debe desplazar hacia delante). Las caderas bajan gradualmente hasta el nivel de las rodillas mientras los brazos se mantienen relajados a los lados o ligeramente hacia delante (Figura 9). Se mantiene la postura unos 5 ciclos respiratorios relajados, mientras se dirige la inhalación hacia las porciones inferior y lateral del tórax, y hacia abajo en dirección al suelo pélvico. Se repite el ejercicio 5 veces.

Errores del ejercicio: rotación interna de las caderas mientras las rodillas adoptan valgo, inclinación anterior de la pelvis, cifosis o lordosis de la columna, posición inspiratoria del tórax y elevación y proyección de los hombros.

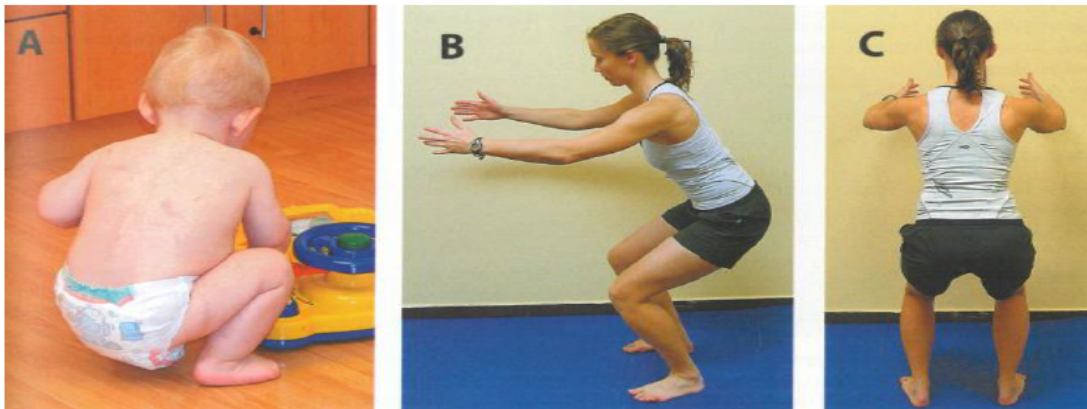


Figura 9. Ejercicio de sentadilla. A) Posición en cuclillas de un bebé sano de 12 meses; B) Ejecución del ejercicio (vista lateral); C) Ejecución del ejercicio evitando la retracción escapular (vista posterior).

### Ejercicios Específicos:

Dando continuidad de progresión, en cuanto a las posturas realizadas dentro del tratamiento que propone el DNS, se llevarán a cabo una serie de ejercicios específicos para la sintomatología lumbar.

#### 7. Combinación 1:

Dentro de ésta primera combinación se pretende ejecutar un trabajo de flexibilización de las cadenas dinámicas musculares de flexión y extensión. (Figura 10)

Posición inicial:

Con la utilización de un elemento externo, ya sea un rolo de gomaespuma o simplemente una toalla enrollada, le brindamos propiocepción a la cadera de forma tal que el sujeto realice una buena y adecuada bisagra de cadera, permitiendo flexibilizar tanto miembro inferior como columna lumbar.

Debe permanecer en bipedestación, con los pies separados al ancho de caderas. (Figura 10)

Ejecución del ejercicio:

Se realiza lentamente una flexión anterior de tronco acompañado de cabeza y miembros superiores a su vez, llevando las caderas hacia atrás con una leve flexión de rodillas. Se mantiene la posición 30-40 segundos aproximadamente.

Errores del ejercicio:

Realizar una flexión marcada de rodillas.

Progresión del ejercicio:

Continuando con los pies al ancho de cadera, y sin la utilización del elemento externo, extendiendo lo más lejos posible los miembros superiores manteniendo el apoyo de las manos sobre el suelo y se lleva la cabeza hacia posterior como se puede observar en la imagen. Se repite el ejercicio 5 veces. (Figura 10)

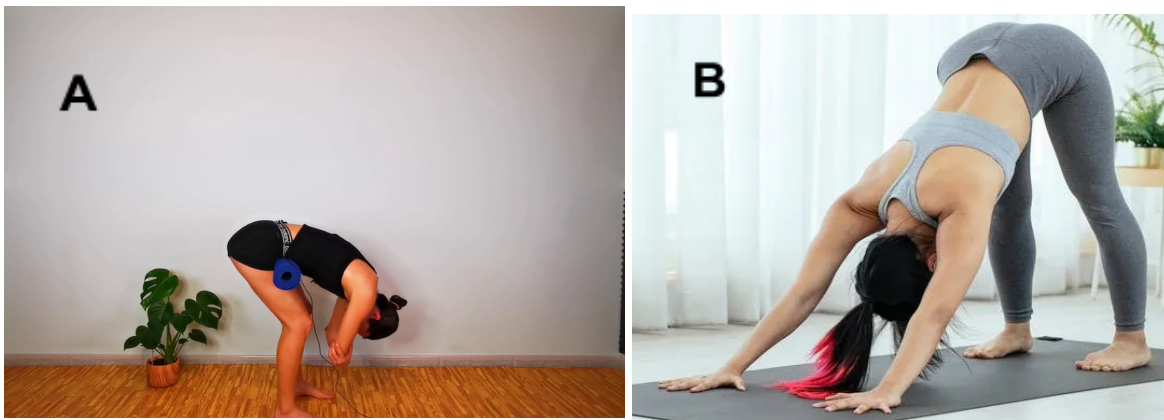


Figura 10. A) Ejercicio de bisagra de cadera. Progresión del ejercicio B) descomprimir columna lumbar.

## 8. Combinación 2:

Ejercicios que permiten avanzar con el trabajo de flexibilización efectuando ahora movilidad, aumenta la propiocepción de los pies y de los tobillos, mejorando así la capacidad de estabilidad y equilibrio. (Figura 11)

Posición inicial y ejecución del ejercicio:

Separar los pies aproximadamente un metro, el apoyo trasero debe realizarse con el metatarso de forma que ese miembro quede en extensión mientras que el apoyo del pie que queda por delante debe ser completo formando un ángulo de 90° con la rodilla, los brazos se colocan extendidos por encima de la cabeza de forma paralela y el sujeto debe mirar hacia el frente.

Errores del ejercicio:

Perder el equilibrio, descarga desproporcionada sobre el miembro que queda por delante produciendo rápidamente fatiga e imposibilitando la ejecución de la postura.

Progresión del ejercicio:

Girar el pie derecho 90° hacia el exterior, y otro poco el pie izquierdo hacia el interior, de manera que los pies queden colocados como en la imagen. Inclina el tronco hacia abajo a la derecha, colocando el brazo derecho al lado del pie derecho.

Estirar el brazo izquierdo de manera vertical. Repetir la postura inclinándose hacia el otro lado, en este caso a la izquierda. Durante un tiempo estimado de 30-40 segundos. (Figura 11)



Figura 11. A) Postura inicial de flexibilidad de la columna. Progresión del ejercicio B) Movilidad del tren superior.

### 9. Combinación 3:

Desarrollar ésta postura no supone un elevado grado de exigencia, ni en términos de fuerza, ni en equilibrio o en flexibilidad. Más bien realizamos ésta última combinación para relajar, recuperar y descansar la totalidad del cuerpo. (Figura 12)

#### Posición inicial y ejecución del ejercicio:

Parte de la posición de rodillas separadas al ancho de las caderas con apoyo sobre suelo, con los glúteos descansando sobre los talones y, al exhalar, se estira y baja el tronco hacia el suelo, alargando tanto la zona del abdomen como la parte posterior de la espalda. Con la frente tocando el suelo (o sobre un soporte si no llega con comodidad), estiro los brazos y hombros hacia adelante, hasta que las dos palmas de las manos queden en apoyo.

Se deben relajar los hombros y mantenerlos tan lejos de las orejas como se pueda, evitando contraer los trapecios efectuando correctamente la postura.

Es importante concientizar cada ciclo respiratorio.

#### Errores del ejercicio:

Es un ejercicio sencillo y fácil de realizar por lo que no se encuentran errores groseros para el desarrollo del mismo.

#### Progresión del ejercicio:

Desde la posición inicial elevo la cabeza y me direcciono junto con los brazos extendidos hacia el lado derecho vuelvo a relajar la cabeza y mantengo, luego realizo el mismo movimiento hacia el lado contrario y regreso al centro para concluir.

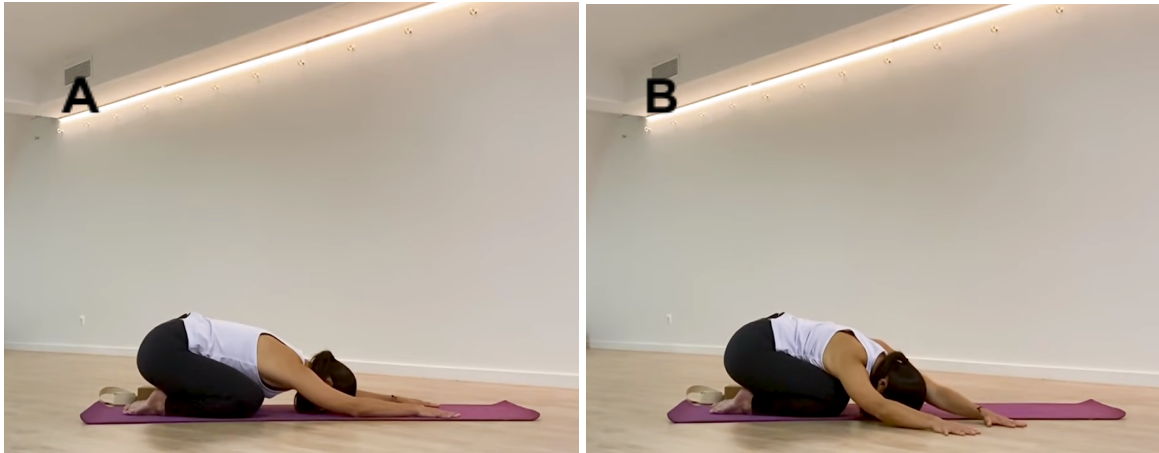


Figura 12. A) Posición inicial de relajación y elongación. B) Progresión del ejercicio.

## **Instrumentos y técnicas de recolección de datos**

### ***Ficha personal***

Para el estudio en cuestión se elaboró una ficha personal para recolección de datos. En esta, se tuvieron en cuenta los siguientes datos personales de los participantes: edad, peso, antigüedad en el puesto laboral, designación del conductor (Larga distancia/ Media distancia), carga horaria laboral, si realiza o no actividad física y con qué frecuencia. La información recolectada es de suma importante debido a que puede repercutir sobre la aparición de la sintomatología lumbar, como así también, permite valorar a los sujetos incluidos en el estudio.

### ***Valoración del dolor***

Existen varios métodos para cuantificar el dolor una de ellas es la escala visual analógica (EVA) es una escala de 10 cm lo cual inicia desde 0 que es sin dolor hasta el 10 que es el máximo dolor, se le pide al participante que marque el estado actual de dolor que experimente según la escala visual analógica el cual se evaluará al iniciar el tratamiento y al finalizarlo.

### ***Test***

Por otro lado, se incluyen los test que evalúan las cadenas de flexión/extensión en conjunto con el test mano-suelo; evaluar las cadenas de flexión/extensión posibilitan determinar si la curvatura de la columna se presenta de forma armónica o no, a su vez, se pretende medir la distancia desde el dedo mayor de la mano del sujeto al suelo de ésta manera al inicio y finalización de la aplicación del programa con DNS para luego comparar los datos obtenidos.

Para una correcta evaluación, antes de realizar los test se les mostró los movimientos que debían ejecutar en acompañamiento de instrucciones verbales a los sujetos.

Además, para llevar a cabo un correcto abordaje y poder evitar falencias, se les pidió a los participantes que pudieran asistir a la primera y última sesión de

evaluaciones con un short para que sea visible la mayor parte del cuerpo y el registro de imagen sea más provechoso.

*Test de flexión de pie:* El paciente parte de una posición erguida con los brazos al costado del tronco. Se le solicita luego que flexione el tronco hacia adelante de manera suave y progresiva llevando primero el mentón al pecho, luego encogiendo hombros y llevando el ombligo hacia adentro, sin flexionar las rodillas. El test evalúa la cadena de extensión.

A continuación desde ésta misma posición se midió la distancia que existe entre el dedo mayor y el suelo.

*Test de extensión de pie:* Se ejecuta también con el paciente en bipedestación, brazos al costado del cuerpo. Desde esta posición se le pide primero que lleve la cabeza hacia atrás seguido del tronco sin flexionar las rodillas. El test evalúa la cadena de flexión.

### **APECS**

Es una aplicación de ayuda para la evaluación complementaria de la postura. Mediante el uso de ésta se pretende analizar las fotografías de los test que se han de realizar para evaluar la eficacia del plan de tratamiento aplicado.

Dentro de sus herramientas, la medición del rango de movimiento es la que se va a aprovechar para analizar el pre y post plan de intervención.

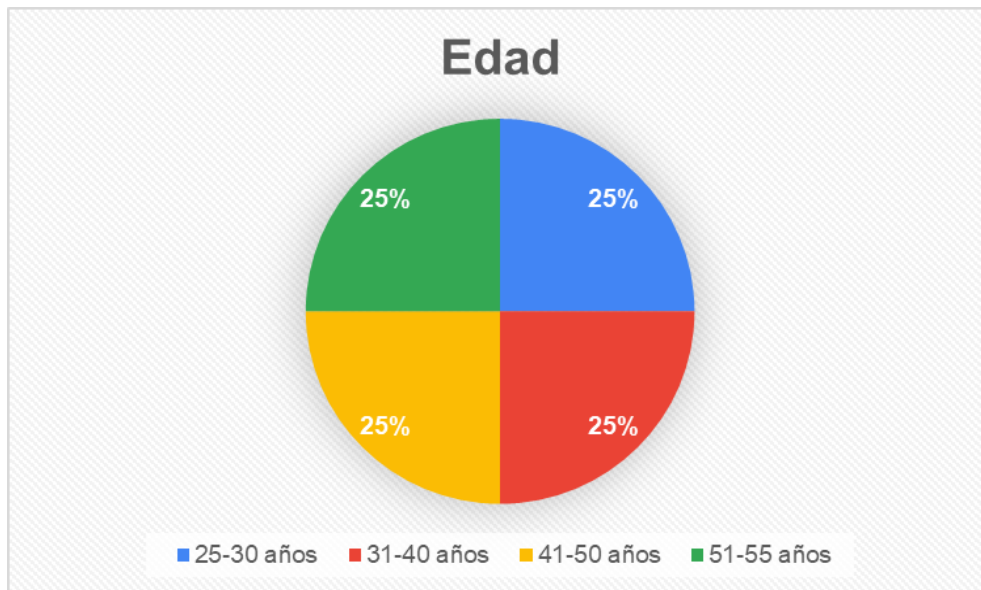
## **Resultados**

El trabajo de campo inició el día 23 de junio del año 2023 con la recolección de datos de la población objeto mediante un formulario con el cual se pretendió abordar choferes que cumplieran con los criterios de inclusión del programa y que estén dispuestos a participar del mismo durante el cometido de 9 sesiones.

Fueron encuestados un total de 20 choferes de los cuales 8 cumplimentaron con los requisitos para llevar a cabo el plan de tratamiento.

A continuación se muestran los resultados mediante gráficos correspondientes a los puntos del formulario de estudio para la recolección de datos:

Gráfico 1. Edad.



Según la totalidad de los sujetos que presentaron dolor lumbar, se encuadran dos participantes por rango de edad que se propone como selección en el formulario.

Gráfico 2. Peso aproximado de los participantes.



Es posible observar en este gráfico la variable peso en la que se plasma como resultado más alto a los 146 Kg y como el más bajo a los 80 Kg.

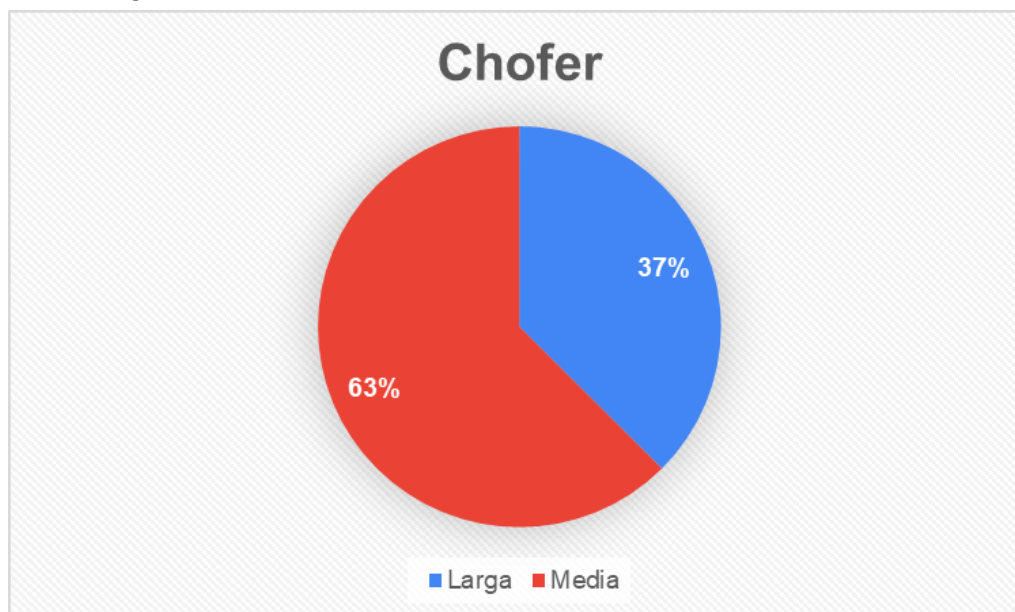
Gráfico 3. Años de Antigüedad.



Se pueden apreciar los años de antigüedad laboral de los participantes. En la escala de abscisas se enumeran los participantes y en la de ordenada los años de trabajo.



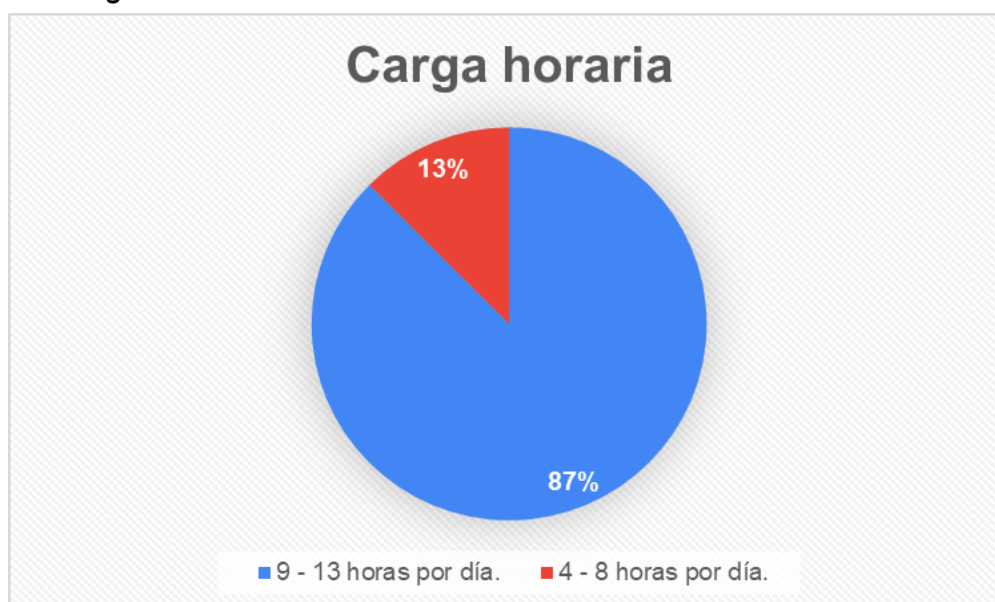
Gráfico 4. Designación del chofer.



Autor: Rocha, Lena.

Este gráfico permite distinguir la designación en cuanto a las distancias realizadas por los participantes, es posible mencionar que el 63% realiza media distancia, es decir recorrido local y regional y el 37% realiza larga distancia, transporte de carga interprovincial.

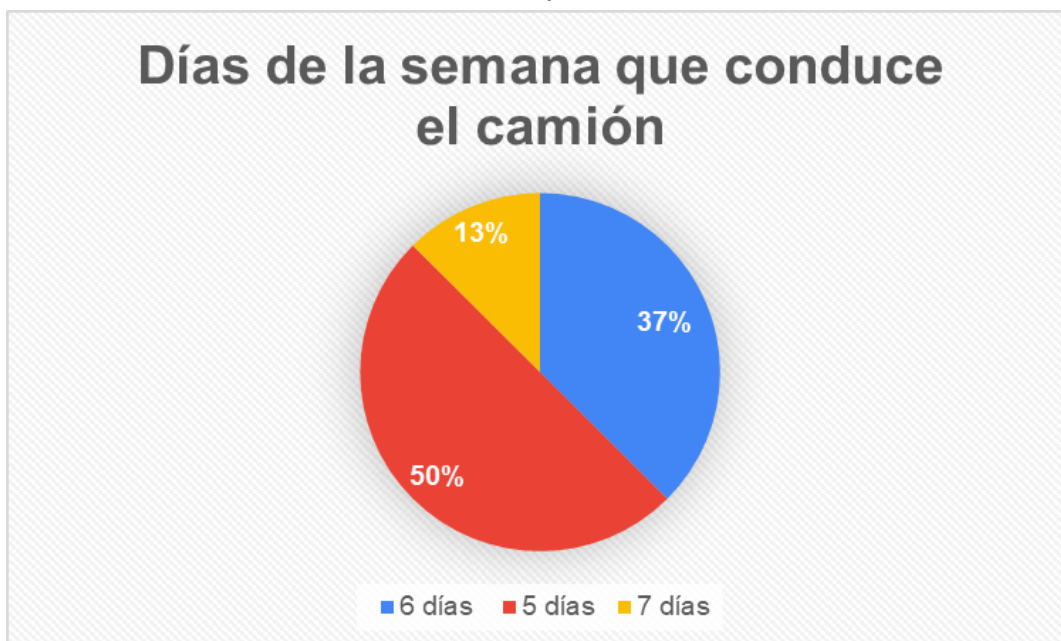
Gráfico 5. Carga horaria.



El 87% de los participantes manifestó realizar entre 9 y 13 horas de trabajo diario mientras que el 13% solo realiza entre 4 y 8 horas diarias.

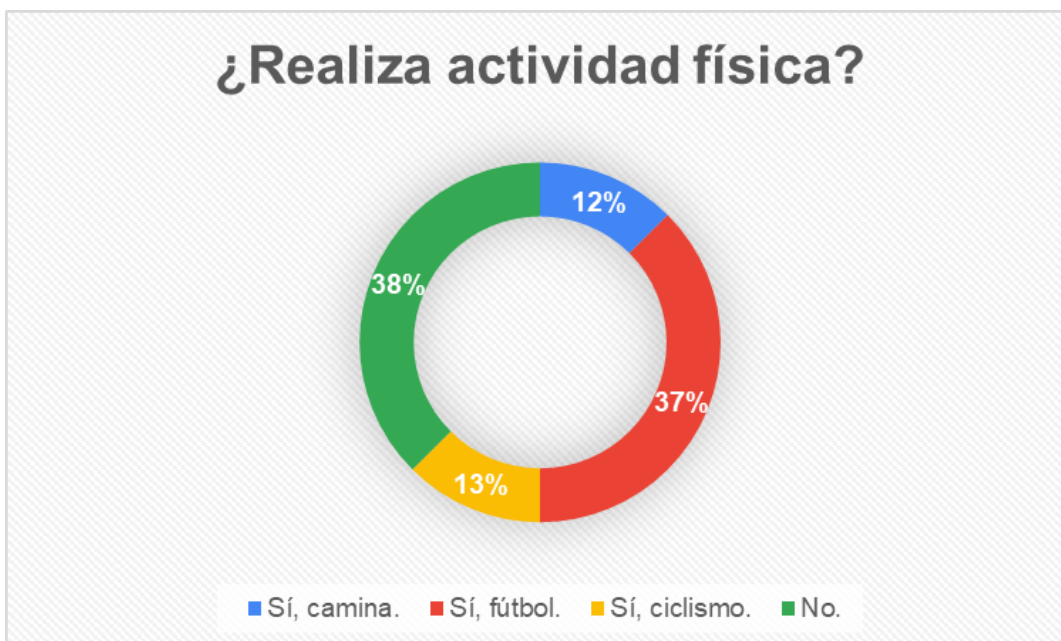


Gráfico 6. Cantidad de días de la semana que conduce el camión.



Se muestra que del total de los participantes el 50% conduce el camión 5 días a la semana, el 37% 6 días a la semana y el 13% 7 días.

Gráfico 7. Actividad Física.



La realización de actividad física en este gráfico refleja que solo el 38% (3) no realiza actividad mientras que el 37% (3) lleva a cabo el fútbol como actividad, el 13% (1) ciclismo y el 12% (1) restante ejerce caminatas.

## Tabla de resultados pre y post intervención

### Resultados Test de Flexión y Test de Extensión.



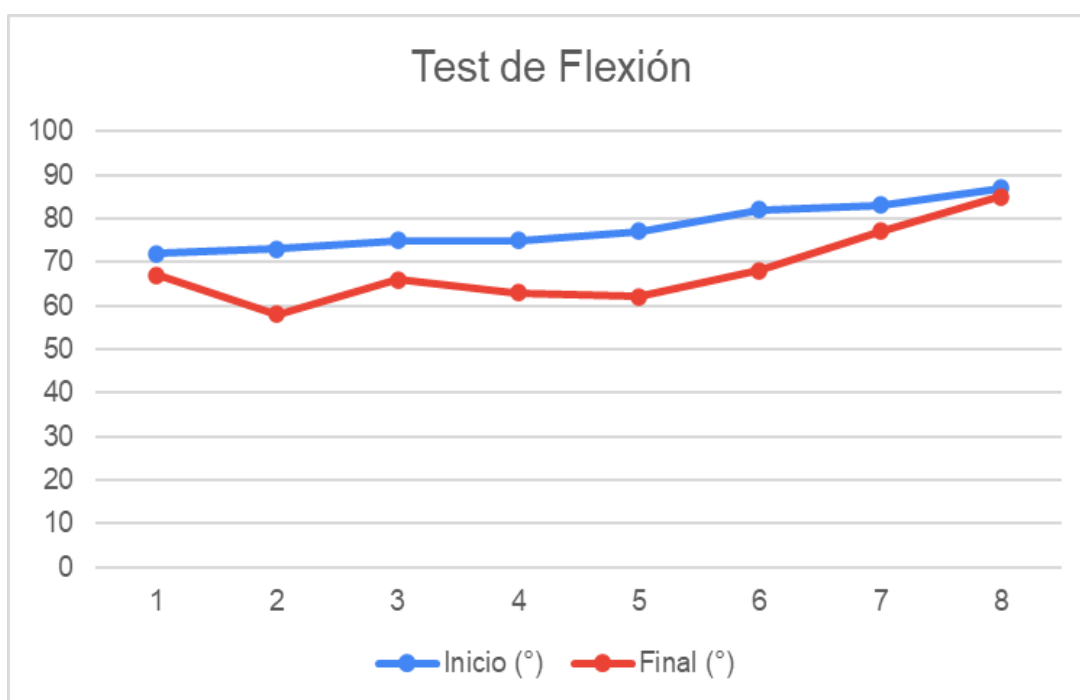
Test de Flexión



Test de Extensión

Tabla 1. Test de Flexión

Sujeto	Inicio (grados)	Final (grados)	Diferencia (+)
1	-83°	-77°	6°
2	+73°	-58°	15°
3	-75°	-66°	9°
4	-75°	-63°	12°
5	-77°	-62°	15°
6	-82°	-68°	14°
7	-72°	-67°	5°
8	-87°	-85°	2°



En este gráfico es posible observar la diferencia entre la evaluación inicial del test en color azul (Inicio (°)) y la evaluación final en color rojo (Final (°)). Se puede visualizar una mejoría en el ROM en todos los casos.

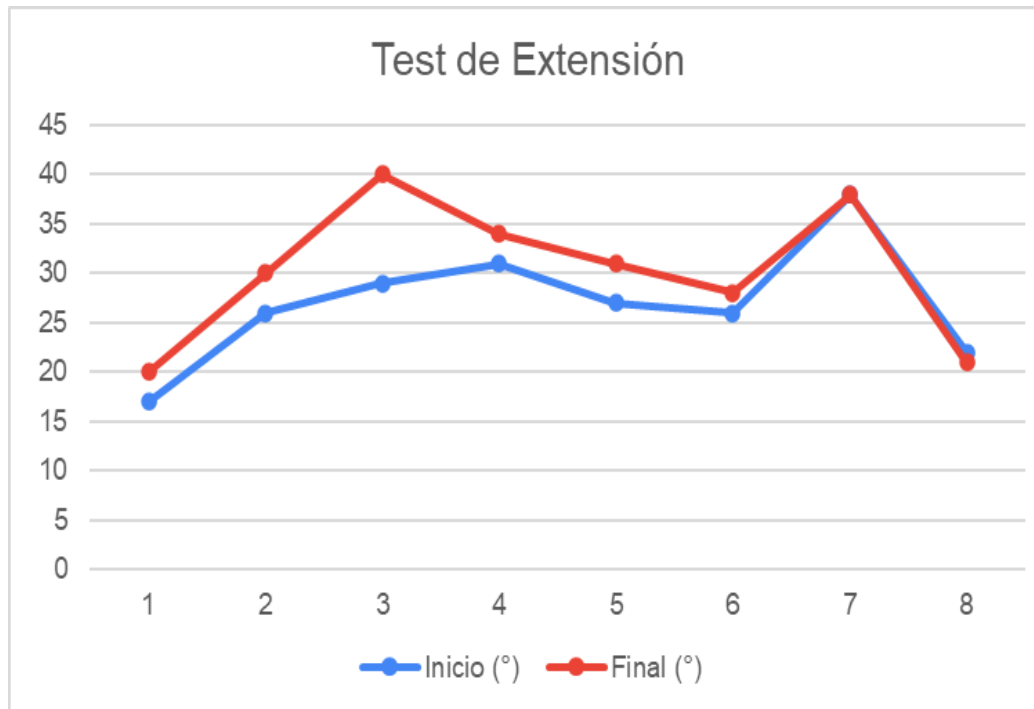
Si enfocamos sobre el color azul los valores en grados (°) obtenidos en la primer instancia de evaluación del test de flexión se presenta al mayor valor el perteneciente al participante número 2 el cual no superó pasar al área negativa del eje de abscisas de la línea de coordenadas visualizada gracias a la herramienta de medición del rango de movimiento que ofrece la aplicación APECS. Pudiendo apreciar, asimismo, que sobre el color rojo el mejor de los valores alcanzados al finalizar el plan de intervención corresponde al mismo participante.

Además, se demuestra claramente en la curva que aquellos participantes (7 y 8) que cumplieron de forma irregular al plan de intervención, por inasistencias justificadas, obtuvieron una leve mejoría en su rango de movimiento durante el presente test.

Tabla 2. Test de extensión.

Sujeto	Inicio (grados)	Final (grados)	Diferencia (+)
1	+17°	+20°	3°
2	+26°	+30°	4°
3	+29°	+40°	11°
4	+31°	+34°	3°
5	+27°	+31°	4°
6	+26°	+28°	2°
7	+38°	+38°	0°
8	+22°	+21°	-1°





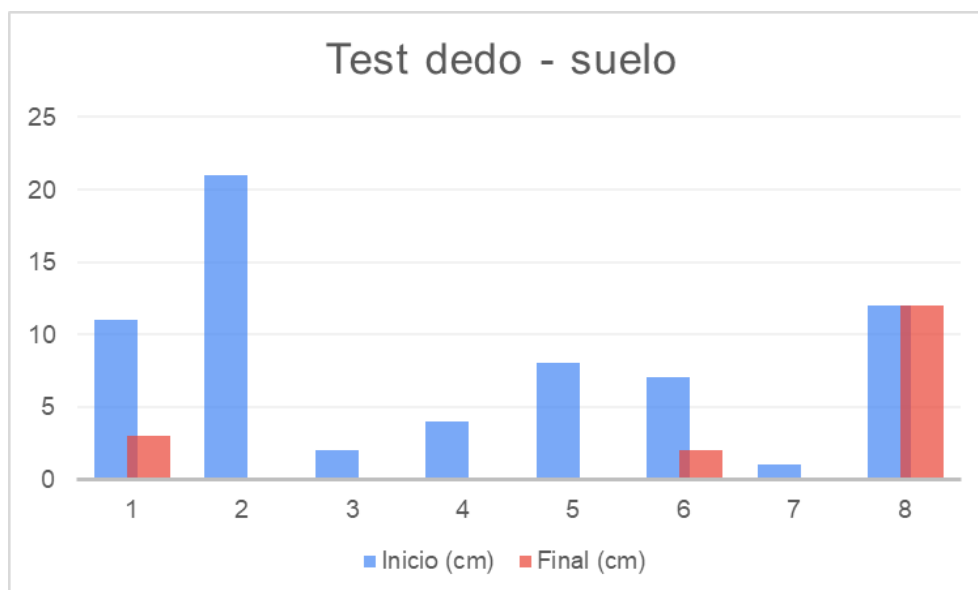
En relación al gráfico del test de extensión realizado, los resultados obtenidos en la evaluación inicial y final denotan un incremento en el ROM en la mayoría de los sujetos participantes pudiendo observar una curvatura más armónica también.

Al comparar ambos resultados, iniciales en color azul y finales en color rojo, se comprueba en este estudio que la mayoría de los participantes mejoró el ROM de extensión.

Cabe señalar que, al igual que sobre el test anterior, los sujetos (7 y 8) que han cumplido de forma irregular al plan de intervención demuestran una muy leve mejoría evaluada que puede ser distinguida sobre la curva.

*Tabla 3. Valores Test dedo-suelo pre y post intervención*

Sujeto	Inicio (cm)	Final (cm)
1	11	3
2	21	0
3	2	0
4	4	0
5	8	0
6	7	2
7	1	0
8	12	12

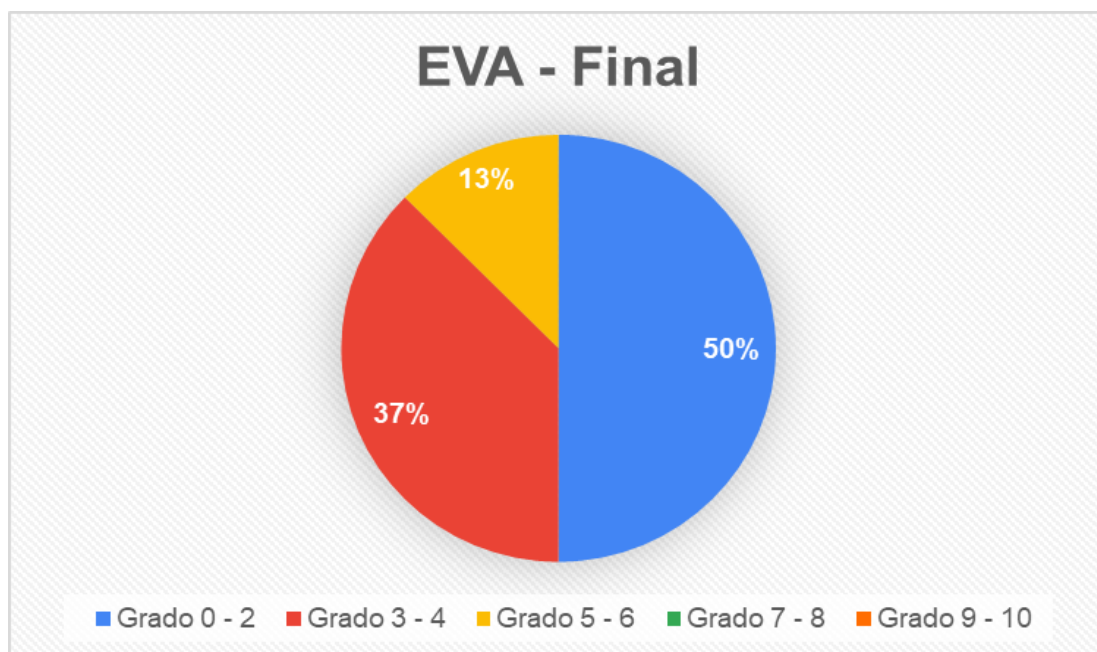
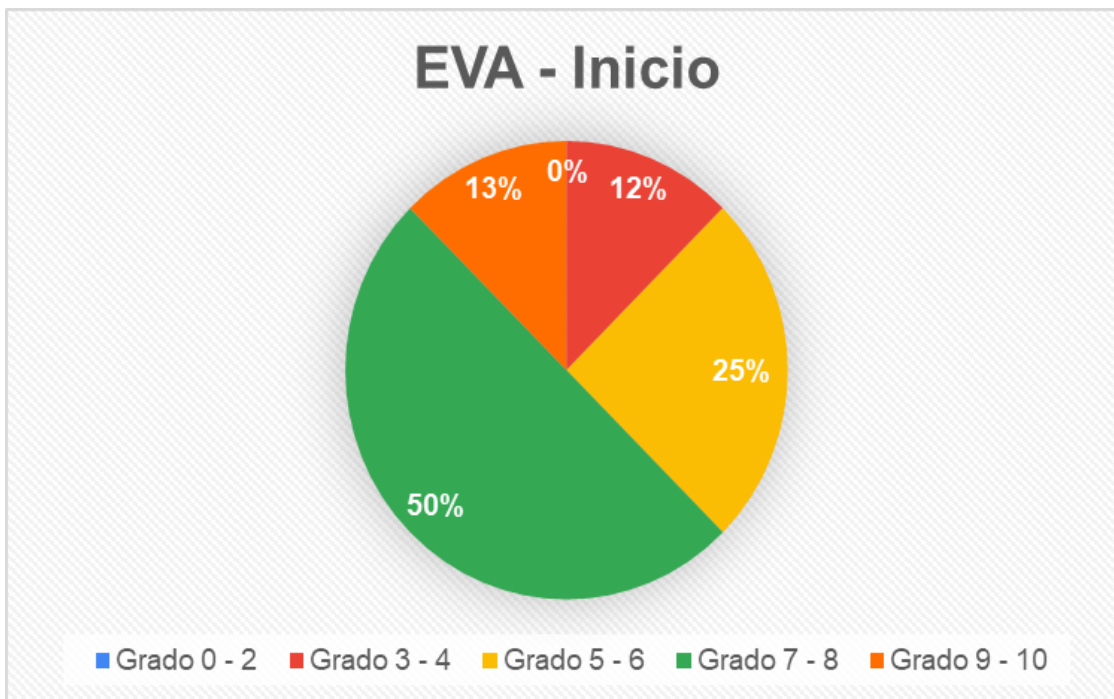


Con la realización de este test queda evidencia de la mejora que se ha logrado en cuanto a la flexibilidad dinámica activa presentada en cada uno de los sujetos participantes.

Se muestra en color azul los valores en centímetros que se obtuvieron al inicio de la intervención mientras que el color rojo muestra los resultados finales. Es posible determinar que los sujetos participantes que cumplieron en su totalidad la propuesta de intervención (1-6) disminuyeron considerablemente el valor medido; los participantes (2,3,4,5) alcanzaron disminuir el valor hasta poder tocar el suelo por lo que el valor asignado es 0, los participantes (1 y 6) disminuyeron notablemente sus valores tomados inicialmente. Por otro lado, los sujetos participantes (7 y 8) mantuvieron los resultados tomados con un cambio poco significativo en relación a el sujeto (7).

*Tabla 4. Escala Visual Análoga (EVA) pre y post intervención*

Sujeto	Inicio	Final
1	8	3
2	6	2
3	4	1
4	9	2
5	7	5
6	7	3
7	6	2
8	8	4



## CONCLUSIONES

Los resultados presentados muestran que la aplicación del Método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) como plan de intervención terapéutica reduce la sintomatología lumbar dolorosa en choferes conductores de camiones con designación media y larga distancia.

A su vez se observa que los sujetos participantes mejoraron de forma considerable la armonía de las curvaturas del raquis repercutiendo sobre las cadenas musculares de flexión y extensión, el ROM y la flexibilidad pre y post intervención. Mencionado esto, es posible concluir que la hipótesis de estudio planteada fue alcanzada con éxito.

Es interesante remarcar que en un tiempo relativamente breve en cuanto a la duración de la intervención se han logrado resultados considerablemente favorables en la totalidad de las variables analizadas.

Por otro lado, en las imágenes pre y post intervención se puede observar la mejoría en la compliance de las cadenas musculares de flexión y extensión lo que permite inferir en que los participantes han logrado mayor equilibrio de las tres leyes que persigue el cuerpo humano: equilibrio, economía y confort (no dolor) que expone Cruz Siles (2019); esto es factible de probar ya que ante los movimientos de la vida diaria laboral los participantes expresaron un mejor funcionamiento mecánico sin percepción dolorosa.

La utilización de la aplicación APECS y la herramienta de medición del rango de movimiento que ésta ofrece se puede constatar una diferencia muy notoria en cuanto a los grados mostrados pre y post intervención del plan, expresando el (75%) de la muestra haber disminuido sus valores mientras que el otro (25%) obtuvo valores iguales o insignificantes debido a la asistencia irregular presentada a la intervención.

En referencia a los resultados del test de distancia dedo-suelo prueba de igual manera resultados favorables en la mayoría de los participantes en relación a la flexibilidad alcanzada.

Por otra parte es importante resaltar que, más allá de la falta de continuidad por inasistencias a los encuentros, los resultados han sido favorables y que quizás si este aspecto se hubiese dado de otra manera los resultados podrían haber sido aún mejores.

En cuanto a los ejercicios específicos planificados estos fueron elegidos de acuerdo a los objetivos de investigación por lo que pueden ser modificados, como así también, aumentar las cantidades de los mismos para futuras investigaciones.

A su vez intuyo por los resultados obtenidos que un aumento en la duración de las sesiones, su frecuencia y cantidad planificada hubiesen arrojado datos positivos aún mayores que los obtenidos.

Por último es posible concluir que una disminución del peso corporal de los sujetos podría potenciar de forma positiva los resultados obtenidos.



## Limitaciones

La principal limitación encontrada fueron los hábitos de las rutinas diarias de los participantes. Al ser choferes de media/larga distancia los horarios para poder llevar a cabo el plan de intervención fueron diversos debido a los viajes, los cuales implican días fuera de la ciudad, y los horarios de salida del lugar de trabajo ya que estos pueden verse afectados por motivos varios, como por ejemplo el horario de descargas, el tránsito, el clima, imprevistos con el camión, entre otros.

Si bien este condicionante se tuvo en cuenta para poder pactar los horarios de encuentro, la muestra comprendió un total de 8 participantes de los cuales 6 de ellos cumplieron el total de sesiones, mientras que los 2 restantes solo pudieron asistir a la mitad de sesiones programadas irregularmente.

En relación a la evaluación, como herramienta de captura de imagen durante las pruebas de evaluación de los test de flexión y extensión se utilizó un dispositivo celular por lo que el uso del mismo y la inexperiencia del proceso pudo haber interferido en los resultados pre y post intervención.

## Recomendaciones

- Realizar pausas activas durante los largos periodos de distancia ya que estas liberan el estrés articular y muscular, incrementa el nivel de flexibilidad y posteriormente brindan relajación, de esta forma disminuyen el dolor y el cansancio físico y mental.
- Asistir a consulta profesional con nutricionista que pueda concientizar y guiar sobre una dieta saludable y sus provechosos beneficios para los sujetos de estudio debido a que en su gran mayoría están fuera del peso estimado.
- El presente trabajo de investigación demostró la necesidad de realizar intervenciones dentro del espacio laboral de los trabajadores con el fin de concientizar y educar sobre la importancia del movimiento sobre las actividades que desarrollan a diario, como así también la ergonomía como prevención de la sintomatología que se ha abordado.
- Se recomienda, en futuras investigaciones sobre el tema, que la muestra de participantes sea más significativa de forma que puedan obtenerse resultados más provechosos.

## MATERIAL DE REFERENCIA Y ANEXOS

### Referencias Bibliográficas

- Benhamou, M., Brondel, M., Sanchez, K., & Poiraudreau, S. (2012). Lumbalgias. *EMC-Tratado de Medicina*, 16(4), 1-6.
- Bordoli, P. (1995). Manual para el análisis de los movimientos. *Argentino, Buenos Aires: Centro editor.*
- Borenstein, D. G. (1997). Epidemiology, etiology, diagnostic evaluation, and treatment of low back pain. *Current opinion in Rheumatology*, 9(2), 144-150.
- Boyling, J. (2006). *Grieve Terapia Manual Contemporanea*. Madrid: Masson
- Busquet-Vanderheyden, M. (2013). Las cadenas fisiológicas (Tomo VI): La cadena visceral, Abdomen-Pelvis (Vol. 6). Paidotribo.
- Cailliet, R. (2006). *Anatomía funcional biomecánica*. Marbán.
- Canales, C. B. (2001). *Lumbalgias Introducción*. Jano, 61 (1408), 67.
- Carbayo García, J. J., Rodríguez Losáñez, J., & Sastre, J. F. (2012). Lumbalgia. *Revista clínica de medicina de familia*, 5(2), 0-143.
- Casado Morales, M., Moix Queraltó, J., & Vidal Fernández, J. (2008). Etiología, cronificación y tratamiento del dolor lumbar. *Clínica y salud*, 19(3), 379-392.
- Casiraghi, J. C. (1981). Anatomía del cuerpo humano: funcional y quirúrgica. In *Anatomía del cuerpo humano: funcional y quirúrgica* (pp. 4-v).
- Cholewicki J, Silfies SP, Shah RA, Greene HS, et al. Delayed trunk muscle reflex responses increases the risk of low back injuries. *Spine* 2005;30:2614-2620
- Cruz Siles, J. L (2019). Cadenas musculares y la postura. <https://www.sanufisioterapia.es/>
- Davidek, P., Andel, R., & Kobesova, A. (2018). Influence of dynamic neuromuscular stabilization approach on maximum kayak paddling force. *Journal of human kinetics*, 61(1), 15-27.
- Díaz, M. S., & Gérvas, J. (2002). El dolor lumbar. *SEMERGEN-Medicina de Familia*, 28(1), 21-41.
- Dufour, M., & Pillu, M. (2006). *Biomecánica Funcional*. Masson.
- DYNAMIC NEUROMUSCULAR STABILIZATION - Instituto Innova
- Escalona, E. (2000). Factores de riesgos ocupacionales y consideraciones de género en los estudios epidemiológicos de las lumbalgias. *Salud de los trabajadores*, 8(1), 51-76.
- Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62.
- Gómez-Conesa, A., & Moya, S. V. (2005). Lumbalgia crónica y discapacidad laboral. *Fisioterapia*, 27(5), 255-265.
- Gómez Espinosa, L. N. (2007). Lumbalgia o dolor de espalda baja. *Dol Clin Ter*, 2, 5-10.
- González, J. A. A. (2017). La postura humana y su reeducación. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 8(2).

- H. Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain* 1975; 1:277-299
- Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, McGill SM. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1753-1762.
- Huepe, C., & Puentes, L. (2007). Riesgos ergonómicos a nivel lumbar por malas posturas de los trabajadores del área operativa de carga pesada en la empresa de transporte de servicios Jhon año 2007 (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado). Universidad Surcolombiana, Huila, Colombia.
- Ipanaque Tenorio, J. J. (2019). Evaluación, diagnóstico y clasificación de los trastornos crónicos del dolor lumbar.
- Julca, M., & Lucero, A. (2022). Abordaje fisioterapéutico en pacientes con HNP lumbar.
- Kapandji, A. I. (2006). *Fisiología Articular Tronco y Raquis*. México: Panamericana.
- Kaufer, R. H. F. H. H., Fitzgerald, R. H., & Malkani, A. L. (2004). Ortopedia. Kobesova, A., & Kolar, P. (2014). Developmental kinesiology: Three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of bodywork and movement therapies*, 18(1), 23-33.
- Kobesova, A., Safarova, M., & Kolar, P. (2016). Dynamic neuromuscular stabilization: exercise in developmental positions to achieve spinal stability and functional joint centration. In *Textbook of Musculoskeletal Medicine*. Oxford University Press, Oxford.
- Kobesova, A., Valouchova, P., & Kolar, P. (2014). Dynamic Neuromuscular Stabilization: Exercises based on developmental kinesiology models. *Functional Training Handbook*, 25-51.
- Kolar, P., & Kobesova, A. (2010). 2. A. 2. Postural-locomotion function in the diagnosis and treatment of movement disorders. *Clinical Chiropractic*, 1(13), 58-68.
- Kolar P. Facilitation of agonist-antagonist co-activation by reflex stimulation methods. In: Liebenson C, ed. *Rehabilitation of the Spine—A Practitioner’s Manual*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006:531–565.
- Kovesoba A, Valouchova P, Kolar P. *Estabilización neuromuscular dinámica: Ejercicios basados en modelos de cinesiología del desarrollo*. En: Liebenson C, editor. *Manual de entrenamiento funcional*. 1ª ed. España: Paidotribo; 2019. p. 25-51.
- Latarjet, M., & Liard, A. R. (2004). *Anatomía humana*. Ed. Médica Panamericana.
- Lim, Y. L., Lepsikova, M., & Singh, D. K. A. (2018). Effects of dynamic neuromuscular stabilization on lumbar flexion kinematics and posture among adults with chronic non-specific low back pain: A study protocol. In *Regional Conference on Science, Technology and Social Sciences (RCSTSS 2016) Theoretical and Applied Sciences* (pp. 715-724). Springer Singapore.
- Longo, D. L., Kasper, D. L., Jameson, J. L., Fauci, A. S., Hauser, S. L., Loscalzo, J., y otros. (2005). *Harrison Principios de Medicina Interna*. México: McGraw-Hill Interamericana.

- Milić, Z. (2020). The effects of neuromuscular stabilization on increasing the functionality and mobility of the locomotor system. *Sports Science And Health*, 19(1), 54-59.
- Ocaña Jiménez, Ú. (2007). Lumbalgia ocupacional y discapacidad laboral. *Revista de fisioterapia*, 6(2).
- Ortega, P. M. (2006). *Tratado de osteopatía integral*. GAIA.
- Oyola Bayona, M. E. (2014). Prevención y control de lumbalgia en profesionales de transporte de pasajeros.
- Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, Oxland T. Spinal stability and intersegmental muscle forces: A biomechanical model. *Spine* 1989;14:194-200.
- Pérez Guisado, J. (2006). Contribución al estudio de la lumbalgia inespecífica. *Revista Cubana de Ortopedia y traumatología*, 20(2), 0-0.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, et al. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine* 2002;27:399-405.
- Rissanen A, Heliövaara M, Alaranta H, Taimela S, et al. Does good trunk extensor performance protect against back related disability? *J Rehabil Med* 2002;34:62-66.
- Rodríguez Cardoso, A. (2001). Herrero Pardo de Donlebún M, Barbadillo Mateos C. Epidemiología y repercusión laboral. *Jano*, 61(1408), 68-70.
- Rouvière, H., & Delmas, A. (2005). *Anatomía humana*. Masson, SA.
- Rueda, E., Cantos, M. J., Valdivia, P. A., & Martínez-Fuentes, J. (2011). Efectividad de la educación para la salud en el dolor lumbar en adultos. *Journal of Sport and Health Research*, 3(2), 101-12.
- Safarova, M., Kobesova, A., & Kolar, P. (2015). Dynamic neuromuscular stabilization and the role of central nervous system control in the pathogenesis of musculoskeletal disorders. *Oxford Textbook of Musculoskeletal Medicine*, 2, 213-259.
- Saldivar G, Cruz T, Serviere Z, Vázquez N, Joffre V. Lumbalgia en trabajadores. *Rev Med IMSS* 2003; 41(3): 203-209.
- Saldívar G. Atenógenes H., Joffre V. Víctor M., Barrientos G. Ma. Del Carmen, Lin O. Dolores, Vázquez N. Francisco, Llanes C. Arturo. Factores de riesgo y calidad de los enfermos que sufren lumbalgia. *Revista electrónica Medicina, Salud y Sociedad*. 2010; 1:1-25.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2008). *Prometheus Texto y Atlas de Anatomía*. Madrid: Panamericana.

**Anexos**

**Universidad Nacional de Río Negro**  
**Lic. en Kinesiología y Fisiatría**  
**Trabajo final de carrera**

**1. Consentimiento informado - Cuestionario**

A continuación se presenta el consentimiento informado presentado para poder llevar adelante la recopilación de datos:

El siguiente cuestionario es solo con fines académicos y el mismo forma parte del trabajo final de grado (TFG), de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría, que estoy llevando a cabo.

Dicho trabajo tiene por objetivo evaluar la eficacia del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) en choferes de larga y media distancia y el impacto que este tiene sobre la sintomatología lumbar, y es el requisito final para la culminación de carrera.

La decisión de participar es voluntaria.

Conforme con la información brindada, la cual ha sido leída y comprendida correctamente acepto participar en este estudio.

Agradezco desde ya su colaboración.

Firma:

Universidad Nacional de Río Negro  
Lic. en Kinesiología y Fisiatría  
Trabajo final de carrera

## 2. Formulario de Google: Ficha personal

**Aplicación del método de Estabilización Neuromuscular Dinámica (DNS) en choferes de larga y media distancia y su impacto en la sintomatología lumbar.**

**1. Edad:**

25-30 años

31-40 años

41-50 años

51-55 años

**2. Peso aproximado:**

.....

**3. ¿Hace cuánto tiempo trabaja en esta empresa de transporte? (Si es menos de un año coloque 0 en la casilla).**

.....

**4. ¿Qué puesto de trabajo ocupa?**

Chofer de larga/Media distancia.

Otro.

**5. ¿Cuál es su carga horaria?**

4 – 8 horas por día.

9 – 13 horas por día.

14 ó más horas por día.

**6. ¿Cuántos días a la semana conduce el camión?**

.....

**7. ¿Realiza actividad física?**

SÍ

NO

¿Qué tipo de actividad física realiza?

.....

**Universidad Nacional de Río Negro**  
**Lic. en Kinesiología y Fisiatría**  
**Trabajo final de carrera**

### **3. CONSENTIMIENTO INFORMADO - TOMA DE IMÁGENES Y AUTORIZACIÓN PARA SU USO**

Fecha:.....

Nombre y apellido:.....

#### **CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES**

Por la presente, doy mi consentimiento para que me tomen fotografías. El término "imagen" incluye video o fotografía fija, en formato digital o de otro tipo, y cualquier otro medio de registro o reproducción de imágenes. Por la presente, autorizo el uso con fines didácticos o educativos.

#### **PROPÓSITO**

Por la presente, autorizo el uso de la(s) imágenes(s) para el propósito de difusión entre los investigadores con fines de investigación y científicos.

Por la presente, yo y mis sucesores o cesionarios eximimos al proyecto y a sus investigadores, y a sus sucesores y cesionarios, de toda responsabilidad ante cualquier reclamo por daños o de indemnización que surja de las actividades autorizadas por este acuerdo.

#### **RESCISIÓN**

Si yo decido rescindir esta autorización, no se permitirá posteriores usos de mi fotografía, pero no podrá pedir que se devuelvan las fotografías o la información ya utilizadas.

#### **DERECHOS**

Puedo solicitar que cese la filmación o grabación en cualquier momento.

Puedo rescindir esta autorización hasta una fecha razonable antes de que se utilice la imagen, pero debo hacerlo por escrito, remitido a:

.....

Puedo inspeccionar u obtener una copia de las imágenes cuyo uso estoy autorizando.

Puedo negarme a firmar esta autorización. Tengo derecho a recibir una copia de esta autorización. Entiendo que no recibiré ningún tipo de compensación financiera.

Fdo.: El/la participante.

Fdo.: El/la investigador/a que solicita el consentimiento.

Aclaración:

Aclaración: