EDITORIAL GRUPO AEA

MOVILIZACIÓN NEURODINÁMICA EN LAS PRINCIPALES NEUROPATÍAS PERIFÉRICAS

Guevara Hernández David Marcelo

Ortiz Pérez Shirley Mireya

Movilización neurodinámica: Guía para neuropatías periféricas en miembros superiores e inferiores.

Autor/es:

Guevara-Hernández, David Marcelo
Universidad Nacional de Chimborazo

Ortiz-Pérez, Shirley Mireya
Universidad Nacional de Chimborazo

Datos de Catalogación Bibliográfica

Guevara-Hernández, D, M.
Ortiz-Pérez, S, M.

Movilización neurodinámica: Guía para neuropatías periféricas en miembros superiores e inferiores.
Editorial Grupo AEA, Ecuador, 2025
ISBN: 978-9942-651-67-9
Formato: 210 cm X 270 cm 98 págs.

Publicado por Editorial Grupo AEA
Ecuador, Santo Domingo, Vía Quinindé, Urb. Portón del Río.
Contacto: +593 983652447; +593 985244607
Email: info@editorialgrupo-aea.com
https://www.editorialgrupo-aea.com/

Director General:	*Prof. César Casanova Villalba.*
Editor en Jefe:	*Prof. Giovanni Herrera Enríquez*
Editora Académica:	*Prof. Maybelline Jaqueline Herrera Sánchez*
Supervisor de Producción:	*Prof. José Luis Vera*
Diseño:	*Tnlgo. Oscar J. Ramírez P.*
Consejo Editorial	*Editorial Grupo AEA*

Primera Edición, 2025

D.R. © 2025 por Autores y Editorial Grupo AEA Ecuador.

Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No 708

Disponible para su descarga gratuita en https://www.editorialgrupo-aea.com/

Los contenidos de este libro pueden ser descargados, reproducidos difundidos e impresos con fines de estudio, investigación y docencia o para su utilización en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca adecuadamente a los autores como fuente y titulares de los derechos de propiedad intelectual, sin que ello implique en modo alguno que aprueban las opiniones, productos o servicios resultantes. En el caso de contenidos que indiquen expresamente que proceden de terceros, deberán dirigirse a la fuente original indicada para gestionar los permisos.

Título del libro:
Movilización neurodinámica: Guía para neuropatías periféricas en miembros superiores e inferiores.

© Guevara-Hernández, David Marcelo, Ortiz-Pérez, Shirley Mireya

© Enero, 2025
Libro Digital, Primera Edición, 2025
Editado, Diseñado, Diagramado y Publicado por Comité Editorial del Grupo AEA, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, 2025

ISBN: 978-9942-651-67-9

https://doi.org/10.55813/egaea.l.112

Como citar (APA 7ma Edición):
Guevara-Hernández, D, Ortiz-Pérez, S. (2025). *Movilización neurodinámica: Guía para neuropatías periféricas en miembros superiores e inferiores.* Editorial Grupo AEA. https://doi.org/10.55813/egaea.l.112

Cada uno de los textos de Editorial Grupo AEA han sido sometido a un proceso de evaluación por pares doble ciego externos (double-blindpaperreview) con base en la normativa del editorial.

Revisores:

Med. Villa Feijoó Amarilis Liseth, Mgs.	Universidad Técnica Particular de Loja – Ecuador
Doc. Pacovilca Alejo Olga Vicentina, Mgs.	Universidad Nacional de Huancavelica – Perú

Los libros publicados por **"Editorial Grupo AEA"** cuentan con varias indexaciones y repositorios internacionales lo que respalda la calidad de las obras. Lo puede revisar en los siguientes apartados:

Editorial Grupo AEA

http://www.editorialgrupo-aea.com

Editorial Grupo AeA

editorialgrupoaea

Editorial Grupo AEA

Aviso Legal:

La información presentada, así como el contenido, fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias de este manuscrito es de exclusiva responsabilidad del/los autor/es y no necesariamente reflejan el pensamiento de la Editorial Grupo AEA.

Derechos de autor ©

Este documento se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

El "copyright" y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad de la Editorial Grupo AEA y sus Autores. Se prohíbe rigurosamente, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma de ninguna forma o por cualquier medio, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright, salvo cuando se realice confines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial. Las opiniones expresadas en los capítulos son responsabilidad de los autores.

AUTORES

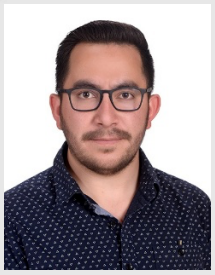
RESEÑA DE AUTORES

Guevara Hernández David Marcelo

Universidad Nacional de Chimborazo
Universidad del Zulia

davidzguevara@icloud.com

https://orcid.org/0000-0001-5063-0519



Licenciado en Terapia Física y Deportiva por la Universidad Nacional de Chimborazo; Máster Universitario en Fisioterapia del Sistema Musculoesquelético, especializado en Terapia Manual Ortopédica por la Universidad Autónoma de Madrid; Doctorante en Ciencias de la Salud en la Universidad del Zulia, Actualmente docente de la carrera en Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Ortiz Pérez Shirley Mireya

Universidad Nacional de Chimborazo

mireyaortiz203@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-0648-2381

Licenciada en Terapia Física y Deportiva por la Universidad Nacional de Chimborazo, Máster Universitario en Fisioterapia y Discapacidad por la Universidad de Almería. Actualmente, se desempeña como docente en la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, destacándose por su compromiso con la formación académica y la investigación profesional.

Índice

Reseña de Autores 8
Índice 9
Índice de Figuras 7
Introducción 8
Capítulo I: Sistema nervioso 3
1.1. Sistema Nervioso Central 8
1.2. Sistema Nervioso Periférico 10
1.3. Fibras Nerviosas 11
1.4. Sistema Nervioso Somático 12
1.5. Sistema Nervioso Autónomo 14
1.6. Principales neuropatías de la extremidad superior 15
1.6.1. Nervio Mediano 15
1.6.1.1. Síndrome del Túnel Carpiano 16
1.6.1.2. Neuropatía Supracondílea 16
1.6.1.3. Nervio Cubital 17
1.6.1.4. Síndrome del Túnel Cubital 17
1.6.2. Nervio Radial 18
1.6.2.1. Síndrome del túnel radial 19
1.6.2.2. Síndrome de Wartenberg 19
1.7. Principales neuropatías de la extremidad inferior 19
1.7.1. Nervio Ciático 19
1.7.2. Nervio Femoral 21
1.7.3. Ramas Motoras 21
1.7.4. Ramas Sensoriales 21
1.8. Nervio Tibial 22
1.8.1. Síndrome del Túnel del Tarso 23

1.9. Nervio Plantar Medial 25
1.10. Nervio Plantar Lateral 25
1.11. Nervio Calcáneo Medial 26
1.12. Nervio Peroneo 26
1.12.1. Etiología 27
1.13. Nervio Peroneo Común 28
1.14. Nervio Peroneo Profundo 28
1.15. Nervio Peroneo Superficial 29
1.15.1. Neuropatía Compresiva del Nervio Sural 29
Capítulo II: Dolor 33
2.1. Epidemiología 37
2.2. Tipos de Dolor. 38
2.2.1. Según la evolución 38
2.2.2. Según su etiología 38
2.2.3. Según su curso 40
2.2.4. Factores que influyen en el dolor incidental 43
2.3. Dolor neuropático 44
2.3.1. Clasificación 44
2.3.2. Fisiopatología 45
2.3.3. Objetivos de la valoración y del diagnóstico 45
2.3.3.1. Anamnesis 45
2.3.3.2. Exploración 46
2.3.3.3. Pruebas complementarias 46
2.3.4. Tratamiento no farmacológico 46
2.3.5. Sintomatología 46
2.3.6. Síntomas negativos 47
2.3.7. Síntomas positivos 48

2.4. Evaluación del dolor 50

Capítulo III: Movilización neurodinámica de la extremidad superior e inferior 53

3.1. Movilización del tejido nervioso 56

3.2. Técnicas de carga tensil 57

3.2.1. Enfocando los beneficios y la técnica 58

3.2.2. Técnicas de movilización con deslizamiento 59

3.3. Anatomía y recorrido de los nervios mediano, cubital y radial 61

3.3.1. Nervio mediano 61

3.3.2. Nervio cubital 62

3.3.3. Nervio radial 62

3.4. Maniobras de deslizamiento con deslizamiento en la extremidad superior 63

3.4.1. Nervio mediano 63

3.4.1.1. Maniobra de deslizamiento del Nervio Mediano en su recorrido antebraquial (I) 63

3.4.1.2. Maniobra de deslizamiento del nervio mediano en su recorrido antebraquial (II) 64

3.4.1.3. Maniobra de deslizamiento del nervio mediano en su recorrido antebraquial, braquial y como plexo en la parte distal de la salida torácica. . 64

3.4.2. Nervio Radial 65

3.4.2.1. Maniobra de deslizamiento del Nervio Radial en su recorrido antebraquial (I) 65

3.4.2.2. Maniobra de deslizamiento del Nervio Radial en su recorrido antebraquial (II) 65

3.4.2.3. Maniobra de deslizamiento del nervio radial en su recorrido braquial, antebraquial y como plexo en la parte distal de la salida torácica. 66

3.4.3. Nervio cubital 66

3.4.3.1. Maniobra de deslizamiento del nervio cubital en su recorrido antebraquial 66

3.4.4. Maniobra de deslizamiento lateral cervical 67
3.5. Ejercicios neuro dinámicos activos 68
3.5.1. Plexo Braquial 68
3.5.1.1. Ejercicios de deslizamiento 68
3.5.2. Deslizamiento en el cuello 68
3.5.3. Deslizamiento de hombro 68
3.5.4. Deslizamiento a lo largo de toda la extremidad superior 69
3.5.5. Ejercicios de estiramiento 69
3.6. Nervio mediano 69
3.6.1. Ejercicios de deslizamiento 69
3.7. Ejercicios de estiramiento 71
3.7.1. Ejercicio en posición de rezo: 71
3.7.2. Ejercicio contra la pared: 71
3.7.3. Serie de ejercicios de Totten y Hunter (para el síndrome del túnel carpiano): 71
3.7.4. Serie de ejercicios de Seradge: 71
3.7.5. Movimientos secuenciales: 71
3.8. Nervio Cubital 72
3.8.1. Ejercicios de deslizamiento 72
3.8.2. Ejercicios de estiramiento 72
3.9. Nervio Radial 73
3.9.1. Ejercicios de deslizamiento 73
3.9.2. Ejercicios de estiramiento 73
3.10. Pruebas de provocación neural en el cuadrante superior 74
3.10.1. Prueba de provocación del nervio mediano (I) 74
3.10.2. Prueba de provocación del nervio mediano (II) 74
3.10.3. Prueba de provocación del nervio radial 75

3.10.4. Prueba de provocación del nervio cubital 75
3.10.5. Prueba de provocación del nervio musculocutáneo 76
3.10.6. Prueba de provocación del nervio supraescapular 76
3.11. Recorrido de los nervios ciático, femoral, sural, tibial y peroneo o fibular común. 76
3.12. Maniobras de movilización con deslizamiento en el cuadrante inferior 78
3.12.1. Nervio ciático 78
3.13. Principales maniobras para movilizar el nervio ciático 78
3.13.1. Deslizamiento del nervio ciático en decúbito supino 78
3.13.2. Movilización ciática en posición sedente 79
3.13.3. Deslizamiento en decúbito lateral 79
3.14. Nervio Peroneo Común 79
3.14.1. Técnicas de movilización con deslizamiento del nervio peroneo común 80
3.14.1.1. Movilización del nervio peroneo en decúbito supino 80
3.15. Nervio Tibial 81
3.15.1. Técnicas de movilización con deslizamiento del nervio tibial 81
3.16. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral (I). 82
3.17. Desde la posición anterior, la rodilla vuelve a flexionarse mientras disminuye la extensión de la cadera, provocando un deslizamiento distal. 82
3.17.1. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral (II). 82
3.17.2. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral y del neuroeje. 82
3.17.3. Maniobra de deslizamiento del nervio obturador 83
3.18. Ejercicios neurodinamicos activos 83
3.18.1. Nervio ciático 83
3.18.2. Nervio femoral 85
3.18.3. Neuroeje 85
Referencias Bibliográficas 89

Índice de Figuras

Figura 1 *Nervio mediano* *16*
Figura 2 *Nervio cubital* *17*
Figura 3 *Nervio radial* *18*
Figura 4 *Nervio ciático* *20*
Figura 5 *Nervio Femoral* *21*
Figura 6 *Nervio Tibial* *22*
Figura 7 *Nervio peroneo* *26*
Figura 8 *Nervio Sural* *30*

Introducción

La movilización neurodinámica es una técnica valiosa tanto para evaluar como para tratar una amplia gama de neuropatías que afectan las extremidades superiores e inferiores. Este libro, dividido en tres capítulos, te sumerge en el fascinante mundo de este enfoque terapéutico.

En el primer capítulo, establecemos una base sólida al explorar la anatomía y función del sistema nervioso. Descubrirás cómo este intrincado sistema se organiza y cómo interactúa con los músculos, generando la compleja red de movimientos y sensaciones que experimentamos.

El segundo capítulo se adentra en el complejo mundo del dolor, con especial atención al dolor neuropático. Entenderás las diversas causas y características de este tipo de dolor, lo que te permitirá identificar y tratar de manera más efectiva a tus pacientes.

Finalmente, el tercer capítulo te ofrece una guía práctica para abordar las neuropatías periféricas más comunes que afectan a las extremidades. Aprenderás a aplicar las técnicas de movilización neurodinámica de forma segura y eficaz para aliviar los síntomas y mejorar la calidad de vida de tus pacientes.

Este libro está diseñado para profesionales de la rehabilitación física. Esperamos que disfrutes de su contenido y que te inspire a brindar una atención de mayor calidad a tus pacientes.

Prof. Msc. David Marcelo Guevara Hernandez

CAPITULO 01

Sistema nervioso

Sistema nervioso

El sistema nervioso es una de las estructuras más complejas y esenciales del cuerpo humano, encargada de la transmisión de señales entre el cerebro y diversas partes del organismo. Se divide en dos componentes principales: el sistema nervioso central, que incluye el cerebro y la médula espinal, y el sistema nervioso periférico, que abarca todos los nervios que se extienden desde la médula espinal a lo largo del cuerpo. Esta organización permite que el sistema nervioso controle una amplia gama de funciones vitales, desde los movimientos voluntarios hasta los procesos involuntarios que regulan la vida diaria (Thau et al., 2024).

La unidad funcional básica del sistema nervioso es la neurona. Con aproximadamente 100 mil millones de neuronas en el cerebro humano, estas células especializadas son fundamentales para la comunicación dentro del sistema nervioso. Cada neurona está compuesta por un cuerpo celular que alberga el núcleo, además de extensiones llamadas axones y dendritas. Los axones se agrupan para formar nervios que se proyectan a través del cuerpo, permitiendo que las neuronas se conecten y transmitan información incluso a largas distancias (Mavroeidi & Xilouri, 2021).

Existen varios tipos de neuronas, cada una con funciones específicas. Las neuronas motoras son responsables de transmitir señales desde el cerebro hacia los músculos, facilitando así el movimiento. Por otro lado, las neuronas sensitivas detectan estímulos como luz, sonido y temperatura, enviando esta información al cerebro para su procesamiento. En base a sus dendritas y axones las neuronas también pueden ser, unipolares, bipolares y multipolares, mediante los cuales se genera una distribución no uniforme en el sistema nervioso. La transmisión de mensajes entre neuronas ocurre mediante un proceso electroquímico. Cuando una neurona envía un mensaje a otra, genera una señal eléctrica a lo largo de su axón. Al llegar al extremo del axón, esta señal se convierte en una señal química a través de neurotransmisores, que son liberados

en la sinapsis el espacio entre dos neuronas permitiendo así que la señal se pase a la dendrita de la siguiente neurona.

Este ciclo de conversión entre señales eléctricas y químicas es fundamental para la comunicación neuronal (M. Wang et al., 2022). Además de las neuronas, el sistema nervioso también incluye células gliales que proporcionan un soporte estructural a las neuronas, ayudando a mantener su forma y organización dentro del tejido del sistema nervioso. Este soporte es vital, ya que las neuronas son células altamente especializadas y requieren un entorno adecuado para operar de manera efectiva. Las células de la glía mantienen el funcionamiento neuronal, protege las funciones vitales de las neuronas, facilita la transmisión rápida de los impulsos eléctricos y repara los daños neuronales gracias a los procesos realizados por los astrocitos (Jäkel & Dimou, 2017).

Sobre la creación de la mielina, las células gliales toman importancia esto debido a que los oligodendrocitos producen la vaina de mielina que aísla a la mayoría de los axones entre sí. La mielina actúa como un aislante eléctrico, permitiendo que los impulsos nerviosos se transmitan a una velocidad mucho mayor. Esto es fundamental para la comunicación rápida entre diferentes partes del cuerpo y el cerebro, lo que permite respuestas inmediatas a estímulos externos (White & Krämer-Albers, 2014).

Además, las células gliales juegan un papel crítico en la reparación de daños en las neuronas, cuando ocurre una lesión en el tejido nervioso, estas células se activan para ayudar a restaurar la función neuronal. Pueden eliminar restos celulares y contribuir a la regeneración del tejido dañado, asegurando que el sistema nervioso pueda recuperarse y funcionar correctamente tras un daño. De igual forma, las células gliales regulan el ambiente químico en el que operan las neuronas, controlando niveles de neurotransmisores y otros elementos esenciales para la comunicación neuronal. Esto asegura un equilibrio adecuado que es necesario para que las señales eléctricas se transmitan sin interrupciones (De Nuccio et al., 2023).

En conjunto, las redes complejas formadas por neuronas y células gliales permiten al cerebro coordinar funciones corporales esenciales, regular emociones y llevar a cabo procesos cognitivos como el pensamiento y la

conducta. La interconexión entre diferentes áreas del cerebro asegura que todas estas funciones trabajan armónicamente. Cada red neuronal está compuesta por miles de neuronas interconectadas que se activan en patrones específicos para realizar tareas particulares. Por ejemplo, cuando experimentamos una emoción como la alegría, diversas áreas del cerebro se activan simultáneamente, involucrando tanto estructuras que procesan información sensorial como aquellas que gestionan respuestas emocionales. Esta colaboración entre diferentes regiones permite una experiencia emocional rica y matizada (Snell, 2009).

Además, la plasticidad cerebral, que es la capacidad del cerebro para reorganizarse y adaptarse a nuevas experiencias, depende en gran medida de estas redes neuronales. Las conexiones entre neuronas pueden fortalecerse o debilitarse con el tiempo, lo que permite al cerebro aprender y adaptarse a las demandas cambiantes del entorno. Este proceso de adaptación es crucial para el aprendizaje y el desarrollo personal (Martinez-Morga & Martinez, 2017).

Las células gliales también juegan un papel importante en este contexto. Al regular el ambiente químico en el que operan las neuronas y al facilitar la eliminación de desechos metabólicos, contribuyen a mantener un entorno óptimo para la actividad neuronal. Esto no solo mejora la eficiencia de la comunicación entre neuronas, sino que también protege al cerebro contra posibles daños (Peng et al., 2022).

Por último, la interconexión y coordinación entre diferentes áreas del cerebro son esenciales para llevar a cabo tareas complejas que requieren múltiples habilidades. Por ejemplo, al resolver un problema matemático, se activan áreas responsables del razonamiento lógico, así como aquellas involucradas en la memoria y el pensamiento crítico. Esta colaboración multidimensional permite que el cerebro funcione como una unidad cohesiva, integrando diversas formas de información para generar respuestas adecuadas a situaciones diversas (Snell, 2009).

1.1. Sistema Nervioso Central

El tronco del encéfalo consta de tres partes: bulbo raquídeo, puente y mesencéfalo. Diez de los doce nervios craneales surgen del tronco del encéfalo: El bulbo raquídeo es la región del encéfalo que conecta con la médula espinal, formando la porción inferior del tronco encefálico. En esta estructura se encuentran fascículos sensoriales y motores que facilitan la comunicación entre la médula espinal y el encéfalo. Contiene núcleos asociados con cinco pares craneales: el nervio vestibulococlear (VIII), el nervio glosofaríngeo (IX), el nervio vago (X), el nervio espinal (XI) y el nervio hipogloso (XII), que procesan información sensorial o generan impulsos motores (Thau et al., 2024).

La protuberancia está ubicada sobre el bulbo raquídeo, contiene núcleos y fascículos tanto sensoriales como motores. Participa en la regulación de la respiración y está asociada con los nervios craneales: trigémino (V), motor ocular externo (VI), facial (VII) y vestibulococlear (VIII).

El mesencéfalo, situado entre la protuberancia y el diencéfalo, también contiene núcleos y fascículos, destacándose la sustancia negra y los núcleos rojos, que regulan de forma subconsciente la actividad muscular. Alberga el acueducto de Silvio, que conecta el tercer y cuarto ventrículo, y está relacionado con los nervios motor ocular común (III) y patético (IV) (Khan & Lui, 2024).

El tronco del encéfalo incluye la formación reticular, una red de sustancia gris y blanca que mantiene la conciencia y regula el despertar, extendiéndose desde la médula espinal hasta el diencéfalo (Ganapathy et al., 2024).

El cerebelo, localizado en la parte posterior de la cavidad craneal, detrás del bulbo y la protuberancia, coordina los movimientos, la postura y el equilibrio. Está compuesto por hemisferios cerebelosos conectados por el vermis, con una corteza de sustancia gris externa y núcleos internos en la sustancia blanca. Además, evalúa la ejecución de movimientos y envía retroalimentación para corregirlos si es necesario (Lara-Aparicio et al., 2022).

El diencéfalo, entre el tronco encefálico y el cerebro, incluye:

Tálamo: El tálamo es una estructura cerebral clave que actúa como una central de comunicaciones. Recibe y procesa casi toda la información sensorial y motora

que llega al cerebro, antes de enviarla a las áreas correspondientes. Es fundamental para nuestras sensaciones, movimientos y funciones cognitivas.

Hipotálamo: Ubicado debajo del tálamo, regula la homeostasis y múltiples funciones corporales mediante más de doce núcleos especializados (Torrico & Munakomi, 2024).

En conjunto, estas estructuras desempeñan funciones esenciales en el control sensorial, motor, cognitivo y en el mantenimiento de la homeostasis.

El cerebro, la mayor parte del encéfalo, se apoya en el diencéfalo y el tronco del encéfalo. Está compuesto por la corteza cerebral (sustancia gris superficial), la sustancia blanca (debajo de la corteza) y los núcleos estriados (dentro de la sustancia blanca). Es el centro de la inteligencia humana, permitiendo actividades como leer, escribir, hablar, planificar y crear La superficie de la corteza presenta circunvoluciones (pliegues), cisuras (depresiones profundas) y surcos (depresiones menos marcadas). La hendidura interhemisférica divide el cerebro en dos hemisferios, cada uno con cuatro lóbulos principales: frontal, parietal, temporal y occipital. La cisura de Rolando separa los lóbulos frontal y parietal; cerca de esta se ubican el área motora primaria (circunvolución prerrolándica) y el área somatosensorial (circunvolución postrolándica). Otras cisuras destacadas son la de Silvio, que separa los lóbulos frontal y temporal, y la cisura calcarina, en el lóbulo occipital (Crossman & Neary, 2019).

La sustancia blanca está formada por axones mielínicos organizados en fascículos que conectan diferentes áreas del cerebro, los hemisferios (a través del cuerpo calloso) y el cerebro con otras regiones del sistema nervioso (Ganapathy et al., 2024).

El cuerpo estriado, se encuentra dentro de la sustancia blanca, incluyen el caudado, el putamen y el pálido. Junto con el tálamo, forman los ganglios basales, involucrados en el control de funciones motoras. Estas estructuras interactúan con la corteza cerebral, el hipotálamo y núcleos del tronco encefálico, regulando actividades motoras y coordinando movimientos.

La médula espinal, ubicada dentro del conducto raquídeo de la columna vertebral, está protegida por los agujeros vertebrales. Es una estructura cilíndrica

que se extiende desde el bulbo raquídeo hasta la segunda vértebra lumbar, terminando en el cono medular y seguido por la cola de caballo (raíces nerviosas lumbares y sacras) (Anjum et al., 2020).

Se divide en 31 segmentos espinales, de los cuales emergen pares de nervios espinales que conectan con la médula a través de raíces:

Raíz dorsal: Contiene fibras sensoriales y un ganglio con los cuerpos de las neuronas sensitivas, que llevan información al sistema nervioso central. Raíz ventral: Compuesta por axones motores que envían impulsos hacia los órganos y células efectoras. La médula espinal posee sustancia gris (central, con forma de "H") y sustancia blanca (externa): Sustancia gris: Forma astas anteriores (neuronas motoras), posteriores (núcleos sensoriales) y laterales (neuronas autónomas). Sustancia blanca: Organizada en cordones que contienen fibras ascendentes (sensoriales) y descendentes (motoras) (No et al., 2019).

El sistema nervioso central está cubierto por tres capas protectoras denominadas meninges:

Duramadre: Externa, separa estructuras cerebrales mediante la hoz del cerebro y la tienda del cerebelo.

Aracnoides: Capa intermedia, formada por tejido avascular con fibras elásticas y colágeno, separada de la duramadre por el espacio subdural.

Piamadre: Capa interna que contiene líquido cefalorraquídeo

El líquido cefalorraquídeo (LCR), un líquido transparente producido en los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales protege el sistema nervioso central de impactos, transporta nutrientes y elimina desechos (Shahan et al., 2021).

1.2. Sistema Nervioso Periférico

Se constituye por terminaciones nervosas, sensitivas o motoras, troncos nerviosos, plexos, ganglios, que relacionan a este sistema con otras partes del cuerpo, sus neuronas son aferentes o eferentes si se lo relaciona con el sistema nervioso central. Los ganglios son cúmulos de células nerviosas situados fuera del sistema nervioso central. Se diferencian en: ganglios espinales que conectan

con las raíces posteriores de los nervios espinales cerca de los agujeros intervertebrales y ganglios craneales los cuales poseen funciones y estructura similares a los espinales (Reinhold & Rittner, 2017).

Las terminaciones nerviosas de este sistema se forman por receptores de tipo sensitivo, lo cual ayuda en la rápida detección de modificaciones tanto en el medio interno como externo, al tener terminaciones de tipo aferente se permite controlar la contracción de los músculos y la actividad de las glándulas secretoras. Los nervios periféricos son los nervios craneales y los espinales, formados por fibras nerviosas, mayormente mielinizadas (Modrak et al., 2020).

- **Nervios craneales:** Las fibras se agrupan directamente en el encéfalo para formar los nervios.
- **Nervios espinales:** Se originan de la unión de dos raíces: Raíz anterior (ventral): Motora y la raíz posterior (dorsal): sensorial.

Los nervios suelen acompañar a vasos sanguíneos, formando paquetes vasculonerviosos. Emiten ramas:

- **Colaterales:** Se dirigen a diferentes zonas.
- **Terminales:** Dividen el nervio en su destino.
- **Anastomóticas:** Conectan nervios diferentes

Los nervios están organizados en fascículos y recubiertos por tejido conectivo, de la siguiente forma:

- Epinervio: envolviendo todo el nervio, contiene vasos sanguíneos
- Perinervio: envuelve todo el nervio y contiene vasos sanguíneos y linfáticos.
- Endonervio: Cubre los fascículos primarios.

1.3. Fibras Nerviosas

- **Mielinizadas:** Entre 1 y 20 micras de diámetro.
- **Amielínicas:** Menos de 1 micra.

Las terminaciones nerviosas pueden ser aferentes o eferentes, donde las primeras responden a un estímulo mecánico, térmico o químico., las eferentes inervan el músculo o las células secretoras y bajo el control del sistema nervioso

central influyen en la contracción muscular. Las terminaciones nerviosas que inducen movimiento se denominan motoras. Las terminaciones sensitivas generales serán tres: exterorreceptores, interorreceptores, propiorreceptores.

Cuando nos referimos a los nervios periféricos, hacemos alusión a los troncos y ramos nerviosos por fuera del sistema nervioso central, es una vía de comunicación por la cual el encéfalo se comunica con la médula espinal.

Los plexos son redes formadas por las ramas anteriores de los nervios espinales, donde se intercambian fibras que luego se distribuyen hacia zonas específicas del cuerpo. Los plexos permiten una distribución eficiente de fibras nerviosas desde múltiples niveles espinales hacia áreas periféricas del cuerpo (Crossman & Neary, 2019).

Plexo cervical (C1-C4): Inerva la cabeza, cuello, hombros y diafragma.

- **Plexo braquial (C5-T1):** Proporciona inervación a los hombros y extremidades superiores. Nervios principales: axilar, musculocutáneo, radial, mediano y cubital.
- **Plexo lumbosacro:** Inervan las extremidades inferiores y la pelvis.
- **Plexo lumbar (L1-L3):** Origina nervios obturador y femoral.
- **Plexo sacro (L4-S4):** Da lugar a nervios como el ciático, tibial, peroneo común, glúteos, pudendo y perineales.

El sistema nervioso cuenta con una división funcional para identificar y coordinar las actividades del cuerpo y permitiendo una comprensión más clara de los procesos que tienen lugar en el organismo, esta división da lugar al sistema nervioso somático y al sistema nervioso autónomo (Wavreille et al., 2011).

1.4. Sistema Nervioso Somático

Hace referencia al control voluntario, es responsable de la percepción consciente del entorno y las respuestas voluntarias a dicha percepción mediante los músculos esqueléticos. Las funciones que ejerce el SNS son realizadas a través de receptores, encargados de enviar las señales captadas a los centros superiores donde se procesa y emite las respectivas órdenes de acción de acuerdo con el tipo de estímulo recibido y a la musculatura de la zona estimulada.

Los principales componentes del SNS son los 12 pares craneales que albergan nervios sensitivos, motores y mixtos, entre los que se encuentran:

- Nervio Olfatorio. Relacionado con el sentido del olfato, detecta y transmite las señales de olores al cerebro.
- Nervio Óptico. Juega un papel importante para la visión, transmite información desde la retina al cerebro.
- Nervio Motor Ocular Común. Encargado del control de los movimientos que realizan los músculos oculares.
- Nervio Patético. Movimientos oculares de manera especial del músculo oblicuo superior.
- Nervio Trigémino. Nervio mixto con funciones sensitiva y motora, controla la sensación en la cara y la mandíbula, pero a la par participa en el habla y al comer.
- Nervio Abducens. Permite el control de los movimientos oculares, de manera especial la rotación.
- Nervio Facial. Participa en la expresión facial, la producción de lágrimas e interviene en la percepción del gusto puntualmente en la parte anterior de la lengua.
- Nervio Vestibulococlear. Conformado por dos partes una vestibular encargada del equilibrio y la orientación y una coclear relacionada con la audición.
- Nervio Glosofaríngeo. Se hace participe en la deglución, la sensación en la garganta y la percepción del gusto únicamente en la parte posterior de la lengua.
- Nervio Vago. Involucrado en la comunicación entre el cerebro y el tracto gastrointestinal.
- Nervio Accesorio. Encargado del control de los movimientos de los músculos del cuello y los hombros.
- Nervio Hipogloso. Desempeña un papel importante en la motricidad de la lengua (Crossman & Neary, 2019).

Los nervios espinales a la par forman parte del sistema nervioso sensorial y se cuenta con 31 pares de nervios espinales, presentando una subclasificación, con

8 nervios cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y un coccígeo, dichos nervios destacan debido a que son los encargados de mantener una conexión entre los órganos y el tejido muscular con la médula espinal, permitiendo que las señales y estímulos sin importar su lugar de origen lleguen hasta los centros superiores.

1.5. Sistema Nervioso Autónomo

El sistema nervioso autónomo (SNA) inerva órganos internos, vasos sanguíneos y glándulas, regulando funciones viscerales involuntarias esenciales para la homeostasis. A través de sus divisiones simpática y parasimpática, el SNA ejerce efectos antagónicos sobre los órganos, permitiendo una respuesta adaptativa a los estímulos internos y externos. El sistema simpático promueve respuestas de 'lucha o huida', mientras que el parasimpático favorece el reposo y la digestión. Entre las funciones del SNA destacan el control de la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la motilidad gastrointestinal, la sudoración y la pupila (Krebs et al., 2018).

Una vía que sigue el SNA comprende dos neuronas, una localizada en el troncoencéfalo o en la médula espinal y mediante fibras nerviosas se conecta a la otra neurona, la cual se encuentra en un agrupamiento de neuronas y se le denomina ganglio autónomo, las fibras nerviosas de dichos ganglios conectan con los órganos internos. Es importante el hacer mención de que los ganglios del sistema simpático se encuentran localizados fuera de la médula espinal a sus lados, mientras que, los ganglios del sistema parasimpático se encuentran cerca o en interior de los órganos con los que van a conectar.

Entre las diferencias principales de ambos sistemas se conoce que el sistema simpático prepara al organismo para situaciones estresantes o de emergencia, siendo un sistema de lucha o huida presentando un aumento en la frecuencia cardíaca, dilata las vías respiratorias, libera energía almacenada, aumenta la fuerza muscular y presenta cambios fisiológicos como sudoración en las palmas de las manos y dilatación de las pupilas, pero a la vez transforma a los procesos corporales menos importantes haciendo de ellos procesos más lentos como en el caso de la digestión y la micción. Al hablar del sistema parasimpático se puede

identificar que es el encargado del control de procesos corporales en la cotidianidad, se centra en conservar y restaurar al organismo, los cambios que produce son una disminución de la frecuencia cardíaca y presión arterial, estimula al tubo digestivo para procesar alimentos y eliminar residuos. La energía obtenida de la transformación de los alimentos se usa para restaurar y formar tejidos.

Dentro de los receptores del sistema nervioso autónomo se encuentran los receptores colinérgicos que son proteínas presentes en la superficie celular que responden a la acetilcolina, un neurotransmisor que se encarga de la transmisión de impulsos nerviosos, se identifican dos tipos de receptores colinérgicos los muscarínicos que son células efectoras del sistema nervioso parasimpático, como el corazón, músculo liso y los nicotínicos quienes se activan a la acetilcolina, se halla en los músculos esqueléticos y en otras células no neuronales. Los receptores adrenérgicos son proteínas que se encuentran presentes en la superficie celular y responden a las catecolaminas, como la noradrenalina y la adrenalina. Son componentes clave del sistema nervioso simpático, el cual controla las respuestas de "lucha o huida" del organismo y presentan una subclasificación en la que se encuentran los receptores alfa (α) que más sensibles a la noradrenalina y se subdividen en α1 y α2 y receptores beta (β) más sensibles al isoproterenol y se subdividen en β1, β2 y β3. Finalmente, los receptores dopaminérgicos (DA) responden específicamente a la dopamina predominantemente encontrados en el cerebro, pero a la vez se encuentran en vasos sanguíneos y neuronas del sistema nervioso simpático. Se dividen en dos tipos: DA1, que estimula la producción de AMPc al activar proteínas G estimuladoras, y DA2, que inhibe la producción de AMPc a través de proteínas G inhibitorias (Krebs et al., 2018).

1.6. Principales neuropatías de la extremidad superior

1.6.1. Nervio Mediano

El nervio mediano, un componente clave del plexo braquial, inicia su recorrido en la parte superior del brazo, específicamente en la región axilar. Desciende a lo largo del brazo, pasando anterior al bíceps braquial, y continúa por el

antebrazo, siguiendo el compartimento anterior. Finalmente, ingresa a la muñeca y mano a través del túnel carpiano, ubicándose superficial al retináculo flexor. Su función principal consiste en inervar los músculos flexores del antebrazo, otorgando así movilidad y sensibilidad a esta región (Soubeyrand et al., 2020).

Figura 1

Nervio mediano

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

1.6.1.1. Síndrome del Túnel Carpiano

Es una neuropatía bastante frecuente la cual se produce por la compresión del nervio mediano a nivel de la muñeca, típicamente manifestada por disestesias, parestesias nocturnas, debilidad y atrofia en casos avanzados. A menudo se asocia a actividades repetitivas y posturas mantenidas como el uso prolongado del teclado o herramientas manuales (Padua et al., 2016).

Neuropatía del Pronador Redondo

Se refiere a la compresión del nervio mediano a la altura del músculo pronador redondo que está ubicado en la parte proximal del antebrazo. Sus principales causas se remontan a los movimientos repetitivos de pronosupinación ya sea en actividades laborales o deportivas, también se asocia a fracturas del radio o cúbito (Dididze et al., 2024).

1.6.1.2. Neuropatía Supracondílea

Es una condición que se produce por la compresión del nervio mediano en una zona específica del codo, en el área supracondílea o en su trayecto debajo de la

aponeurosis bicipital. Sus causas incluyen el ligamento de Struthers, fracturas supracondíleas del húmero, también pueden ser por espolones óseos o calcificaciones. Otra causa es el uso excesivo de herramientas que ejercen presión sobre el codo (Shon et al., 2018).

1.6.1.3. Nervio Cubital

El nervio cubital, un componente clave del plexo braquial, inicia su trayecto en la parte superior del brazo, en la región axilar. Desciende medialmente por el brazo y al llegar al codo, se introduce en el surco del nervio cubital, una especie de canal óseo. Continúa su recorrido hacia la muñeca y la mano, pasando por el canal de Guyón, ubicado entre los huesos pisiforme y ganchoso. Este nervio desempeña un papel fundamental tanto en el movimiento como en la sensibilidad de la mano, especialmente en el dedo meñique y la mitad del anular (Daza et al., 2025).

Figura 2

Nervio cubital

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

1.6.1.4. Síndrome del Túnel Cubital

Es la segunda neuropatía más común de la extremidad superior. La compresión del nervio cubital ocurre a nivel del codo, provocando entumecimiento, hormigueo en el cuarto y quinto dedo, y en casos avanzados, debilidad de la mano y atrofia muscular. Actividades que implican flexión prolongada del codo suelen exacerbar los síntomas (Bauknight et al., 2024).

Síndrome del Canal de Guyón

Se trata de la compresión del nervio cubital a nivel del canal de Guyón, que se encuentra situado en la muñeca, entre el hueso pisiforme y el gancho del hueso ganchoso, formado por los ligamentos transverso del carpo, carpianos, y el músculo oponente del quinto dedo. Sus causas son movimientos repetitivos de la muñeca, presión prolongada en la región de la palma y lesiones o fracturas del hueso pisiforme (Zied et al., 2024).

Neuropatía de la Axila

Lesión del nervio cubital en la región proximal antes de llegar al codo, sus causas son traumatismos directos en el brazo o en la axila, compresión prolongada como el uso de muletas.

1.6.2. Nervio Radial

El nervio radial, una rama del plexo braquial, desempeña un papel crucial en la movilidad y sensibilidad de la extremidad superior. Su lesión puede provocar debilidad en los músculos extensores, dificultad para extender el codo y la muñeca, y pérdida de sensibilidad en el dorso de la mano. La compresión o daño del nervio radial puede ocurrir por diversas causas, como fracturas, traumatismos o el uso prolongado de muletas (Glover et al., 2023).

Figura 3
Nervio radial

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

1.6.2.1. Síndrome del túnel radial

La compresión del nervio radial a nivel del túnel radial, aunque menos frecuente que otras neuropatías compresivas, puede manifestarse con dolor en la cara lateral del codo y antebrazo, debilidad en la extensión de la muñeca y dedos, y ocasionalmente atrofia de los músculos extensores. La predominancia de síntomas motores se explica por la mayor afectación de las fibras motoras del nervio en este punto (Shamrock & Das, 2023).

Neuropraxia del nervio radial

Compresión prolongada del nervio radial en el surco espiral del húmero, se puede evidenciar un patrón de debilidad, caída de muñeca, pulgar, y los dedos, su recuperación puede darse a partir de los seis meses, esto debido al bloqueo de la conducción a lo largo del segmento comprimido, sucede por posarse la parte superior del brazo contra un objeto afilado o contundente (Kesserwani, 2021).

1.6.2.2. Síndrome de Wartenberg

Compresión o irritación de la rama sensitiva superficial del nervio radial en el dorso de la mano. Sus causas son el uso de relojes o pulseras ajustadas, compresión prolongada por férulas o dispositivos ortopédicos y traumatismos directos en el tercio distal de la mano (Mancheno Abdo et al., 2011).

1.7. Principales neuropatías de la extremidad inferior

1.7.1. Nervio Ciático

El nervio ciático está formado por las raíces L4 a S2, que después de unirse en el plexo lumbosacral, originan el nervio ciático propiamente dicho, con sus divisiones peroneales y tibiales. Aunque también pueden verse afectadas las raíces superiores que contribuyen a otras estructuras neuronales como el nervio femoral, la zona de lesión más frecuente es el área de los orificios laterales de los niveles L4-5, L5-S1 y menos frecuentemente L3-4 del disco lumbar (Giuffre et al., 2023).

Figura 4

Nervio ciático

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo.

Causas:

Las principales razones por las que se afecta el nervio ciático son:

- **Hernia discal lumbar:** Cuando un disco de la columna lumbar se desplaza o se rompe, puede presionar las raíces L5 y S1. Este material del disco puede causar inflamación y empeorar la compresión, provocando dolor
- **Estenosis espinal:** Cuando el canal espinal se estrecha, puede presionar las raíces del nervio ciático, lo que produce dolor en la espalda baja y otras molestias. Esto también puede reducir el flujo sanguíneo a las raíces nerviosas, causando más dolor.
- **Síndrome piriforme:** El nervio ciático puede quedar comprimido por el músculo piriforme, sobre todo cuando está inflamado o tiene espasmos. Esto causa dolor en los glúteos y en la pierna.
- **Traumatismos y fracturas:** Lesiones en la pelvis o el fémur, golpes fuertes en los glúteos o accidentes que afectan la zona sacra o pélvica pueden dañar el nervio, causando dolor y otros problemas.
- **Tumores e infecciones:** Tumores o abscesos en la columna vertebral o la pelvis también pueden presionar el nervio, lo que genera dolores y otros síntomas (Savastano et al., 2014).

Cuando el nervio ciático se ve comprimido, inflamado o irritado, se interrumpe la transmisión de señales nerviosas, lo que afecta tanto los sentidos como el

movimiento. Los síntomas y signos principales de una enfermedad aguda por hernia discal intervertebral son dolor, alteraciones sensoriales o paresia en la distribución de una o más raíces lumbosacras. Sin embargo, no todos los casos presentan un dolor radicular clásico en toda la extensión del dermatoma correspondiente (ej. radiculopatía con solo dolor en la parte posterior del muslo).

1.7.2. Nervio Femoral

El nervio femoral es esencial para la función de la extremidad inferior. Sus ramas motoras permiten la extensión de la rodilla, fundamental para la marcha y la postura. Las ramas sensitivas proporcionan información sensorial de una gran área de la pierna. La lesión del nervio femoral puede causar debilidad muscular, pérdida de sensibilidad y dificultad para caminar (Huang et al., 2021).

Figura 5

Nervio Femoral

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo.

1.7.3. Ramas Motoras

ncluyen el nervio al pectíneo y el nervio al sartorio, que inervan los músculos flexores de la cadera, como el pectíneo e ilíaco, y el sartorio, así como los músculos extensores de la rodilla, entre ellos el cuádriceps femoral (X. Wang et al., 2017).

1.7.4. Ramas Sensoriales

Estas incluyen el nervio cutáneo femoral medial y el nervio safeno, que es la rama terminal del nervio femoral. Estas ramas proporcionan sensibilidad a la piel en el muslo antero medial y en los lados medial de la pierna y el pie. La

neuropatía femoral se manifiesta típicamente con dolor inguinal, que suele aliviarse parcialmente con la flexión y rotación externa de la cadera. Además, son comunes las alteraciones sensoriales como disestesias y parestesias en la cara anteromedial del muslo y pierna. La debilidad del cuádriceps, manifestada como dificultad para extender la rodilla, es otro síntoma característico. La afectación del nervio safeno, rama del femoral, puede provocar pérdida de sensibilidad en la rodilla y parte medial de la pierna.

1.8. Nervio Tibial

El nervio tibial también conocido como ciático poplíteo interno al ser uno de los ramos terminales del nervio ciático (L4-S3). Inicia su recorrido descendiendo desde la fosa poplítea hasta llegar a la zona posterior de la pierna, se desliza por debajo de las cabezas fibular y tibial del músculo sóleo y sigue su recorrido vertical a lo largo de la capa profunda del compartimento posterior de la pierna, acompañando a los vasos tibiales posteriores mientras provee inervación a los músculos circundantes. El nervio tibial emerge del compartimento posterior de la pierna junto a la articulación talocrural, pasa por detrás del maléolo medial y se adentra en la planta del pie, donde se encarga de la inervación de la mayoría de los músculos intrínsecos y de la piel (Desai & Cohen-Levy, 2023).

Figura 6
Nervio Tibial

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

1.8.1. Síndrome del Túnel del Tarso

El síndrome del túnel tarsiano se produce por la compresión del nervio tibial posterior en sus ramas, dando lugar a una neuropatía periférica. El túnel tarsiano o del tarso es un pequeño espacio osteofibroso ubicado en la región posteromedial del tobillo, mide alrededor de 2.5 a 3.0 cm de ancho, en donde alberga estructuras importantes principalmente la porción final del nervio tibial, el tendón del tibial posterior, el flexor largo de los dedos, tendón del flexor propio del primer dedo, así como la arteria tibial posterior con sus venas correspondientes (Choo et al., 2020).

El nervio tibial es esencial para la deambulación y el equilibrio. Sus ramas motoras permiten la flexión plantar del tobillo y la flexión de los dedos del pie. La lesión del nervio tibial puede causar debilidad en estos movimientos, dificultad para caminar y pérdida de sensibilidad en la planta del pie. Condiciones como el síndrome del túnel tarsal pueden comprimir el nervio tibial, provocando dolor, entumecimiento y hormigueo en el pie. Se estima que, a unos 15 cm por encima del tobillo, la estructura se vuelve más superficial al pasar por el lado interno del tendón de Aquiles. Después continúa su trayectoria por debajo del retináculo medial del tobillo, el cual funciona como el tope del túnel tarsal. En el nivel del túnel del tarso se producen divisiones en nervios plantares, uno hacia el lado medial y otro hacia el lateral, además de la rama medial calcánea. La rama plantar medial del nervio tibial, más profunda, discurre entre el abductor del hallux y el flexor corto de los dedos. La rama plantar lateral, más superficial, se divide en un ramo superficial y otro profundo. El ramo superficial inerva la piel de la mitad lateral de la planta del pie y los dos dedos laterales. El ramo profundo inerva los músculos intrínsecos de la planta y proporciona inervación motora a los dedos (Chang, 2018).

La compresión del nervio tibial puede ocurrir debido a varias causas externas, como secuelas de fracturas anteriores, lesiones directas o repetidas en la parte posterior del pie, esguinces recurrentes de tobillo (presentes en el 17 al 43% de los casos), artritis reumatoide (10%), espondilitis anquilosante, sobrepeso, valgo del tobillo o pie plano valgo, entre otras posibles causas. Mientras que dentro de las causas intrínsecas se pueden incluir lesiones que reduzcan el espacio donde

se halla el nervio tibial posterior, tales como gangliones, neurofibromas u otros tipos de tumores nerviosos (8%), así como problemas en las venas tibiales (17%), fibrosis perineural, lipomas, tendones o músculos adicionales como el abductor del primer dedo, entre otros (Drăghici et al., 2024).

El síndrome de compresión del túnel tarsiano, sin importar su causa, puede llevar a problemas de circulación venosa al generar una congestión inicial que agranda las venas, aumentando así la presión en el túnel, como consecuencia, se produce anoxia generando fibrosis entre las fascias y, en casos severos, llegando a dañar los nervios, siendo más común en situaciones de estancamiento venoso, como durante el reposo nocturno.

Presentación Clínica. La presentación clínica típica del síndrome del túnel tarsiano se caracteriza por un dolor agudo en la región interna y posterior del tobillo, que aumenta durante el apoyo plantar al caminar y puede dificultar la movilidad generando una marcha antiálgica; además, el dolor puede irradiarse hacia la planta del pie, a menudo siendo malinterpretado como una fascitis plantar. También se manifiestan disestesias mediales no necesariamente dolorosas que provocan una disminución generalizada en la sensibilidad si se comprimen ambas ramas plantares o selectiva si se refiere sólo a una de ellas.

En caso de que la afectación se localice en la rama lateral se manifiesta hipoestesia en la zona plantar del quinto y la mitad lateral del cuarto. Mientras que si la afectación se localiza en la rama medial la hipoestesia se hará evidente en la mitad medial del cuarto dedo y la zona plantar del primero al tercero. En esta sección el fenómeno de Valleix se considera relevante al percibir la sensación de hormigueo irradiado y entumecimiento presente en un tercio de los casos. Por otro lado, los síntomas también pueden empeorar con la eversión forzada y la dorsiflexión del pie. Pocas veces el dolor se extiende hacia el muslo. La debilidad se presenta inicialmente en el abductor del primer dedo y luego afecta al flexor corto de los dedos, lo que conduce al desarrollo de la atrofia muscular. Las alteraciones tróficas, como la reducción de la sudoración, suele manifestarse en una etapa posterior (Drăghici et al., 2023).

Etiología de Compresión. Generalmente, es poco común en la región de la pierna; no obstante, si hay presión en el hueco poplíteo, puede ser causada por

un quiste de Baker, aneurisma poplíteo, compresión por ganglios o cualquier lesión ocupativa, cuando se encuentra distal al túnel tarsal en las ramas nerviosas plantares.

1.9. Nervio Plantar Medial

La neuropatía por compresión del nervio plantar medial, o 'pie de corredor', es una afección común en atletas que involucra la compresión del nervio en su paso por el arco osteofibroso del pie. Si bien esta es la causa más frecuente, otras condiciones como schwannomas malignos, quistes sinoviales o atrapamiento en el túnel del abductor del hallux pueden ocasionar esta compresión. Desde un punto de vista clínico, es común que el paciente experimente molestias en el arco del pie o en el talón interno, síntomas que a menudo son asociados erróneamente con una fascitis plantar. Puede haber dolor o signo de Tinel posterior a la tuberosidad del hueso navicular. Además, presenta entumecimiento en la parte interna del pie. La flexión de los dedos al ejercer resistencia no causa dolor y puede ayudar a distinguirla de una tenosinovitis (Brown, Pearce, Trescot, et al., 2016).

1.10. Nervio Plantar Lateral

La compresión del nervio plantar lateral es poco común, aunque puede manifestarse en corredores. El área de compresión más usual se halla en el punto en que el nervio cambia su dirección, dirigiéndose hacia el músculo abductor del primer dedo, sobre todo si este músculo presenta hipertrofia. Asimismo, es factible que se dé compresión por espolones calcáneos, llegando a afectar a un porcentaje del 10 al 15 de los individuos con fascitis plantar debido a la presencia de edema del flexor digital corto y de la fascia plantar en gimnastas se sugiere que sucede por traumas repetitivos. Desde un punto de vista clínico, se evidencia que el paciente experimenta una sensación de dolor quemante imprecisa en la parte interna del talón que se irradia hacia el costado externo del pie, además de una hipersensibilidad en la parte superior del talón interno, cerca del inicio de la fascia plantar (Brown, Pearce, Vanetti, et al., 2016).

1.11. Nervio Calcáneo Medial

Es el encargado de proporcionar sensibilidad al talón por medio de sus ramas, estas se dividen en anterior y posterior. Constituye el segundo nervio más frecuente relacionado con el dolor en la planta del pie de causa neuropática. La compresión del nervio calcáneo medial, se manifiesta en corredores y futbolistas donde existe una opresión entre el músculo abductor del hallux y el calcáneo, presentando un dolor persistente en el talón. Estos síntomas suelen ser tratados comúnmente como fascitis plantar. No obstante, durante la exploración física se detecta dolor al presionar la parte delantera y central del talón. La presión sobre el nervio puede ocasionar dolor y causar entumecimiento en la parte inferior del talón.

1.12. Nervio Peroneo

El nervio peroneo común se origina de las raíces L4 a S1 y proviene de la rama lateral del nervio ciático en la parte baja del muslo. Tras esta división, el nervio se desplaza a lo largo de la parte lateral y emite la rama cutánea lateral de la pantorrilla, la cual se encarga de proveer sensibilidad al tercio superior de la región anterolateral de la pierna. Posteriormente se desplaza lateralmente a través de un túnel osteofibroso a la altura del cuello del peroné, pasando por debajo del punto de inserción tendinosa del músculo peroneo largo y adentrándose entre las dos cabezas de dicho músculo (Pineda et al., 2014).

Figura 7
Nervio peroneo

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

Recorre de forma superficial el peroné, ubicándose aproximadamente a 1 o 2 cm distal a la cabeza de este hueso, antes de adentrarse en el compartimento anterior de la pierna, donde se divide en ramificaciones profundas y superficiales. La rama superficial discurre suavemente entre el hueso peroné y el músculo peroneo largo, proporcionando inervación a ambos músculos (Figura 7). En la unión entre el tercio medio y distal de la tibia, la fascia crural es atravesada por la bifurcación del nervio, este se divide en dos ramas cutáneas. Estas ramas proporcionan sensibilidad a la región anterolateral de la pierna, la parte superior del pie incluyendo los dedos del pie uno, dos y tres, además de la zona medial. La rama profunda se desplaza a través del septum intermuscular anterior y acompaña al paquete vascular anterior, pasando entre el tibial anterior y el extensor digital largo en la parte proximal, y entre el extensor largo del primer dedo en la parte distal. Ingresa en el pie desplazándose por debajo del ligamento cruciforme brindando sensibilidad a la piel entre el primer y segundo dedo, así como una rama medial al extensor digital corto (da Cunha et al., 2021).

1.12.1. Etiología

La neuropatía más frecuente en la extremidad inferior es la que afecta al nervio peroneo, siendo la compresión en la cabeza y cuello del peroné la más común en esta zona. En contraste con otras neuropatías compresivas, es la tercera en frecuencia, precedida solamente por el nervio mediano y el nervio cubital. Puede experimentar afectaciones por distintos motivos, como fracturas, hematomas, tumoraciones, compresión mecánica debida a posturas repetitivas, entre otras causas adicionales, es habitual observar este tipo de lesión en atletas. Existe la presencia de signos y síntomas característicos de esta afectación la más común comprende la falta de fuerza en la dorsiflexión del pie, poniendo en evidencia el pie en péndulo. Sin embargo, es fundamental reconocer que este signo puede presentarse en otras situaciones, como neuropatía del ciático, radiculopatía lumbar con afectación de L5, enfermedades generalizadas como esclerosis lateral amiotrófica, por mencionar algunas. Igualmente es posible identificar algunas zonas del nervio afectado con Hipoestesia (Forcada, 2019).

1.13. Nervio Peroneo Común

Etiología: en casos de dolor agudo en la cabeza del peroné, puede ser observado en individuos que han experimentado reciente pérdida de peso, pues se considera que esta disminución de la grasa subcutánea incrementa la probabilidad de compresión en esta área. Por tanto, se ha notificado en situaciones de pacientes sometidos a cirugía bariátrica. Asimismo, puede surgir debido a compresión directa por posicionamiento, uso de férulas o yesos, o como resultado de fractura en el cuello del peroné. La aparición puede ocurrir de manera iatrogénica después de una manipulación directa o incluso tras permanecer en la misma posición durante un tiempo prolongado con presión directa en esa zona. En situaciones crónicas es común observar esta afección en pacientes corredores o futbolistas. Sintomatología el paciente describe una sensación reducida en la parte superior del pie y entre los primeros dos dedos, junto con debilidad en el músculo tibial anterior, extensor largo del dedo gordo y los músculos peroneos (Anderson, 2016).

1.14. Nervio Peroneo Profundo

Descrito como túnel tarsal anterior, se trata de una condición en la que el nervio peroneo profundo se ve comprimido debajo del retináculo extensor. Causas posibles de la compresión incluyen lesiones ocupativas como osteofitos, fragmentos óseos, músculos hipertrofiados (como el extensor corto del primer dedo), ganglión y tumores. La hiperlaxitud ligamentaria también puede ser un factor desencadenante en pacientes con antecedentes de lesiones recurrentes en el tobillo. Asimismo, a través de acciones externas como golpes directos o lesiones repetitivas.

Síntomas: Los pacientes con síndrome del túnel tarsiano anterior suelen sentir un ardor intenso en la parte superior del pie, especialmente al caminar o correr. También pueden experimentar hormigueo entre el dedo gordo y el segundo dedo, y debilidad muscular especialmente del extensor corto de los dedos, que puede limitar la movilidad del pie. Los síntomas pueden ser sensitivos si existe dolor o motores cuando hay debilidad.

La presencia de ambas sintomatologías sugiere una lesión completa localizada proximal a la bifurcación de la rama motora y sensitiva, mientras que, en una lesión parcial, ésta tiene lugar después de la bifurcación en alguna de las dos ramas. La condición del pie caído (drop foot) es notable en fases avanzadas (Cobo Cervantes et al., 2016).

1.15. Nervio Peroneo Superficial

La neuropatía del peroneo superficial fue descrita en 1945 por Henry denominando esta condición como mono neuralgia del nervio peroneo. Es una afección poco frecuente y se caracteriza por presentar la compresión más a nivel distal que proximal. La causa habitualmente está vinculada con un trauma directo, un esguince de tobillo al generar una tracción, asimismo, en casos de hernias musculares o síndrome compartimental crónico, fracturas de peroné, tras procedimientos quirúrgicos, infiltraciones en el tobillo, hinchazón crónica y presencia de tumores.

Clínica: El paciente presenta dolor en la región anterolateral de la pierna y el dorso del pie, los cuales se intensifican con la actividad. Son escasos los casos en los que muestran algún tipo de alteración en la sensibilidad y durante la evaluación física, no se observan cambios en los reflejos osteotendinosos ni se evidencia debilidad muscular específica (Carolus et al., 2019).

1.15.1. Neuropatía Compresiva del Nervio Sural

El nervio sural, de naturaleza sensitiva, se origina de la unión del nervio sural medial, una rama del nervio tibial, y la rama comunicante peronea, que deriva del nervio peroneo común directamente o a través de su rama sural lateral. Después de avanzar entre las dos cabezas de los músculos gastrocnemios, lateral y medial, atraviesa la fascia en su tercio medio, para encontrarse con la vena safena menor y recibir la anastomosis de la rama comunicante peronea (Steele et al., 2021).

Figura 8

Nervio Sural

Nota: Imagen tomada del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo

Así, llega al extremo lateral del tendón calcáneo y se desprende una de sus ramificaciones principales, el nervio calcáneo lateral. Después de cruzar por detrás del maléolo y alcanzar la apófisis estiloides del quinto metatarsiano, se separa en dos ramas finales, una en el lado lateral y otra en el lado medial. La rama lateral que se extiende del nervio sural recibe el nombre de nervio cutáneo dorsal lateral, y da lugar al nervio digital dorsolateral del quinto dedo. Mientras que la rama medial, que no suele estar presente en todos los casos, se ubica en el cuarto espacio interóseo y da origen al nervio digital dorsomedial del quinto dedo y al nervio digital dorsolateral del cuarto dedo. El atrapamiento del nervio sural se percibe como un tipo poco común de atrapamiento neurológico. La zona más comúnmente afectada suele ser el costado del tobillo, ya sea por una lesión grave de ligamentos o por fracturas en el proceso posterolateral del astrágalo, en el calcáneo o en la base del quinto metatarsiano.

Puede ocurrir en cualquier punto a lo largo de su recorrido, se han mencionado otras posibles razones menos comunes de compresión, como un osteocondroma en el astrágalo, un quiste sinovial en la articulación calcaneocuboidea o en los tendones peroneos. Anatómicamente, en el tercio medio de la región posterior de la pierna, puede ocurrir la compresión del nervio sural al salir a través de la fascia sural. Durante la práctica deportiva, se experimenta un incremento en la presión dentro del compartimiento muscular posterior superficial, el aumento de presión en el compartimento junto con una aponeurosis sural más rígida o menos

flexible podría ser lo que propicia la compresión del nervio al salir a través de la fascia sural. Al ser un nervio que se encarga de llevar la información puramente sensitiva no refiere una sintomatología motora pues se caracteriza principalmente por presenta un dolor intenso y parestesias a lo largo del territorio de inervación en la cara externa del tobillo y pie, entumecimiento, quemazón, alteración de la sensibilidad, calambres en la zona externa del tobillo, talón e incluso borde externo del pie (Kumar et al., 2023).

CAPITULO 01

Dolor

Dolor

Durante la evolución del ser humano en sus primeros años de convivencia en la tierra aproximadamente los primeros 60 años, el dolor se consideraba una respuesta sensorial inevitable a un daño en la integridad de cualquier tejido de un organismo. El dolor en un análisis multidimensional y científico se le consideraba como una experiencia sensorial y emocional compleja que es fundamental para la supervivencia de los seres humanos y otros animales. Desde un punto de vista biológico, el dolor actuaba como un mecanismo de protección, alertando al organismo ante posibles daños a los tejidos o la presencia de una patología (Vidal Fuentes, 2020).

En civilizaciones antiguas como la civilización Bonica por los pairos y escritos en arcilla encontrados en Babilonia, Micenas y Troya se entiende que conocían la percepción del dolor, pero aquel que era causado por fracturas o heridas, mientras que las algias por enfermedades internas les atribuían por causas místico-religiosas correlacionándole al dolor con el castigo y el pecado. Por otro lado, para los egipcios en la antigüedad el dolor era causado por la presencia de malos espíritus en el ser y debían ser expulsados mediante el vómito, la orina, los estornudos y el sudor.

Es necesario destacar algunos hitos históricos importantes acerca del dolor que tienen vigencia actualmente. Desde la Antigüedad, la comprensión del dolor ha sido un tema central en la medicina. Civilizaciones como la egipcia y la griega ya buscaban aliviar el sufrimiento a través de remedios naturales y procedimientos empíricos. Los filósofos y médicos de la Antigua Grecia, como Hipócrates y Galeno, realizaron importantes contribuciones al establecer al cerebro como el órgano central de las sensaciones y al identificar diferentes tipos de nervios. Sin embargo, durante la Edad Media, la influencia de la Iglesia y el estancamiento científico impidieron un mayor progreso en la comprensión del dolor, que a menudo se atribuía a causas sobrenaturales.

Con el Renacimiento, se produjo un resurgimiento del interés por el conocimiento científico y el cuerpo humano. Leonardo da Vinci y Vesalio realizaron detallados estudios anatómicos que sentaron las bases para una mejor comprensión del dolor. En la Edad Moderna, Descartes propuso un mecanismo de defensa para el dolor, mientras que en el siglo XIX se produjeron avances fundamentales en la farmacología con el aislamiento de la morfina y la síntesis del ácido salicílico. Los siglos XIX y XX fueron testigos de un gran desarrollo en la neurociencia, con científicos como Adrian, Gasser y Erlanger ganando el Premio Nobel por sus investigaciones sobre la naturaleza de los impulsos nerviosos y su relación con el dolor. Estos avances permitieron una comprensión más profunda de los mecanismos fisiológicos subyacentes al dolor y el desarrollo de nuevos tratamientos.

Ya en la actualidad se le describe al dolor no solo como una experiencia física, sino que también involucra aspectos psicológicos, emocionales y sociales, lo que hace que su estudio sea multidisciplinario. En la antigüedad la conceptualización del dolor se centraba únicamente en una visión biomédica, por lo cual se conceptualizaba al dolor como una señal que avisa sobre algún daño presente en el organismo, su intensidad se le asociaba directamente con la proporción del daño o fenómeno doloroso producido o sufrido. Sin embargo, en la actualidad este concepto ha sido explorado desde diversas áreas del conocimiento, como la neurociencia, la psicología, la filosofía y la medicina, lo cual ha permitido plantear un concepto biopsicosocial acerca del dolor lo cual según La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) define el dolor como "una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con daño tisular real o potencial, o descrita en términos de tal daño". Esta definición que el dolor no es simplemente una respuesta fisiológica a un estímulo nocivo, sino que incluye una experiencia emocional y subjetiva (Failde, 2008).

En los últimos años, se han logrado grandes avances en nuestra comprensión de los mecanismos que subyacen al dolor mediante la “Teoría del Control de la Puerta” propuesta y desarrollada por Melzack y Wall en la cual destaca la complejidad del dolor acompañado de la influencia de procesos conductuales, cognitivos y emocionales. También se ha aclarado el papel de los factores externos al cuerpo del paciente ya que el dolor es probablemente la razón

sintomática más común para buscar asistencia médica, puesto que todos tenemos dolores de cabeza, quemaduras, cortes y otros dolores en algún momento durante la infancia y la vida adulta (Camargo et al., 2004).

2.1. Epidemiología

Según Fernando Cerveró, director del Centro de Investigación sobre el dolor en la Universidad McGill, Montreal, Canadá en una presentación realizada en el 2013 en la Sociedad Ecuatoriana para Estudio e Tratamiento del Dolor sugiere que la epidemiologia de la cronicidad del dolor está dada de la siguiente manera:

- 30-35% neuropatía diabética dolorosa
- 5-10% lesión traumática nervios CRPS-II
- 5-8% lesiones menores periféricas CRPS-I
- 10% herpes zóster neuralgia post-herpética
- 5-15% cirugía mayor dolor neuropático crónico
- 3-7% hernia inguinal dolor crónico
- 4-8% amputaciones miembro fantasma doloroso

También nos señala que entre el 80 y el 95% del dolor agudo no se cronifica (solo un porcentaje pequeño de dolor agudo se cronifica (Cerveró, 2013).

Por otro lado, José M. Castro Lopes en IV Congreso Internacional del Dolor y Cuidados Paliativos Guayaquil, 15-17presentado en mayo 2013 en la Sociedad Ecuatoriana para Estudio e Tratamiento del Dolor nos propone las siguientes cifras de dolor neuropático asociándolo de la siguiente manera.

- 20-24% de los diabéticos con polineuropatía dolorosa
- 25-50% de las personas mayores de 50 años con herpes zoster evolucionan a una neuropatía dolorosa
- Casi el 20% de los productos mastectomizados son neuropática postquirúrgica. Una tercera parte de las neoplasias y neuropáticas (asociado con la nociceptividad)
- 7% de dolor lumbar y asociación neuropática (Castro Lopes, 2013).

2.2. Tipos de Dolor.

2.2.1. Según la evolución

Dolor agudo: Es aquel dolor que aparece de manera precipitado como efecto de un daño tisular, es decir, que indica que este tipo de dolor surge como una señal de alarma de que alguna parte de nuestros tejidos corporales ha sido dañada o está a punto de serlo, por lo tanto, es un proceso fisiológico, que ocurre de manera natural en nuestro organismo y está relacionado con el funcionamiento de nuestro sistema nervioso. Este dolor, dura aproximadamente menos de 3 meses, por ende, puede variar su intensidad, de leve a fuerte, además, su duración es corta, la cual va disminuyendo poco a poco (Hsu et al., 2019).

Dolor crónico: Es aquel dolor que no desaparece cuando la lesión sana, a diferencia del dolor agudo, que suele desaparecer una vez que la herida se cura, el dolor crónico persiste incluso cuando el tejido dañado se ha reparado. Este dolor, dura aproximadamente mayor de 3 meses.

Además, el sistema nervioso se vuelve más sensible a las señales de dolor, amplificándolas y prolongándolas en el tiempo, ya que, el sistema nervioso tiene una capacidad para adaptarse y cambiar en respuesta a las experiencias, un fenómeno conocido como plasticidad neuronal. En este caso, esta plasticidad puede conducir a una sensibilización central, es decir, una mayor excitabilidad de las neuronas involucradas en la percepción del dolor. Otra parte que es importante de mencionar es las sinapsis entre las neuronas, ya que estas, producen cambios en la fuerza y la eficiencia de estas conexiones, lo que facilita la transmisión de las señales de dolor y las amplifica. También, el aumento de la liberación de neurotransmisores, aquí las neuronas involucradas en la percepción del dolor liberan neurotransmisores excitatorios (como el glutamato) que aumentan la actividad neuronal y la sensibilidad al dolor (Hsu et al., 2019).

2.2.2. Según su etiología

Dolor nociceptivo: Es una respuesta necesaria de nuestro cuerpo para protegernos. Las neuronas son los puntos donde se transmiten los mensajes. Por ejemplo, cuando se lesionan, se activa un sistema de alarma dentro de tu

cuerpo, y esta alarma funciona a través de las neuronas. Es decir, cuando te quemas, te cortas o te golpeas, los tejidos dañados liberan sustancias químicas que actúan como señales de alarma. Estas sustancias activan a unos receptores especiales llamados nociceptores. Los nociceptores, al ser activados, generan impulsos eléctricos que viajan a través de las fibras nerviosas hacia la médula espinal. Es como si estuviéramos enviando un mensaje urgente a tu cerebro. En la médula espinal, la señal se procesa y se envía al cerebro a través de vías específicas. Al llegar al cerebro, la señal se interpreta como dolor. El cerebro, entonces, genera una respuesta para protegerte, como retirar la mano de una fuente de calor (Finnerup et al., 2021).

Según el tipo de neuronas activadas, el dolor nociceptivo puede ser:

Somático: Se activa cuando hay daño o irritación en la piel o en las mucosas (como la boca o el interior de la nariz), es decir, es una señal de alarma que se enciende cuando alguna parte del cuerpo sufre un daño o una lesión. Específicamente, se refiere al dolor que se origina en los tejidos que dan forma y soporte al cuerpo, como:

- **Huesos**: La estructura rígida que sostiene tu cuerpo
- **Músculos**: Los tejidos que te permiten realizar acciones
- **Articulaciones:** Las uniones entre los huesos que permiten el movimiento
- **Ligamentos y tendones**: Los tejidos conectivos que unen los huesos y los músculos
- **Piel:** La capa externa que protege tu cuerpo

Visceral: Es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada a daño tisular real o potencial en los órganos internos. Este dolor, surge de las vísceras, los órganos internos de nuestro cuerpo. Dentro de las características la sensibilidad al dolor varía significativamente entre los diferentes órganos internos. Algunos, como el hígado y los riñones, tienen una inervación nociceptiva limitada, lo que significa que son menos propensos a generar dolor, sobre su localización entendemos que suele ser difuso y mal localizado, a menudo referido a zonas distantes del órgano afectado (Chimenti et al., 2018).

Esto se debe a la convergencia de las vías nerviosas del dolor visceral con las de otras partes del cuerpo en la médula espinal. Provocando respuestas reflejas, como náuseas, vómitos, sudoración y cambios en la presión arterial. El dolor visceral se diferencia del somático porque los órganos internos tienen una inervación nociceptiva más compleja y menos densa que los tejidos somáticos, es decir, los receptores del dolor en las vísceras suelen responder a estímulos químicos, mecánicos y térmicos, pero con umbrales más altos (Afridi et al., 2021).

Dolor neuropático: Es un tipo de dolor crónico que surge como consecuencia directa de una disfunción en el sistema nervioso. Esta condición se diferencia del dolor nociceptivo, que se produce por la activación de receptores del dolor en respuesta a un estímulo dañino, es decir, el daño puede ocurrir tanto en el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) como en el periférico (nervios que se ramifican desde la médula espinal hacia el resto del cuerpo). Además, la lesión neuronal puede provocar cambios en la forma en que las neuronas generan y transmiten señales eléctricas, lo que resulta en una percepción anormal del dolor (Finnerup et al., 2021).

Dentro de sus características tenemos:

- **Parestesias:** Sensaciones anormales como hormigueo, entumecimiento o quemazón
- **Disestesias:** Sensaciones desagradables que pueden ser espontáneas o provocadas por estímulos
- **Alodinia:** Dolor en respuesta a estímulos que normalmente no causan dolor
- **Hiperalgesia:** Aumento de la sensibilidad al dolor en respuesta a estímulos dolorosos
- **Dolor espontáneo:** Dolor que ocurre sin un estímulo obvio (Puebla Díaz, 2005).

2.2.3. Según su curso

Dolor continuo o basal: Es una señal de alarma constante que el cuerpo envía al cerebro. Esta señal, a diferencia de un dolor pasajero, persiste en el tiempo debido a una serie de mecanismos fisiológicos complejos, el cual, puede durar

gran parte del día, incluso más de 12 horas. En otras palabras, este dolor suele ser el resultado de una enfermedad crónica, como, por ejemplo, el cáncer, la artritis o la fibromialgia. En estos casos, el cuerpo está constantemente enviando señales de dolor al cerebro. Es decir, estas señales pueden ser consecuencias de daños en los tejidos, las cuales, activan las terminaciones nerviosas que detectan el dolor o también puede ser por una disfunción del sistema nervioso

Dolor intermitente: Se caracteriza por aparecer y desaparecer en intervalos de tiempo variables, es decir, que se manifiesta en secciones razonables, seguidos de secciones sin dolor. Este tipo de dolor suele estar relacionado con mecanismos de activación y desactivación de las vías del dolor, ya que, el sistema nervioso tiene mecanismos complejos para modular la percepción del dolor. En el caso del dolor intermitente, estos mecanismos pueden aparecer y desaparecer de forma cíclica, lo que explica la alternancia entre secciones de dolor y secciones sin dolor. También los factores desencadenantes, ya que, ciertas actividades pueden desencadenar las secciones de dolor intermitente, un ejemplo que podemos nombrar es el ejercicio físico, el cual, puede provocar dolor en personas con ciertas afecciones musculoesqueléticas, mientras que el estrés puede desencadenar dolores de cabeza (Escobar Álvarez et al., 2013).

Dolor irruptor: Este se caracteriza por un aumento súbito, intenso y de corta duración, que aparece sobre una molestia de fondo que ya está siendo tratado y, en principio, controlado. A pesar de que este dolor es un fenómeno complejo y no siempre se comprende completamente, se cree que puede estar relacionado con varios factores:

- **Sensibilización del sistema nervioso:** El sistema nervioso puede volverse más sensible al dolor con el tiempo, especialmente en personas con dolor crónico. Esto significa que incluso pequeñas alteraciones en el cuerpo pueden desencadenar secciones de dolor intenso. Un ejemplo que podemos dar es un paciente que sufre de fibromialgia. Esta persona puede experimentar dolor en todo el cuerpo, incluso en respuesta a estímulos aparentemente inofensivo, esto se debe a que su sistema nervioso se ha vuelto tan sensible que amplifica cualquier señal de dolor, incluso aquellas que normalmente serían ignoradas
- **Fluctuaciones en los niveles de neurotransmisores:** Los neurotransmisores son sustancias químicas que transmiten señales entre

las neuronas. Desequilibrios en estos neurotransmisores pueden contribuir a la aparición de esta molestia, este desequilibrio ocurre cuando la cantidad de una determinada sustancia química en el cerebro es demasiado alta o baja. Esto puede afectar la forma en que las neuronas se comunican entre sí, y puede contribuir al desarrollo y mantenimiento del dolor crónico (Hayden et al., 2021).

- **Factores psicológicos:** Los factores psicológicos, como el estrés, la ansiedad, la depresión y la catastrofización, pueden modular significativamente la percepción del dolor. Estos factores pueden aumentar la sensibilidad al dolor, intensificar la experiencia dolorosa y dificultar la recuperación. Además, el dolor crónico puede, a su vez, desencadenar o exacerbar problemas emocionales, creando un ciclo vicioso (Raja et al., 2020).
- **Dolor incidental:** A nivel fisiológico, se produce cuando una acción o estímulo activa receptores del dolor (nociceptores) en una zona del cuerpo donde ya existe una lesión, inflamación o sensibilidad aumentada. Estos nociceptores envían señales al sistema nervioso central, lo cual resulta en la percepción del dolor (Escobar Álvarez et al., 2013).

La clasificación del dolor incidental en tres categorías principales nos ayuda a comprender mejor sus mecanismos subyacentes:

- **Dolor incidental volitivo:** Este tipo de dolor se produce como resultado de una acción voluntaria, como caminar, comer o levantar un objeto.

  Ejemplo: Una persona con artrosis de rodilla puede experimentar dolor al subir escaleras, ya que, al realizar un movimiento, se ejerce presión sobre la articulación afectada, lo que estimula los nociceptores y provoca la sensación de dolor.
- **Dolor incidental no volitivo:** Este tipo de dolor se desencadena por acciones involuntarias, como toser o deglutir.

  Ejemplo: Una persona con cáncer de pulmón puede experimentar dolor al toser debido a la irritación de los nervios por el tumor
- **Dolor incidental procedimental:** Este dolor está relacionado con procedimientos médicos o terapéuticos.

Ejemplo: Un paciente con una úlcera por presión puede experimentar dolor durante el cambio de posición o al limpiar la herida, ya que, las maniobras médicas pueden causar traumatismos leves, estiramientos o irritación de los tejidos, lo que activa los nociceptores y genera dolor.

2.2.4. Factores que influyen en el dolor incidental

- **Intensidad de la lesión:** Una lesión más grave o extensa puede provocar un dolor incidental más intenso. Es decir, cuanto mayor sea el daño a los tejidos (músculos, huesos, nervios, etc.), mayor será la liberación de sustancias químicas que provocan inflamación y dolor.
- **Sensibilidad individual:** La percepción del dolor varía de una persona a otra. Algunos individuos pueden tener un umbral del dolor más bajo y experimentar dolor con mayor facilidad.
- **Estado emocional:**
  - **Ansiedad y estrés:** Estos estados emocionales pueden aumentar la percepción del dolor al activar sistemas nerviosos que amplifican las señales dolorosas.
  - **Depresión:** La depresión puede hacer que el dolor se sienta más intenso y duradero.
  - **Expectativas:** Las expectativas sobre el dolor pueden influir en cómo se experimenta. Si se espera que un procedimiento sea doloroso, es más probable que se perciba como tal (Ballester Navarro & García, 2015).
- **Dolor final de dosis:** Surge en un paciente que ya está recibiendo tratamiento para el dolor crónico, pero que experimenta un aumento significativo del dolor antes de la hora programada para la siguiente dosis de su analgésico. Es decir, el alivio proporcionado por la dosis previa se va desvaneciendo antes de lo esperado, y el paciente vuelve a sentir dolor.

Las causas más comunes incluyen:

- **Infra dosificación:** La dosis del analgésico puede ser demasiado baja para controlar el dolor de manera adecuada durante el intervalo entre dosis

- **Mala planificación del tratamiento:** Los intervalos entre dosis pueden ser demasiado largos, lo que provoca que el efecto del analgésico se desvanezca antes de lo necesario
- **Desajuste de la dosis:** La dosis del analgésico podría haber sido adecuada en un principio, pero con el tiempo el cuerpo puede desarrollar tolerancia, requiriendo un ajuste en la dosis
- **Intolerancia al fármaco:** En algunos casos, el paciente puede desarrollar una intolerancia al analgésico, lo que limita su eficacia.

2.3. Dolor neuropático

El dolor neuropático, según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, se define como el dolor causado por una lesión o enfermedad del sistema nervioso somatosensorial. A diferencia del dolor nociceptivo, que surge como respuesta a estímulos dañinos en los tejidos, el dolor neuropático se produce por una disfunción en la transmisión de las señales dolorosas a través de los nervios. Esto puede manifestarse como sensaciones anómalas como quemazón, hormigueo, descargas eléctricas o dolor espontáneo (Velasco, M. 2014).

La tolerancia al dolor es un fenómeno complejo determinado por diversos factores. A nivel biológico, nuestra genética y fisiología influyen en nuestra sensibilidad al dolor. A nivel psicológico, factores como la atención, la distracción, las creencias y las estrategias de afrontamiento desempeñan un papel crucial. Además, el contexto social y cultural en el que vivimos también puede modular nuestra experiencia del dolor (Watson, 2022).

2.3.1. Clasificación

Para poder identificar de manera asertiva el tipo de dolor hay que tomar en cuenta varios criterios, uno de ellos sería la ubicación de la zona afectada que también ayuda a la clasificación del dolor neuropático que puede ser central o periférico. La clasificación periférica se ajusta a las zonas de inervación de los nervios periféricos que también incluyen las ramas del plexo braquial o lumbar y segmentos espinales. Mientras que la zona central se encuentra la médula espinal, tronco cerebral, tálamo y corteza. El segundo criterio para identificar sería establecer una relación entre la ubicación del daño y la historia clínica que

acompaña al paciente para la explicación del dolor que refiere. El tercer criterio se estructura en encontrar signos neurológicos que encajen con la zona de donde se el paciente refiere dolor. El cuarto criterio se enlaza con el diagnóstico de alguna enfermedad o lesión que perjudique el sistema somato sensorial (Bouhassira, 2019).

2.3.2. Fisiopatología

Si nos adentramos a la fisiopatología del dolor neuropático se diferencia del dolor nociceptivo debido a que este último se activa gracias a un daño en el tejido para activar a los nociceptores que a su vez dan paso a mecanismos inflamatorios para la transmisión de impulsos nerviosos para procesar el dolor. Sin embargo si nos referimos a dolor neuropático este se activa por una lesión a nivel de vías aferentes, hay varios mecanismos que nos permiten comprender este dolor como la actividad neuronal ectópica, este se puede reconocer como un dolor espontaneo que va a persistir y logra ejercer un cambio a nivel de neurotransmisores nociceptivos, las alteraciones en los canales de sodio afectan al umbral del dolor haciendo que el nivel necesario para la despolarización se disminuya y así estímulos que normalmente no son dolorosos lo sean y alteración en el neurotransmisor ácido gamma-amino butírico (GABA) (Bendaña, 2020).

2.3.3. Objetivos de la valoración y del diagnóstico

Un diagnóstico y una valoración adecuada ayudara a varios objetivos como: un reconocimiento del tipo de dolor, la localización de la lesión ya que se puede encontrar en el tronco cerebral, el cerebro, la médula espinal, también en la raíz nerviosa, en el plexo braquial, nervios periféricos y sus ramas. Reconocer y diagnosticar la patología causante, evaluar limitaciones funcionales evocado por el dolor y por último valorar posibles comorbilidades (Alonso Babarro, 2011).

2.3.3.1. Anamnesis

En la anamnesis se explorará lo siguiente: la localización anatómica y la irradiación del nervio, la temporalidad, intensidad del dolor con ayuda de escalas y también la relación intensidad-tiempo, la definición del dolor que siente el

paciente, factores que colaboran y desencadenan el dolor, por último, los antecedentes personales.

2.3.3.2. Exploración

Se incluye inspección, palpación, percusión, arcos de movilidad articular, la anatomía del recorrido del dolor, exploración neurológica-somatosensorial donde se evalúa respuestas motoras, sensoriales y autónomas mediante evaluaciones motoras y sensitivas y se incluirá la valoración del sistema nervioso autónomo.

2.3.3.3. Pruebas complementarias

Se realizarán pruebas de forma individualizada las cuales ayudarán para la etiología del dolor, pruebas de neuroimagen, biopsia cutánea para la densidad de las fibras nerviosas, pruebas de laboratorio y pruebas de neurofisiológicas.

2.3.4. Tratamiento no farmacológico

Los fármacos es el principal tratamiento del dolor, sin embargo, el tratamiento no farmacológico es relevante y complementario el cual se basa en la información, educación del paciente, técnicas psicológicas y terapia física. La información y educación se centra en la relación médico-paciente, el médico ofrecerá información adecuada y comprensible al paciente mientras se plantean objetivos realistas, entre tanto el paciente tendrá un papel relevante en la toma de decisiones. Las medidas psicológicas se realizan mediante terapia cognitiva y soporte psicoterapéutico con el objetivo del paciente pueda reconocer tantos los factores emocionales como los psicológicos que influyen en la percepción de dolor y sus conductas asociadas, se procura que el paciente tenga recursos y técnicas para afrentar los dolores de forma positiva. La terapia física estará regida por las actividades del paciente debido a que el dolor puede causar comportamiento evitativo de la actividad física y con ello la funcionalidad, se debe centrar en la mejoría de los síntomas, la restauración funcional y la movilización (Cid, J. et al., 2014).

2.3.5. Sintomatología

La sintomatología del dolor neuropático se deriva al daño o disfunción en el sistema nervioso, influenciados por fenómenos fisiopatológicos subyacentes

como factores individuales y ambientales que modulan la expresión del dolor, estos síntomas pueden dividirse en negativos y positivos (Bendaña, 2020).

2.3.6. Síntomas negativos

Son los primeros signos de un daño en el sistema nervioso y se manifiestan como una pérdida o disminución de la sensibilidad en el área afectada. Estos síntomas pueden ser evaluados tanto mediante observación clínica como a través de pruebas cuantitativas. Dependiendo de la localización y extensión del daño, pueden verse afectados distintos procesos, como la transducción, la conducción, la transmisión o la percepción sensorial en el nervio dañado. Sus manifestaciones son:

1. **Hipoalgesia:** Es una reducción en la sensibilidad al dolor. En otras palabras, el umbral para percibir estímulos dolorosos es más alto de lo normal, lo que significa que se requiere un estímulo de mayor intensidad para que el dolor sea percibido por la persona.
   - **Hipoalgesia primaria:** Afecta directamente el área del daño nervioso. Es común en casos de neuropatías periféricas, donde las fibras nerviosas encargadas de transmitir el dolor están dañadas.
   - **Hipoalgesia secundaria:** Se manifiesta en áreas que no están directamente afectadas por el daño, pero que reciben señales a través de nervios cercanos o vías neuronales alteradas debido a la neuro plasticidad anómala.
2. **Hipoestesia**: Es la disminución de la sensibilidad al tacto o a otros estímulos no dolorosos. Las personas con hipoestesia tienen una percepción reducida de sensaciones como el tacto suave, la presión, la vibración o el movimiento de los objetos sobre la piel.
   - **Hipoestesia táctil:** Disminución de la capacidad para percibir el tacto ligero o superficial. Puede ser detectada mediante pruebas clínicas con un algodón o una pluma que se desliza suavemente sobre la piel.
   - **Hipoestesia vibratoria:** Disminución de la percepción de vibraciones, evaluada generalmente con un diapasón colocado sobre prominencias óseas. Esta forma de hipoestesia es común en neuropatías periféricas y en enfermedades neurodegenerativas como la esclerosis múltiple.

- **Hipoestesia propioceptiva:** Reducción de la capacidad para percibir la posición o el movimiento de las extremidades. Esto puede afectar el equilibrio y la coordinación.

3. **Termo hipoalgesia:** Es la disminución de la sensibilidad a estímulos térmicos, tanto al calor como al frío. Este síntoma indica una alteración en la capacidad del sistema nervioso para detectar cambios de temperatura que normalmente serían percibidos como fríos o calientes.
    - **Termo hipoalgesia al calor:** Disminución de la capacidad para percibir estímulos cálidos o calientes. Esto podría aumentar el riesgo de quemaduras, ya que la persona puede no percibir temperaturas peligrosas.
    - **Termo hipoalgesia al frío:** Disminución de la sensibilidad a estímulos fríos. Los pacientes pueden no sentir adecuadamente el frío, lo que puede llevar a lesiones por frío o congelación en condiciones extremas (Lara-Solares et al., 2019).

2.3.7. Síntomas positivos

Resultan de la respuesta del sistema nervioso a los cambios neuroplásticos que se producen tras la lesión del nervio. Estos síntomas pueden presentarse de manera espontánea, sin necesidad de un estímulo externo, o ser evocados por estímulos específicos. Ejemplos incluyen sensaciones de ardor, punzadas, hormigueo o descargas eléctricas, indicando una actividad anormal o exacerbada de las fibras nerviosas dañadas. Pueden clasificarse en:

1. **Dolor Espontáneo**
    - **Dolor urente o quemante:** Se experimenta como una sensación de calor intenso o ardor similar a una quemadura. Es una manifestación común en pacientes con neuropatía diabética, siendo persistente y afectando la calidad de vida.
    - **Dolor intermitente:** Consiste en episodios agudos de dolor que aparecen y desaparecen, a menudo descritos como punzadas o choques eléctricos. Puede presentarse en patologías como la neuralgia del trigémino.
    - **Dolor lancinante:** Es un dolor agudo, súbito y punzante, similar a una descarga eléctrica. Este tipo de dolor es frecuente en condiciones de daño

severo a los nervios, como en la neuropatía postherpética (Maritza Velasco, 2014).

2. **Disestesias:** Estas sensaciones incluyen ardor, pinchazos o una sensación intensa de picazón, descritas como quemazón o corriente eléctrica atravesando la piel.
   - **Disestesia del cuero cabelludo**: La disestesia en el cuero cabelludo, conocida también como síndrome del cuero cabelludo ardiente, se manifiesta como dolor, ardor, escozor o picazón en la zona del cuero cabelludo, sin que haya signos visibles como erupciones, descamación o irritación.
   - **Disestesia cutánea:** La disestesia cutánea se refiere a la sensación de incomodidad al tocar la piel, que puede variar desde un leve hormigueo hasta un dolor agudo. Esta molestia puede ser provocada por estímulos como el roce de la ropa o incluso una ligera brisa.
   - **Disestesia oclusal:** Provoca una sensación incómoda en la boca al morder, generalmente sin una causa aparente.
3. **Parestesias:** Las parestesias se describen como sensaciones anormales, pero no dolorosas que resultan molestas para los pacientes.
   - **Parestesia Temporal:** La parestesia temporal es cuando una persona experimenta la sensación de que una parte de su cuerpo, como una mano o pierna, se "duerme". Generalmente, no hay una causa médica subyacente y cualquier persona puede experimentarlo.
   - **Parestesia Crónica:** Si una persona siente regularmente esa sensación de "alfileres y agujas", podría estar experimentando parestesia crónica. Esto generalmente está relacionado con algún daño en los nervios o una afección neurológica subyacente.
4. **Alodinia:** La alodinia es una respuesta dolorosa a un estímulo que no debería causar dolor. Es uno de los síntomas más debilitantes del dolor neuropático.
   - **Alodinia táctil:** Dolor al tocar suavemente la piel o al roce de la ropa con la piel. Por ejemplo, el contacto de una sábana puede provocar un dolor intenso en personas con neuropatía.
   - **Alodinia térmica:** Dolor causado por temperaturas no extremas, como un ligero aire fresco.

5. **Hiperalgesia:** La hiperalgesia es una respuesta exagerada al dolor ante un estímulo que normalmente sería doloroso, pero de menor intensidad. Es desproporcionada a estímulos como pinchazos, presión moderada o temperaturas frías o calientes, provocando una sensación de dolor intensa.
6. **Hiperpatía:** La hiperpatía se describe como una respuesta exagerada y retardada a un estímulo doloroso, con una percepción aumentada y explosiva del dolor. Esta respuesta suele aparecer después de una estimulación repetitiva o continua, intensificándose progresivamente. Los pacientes describen el dolor como desbordante y prolongado (Alcántara Montero et al., 2019).

2.4. Evaluación del dolor

El dolor es una experiencia diferente y propia de cada paciente, por lo tanto, la evaluación de este es un tema complejo ya que la percepción de este será de manera subjetiva. A lo largo de la historia, se han desarrollado diversas estrategias para evaluar el dolor utilizando escalas que sean accesibles y útiles en la práctica médica diaria. Este esfuerzo tiene como objetivo facilitar la recopilación de datos en la historia clínica, mejorar el abordaje de los pacientes y permitir un seguimiento más efectivo de su evolución clínica en el futuro. Sin embargo, transformar el dolor en una variable objetiva y medible no siempre es una tarea sencilla para los pacientes. Es importante recordar que el dolor, además de ser una experiencia subjetiva, puede resultar difícil de verbalizar y describirse únicamente como una sensación desagradable sin detalles claros. Esto se complica aún más en pacientes con niveles educativos bajos o en las edades extremas de la vida, donde a veces resulta prácticamente imposible trasladar su experiencia de dolor a una escala objetiva y cuantificable. Estos métodos se dividen en tres grandes categorías: verbales, conductuales y fisiológicas (Fillingim et al., 2016).

Los métodos verbales se centran en la anamnesis, siendo una herramienta clave para la historia clínica del paciente. Se utilizan reglas mnemotécnicas como *NOPQRST* o *SOCRATES*, que ayudan a estructurar preguntas sobre las características, intensidad y factores relacionados con el dolor. Estas guías son esenciales para dirigir al paciente en una narrativa clara y comprensible.

Los métodos conductuales valoran dimensiones sensoriales, emocionales y cognitivas del dolor. Es ideal para casos de dolor crónico, aunque su uso puede ser complejo por su extensión.

Los métodos fisiológicos incluyen estudios de neurofisiología, termografía y determinaciones bioquímicas. Aunque son técnicas avanzadas y limitadas principalmente a investigación, aportan datos objetivos sobre las respuestas corporales al dolor.

Cuestionarios y test unidimensionales

1. **Escala de Keele**: ningún dolor, leve, moderado, intenso, insoportable.
2. **Escala de Melzack**: leve, incómodo, penoso, horrible, agudísimo.
3. **Escala Numérica (NRS)**: Rango: 0-10 o 0-100, siendo 0 la ausencia total de dolor y el máximo, el peor dolor imaginable.
4. **Escala Analógica Visual (EVA)**: Línea de 10 cm para marcar la intensidad del dolor; valores correlacionados con otras escalas (e.g., 0 = sin dolor, 10 = insoportable).
5. **Escalas Gráficas**: Incluye la Escala de Grises de Luesher y la Escala de Expresión Facial (útil para pediatría).
6. **Escala de Dolor Neuropático de Galer y Jensen**: Valora características del dolor neuropático en neuralgia postherpética.
7. **Escala de Dolor de LANSS**: Evalúa contribución neuropática al dolor mediante preguntas y exploración física.
8. **Cuestionario ID-PAIN**: Breve, autoadministrado, enfocado en dolor neuropático.
9. **Cuestionario DN4**: 10 preguntas para evaluar signos y características del dolor neuropático.
10. **PainDetect**: Diseñado para identificar dolor neuropático en la región lumbar.
11. **Screening Tool for Localized Neuropathic Pain (DNL)**: Cuestionario breve para dolor neuropático localizado.

Cuestionarios multidimensionales

1. **Cuestionario de Dolor de McGill (MPQ)**: Valora dimensiones sensorial, afectiva y cognitiva; incluye descriptores agrupados y escalas numéricas.

2. **Dartmouth Pain Questionnaire**: Modificación del MPQ que añade autoestima y actividades realizadas con dolor.
3. **Cuestionario de Nottingham**: Evalúa impacto del dolor en actividades diarias, sueño y aislamiento social.
4. **Medical Outcome Study (MOS SF-36)**: Cuestionario de salud general con enfoque en dolor crónico, incluye 36 ítems en 8 dimensiones de salud.
5. **Cuestionario de Calidad de Vida de la OMS (WHOQOL)**: Evaluación global con 100 ítems, disponible en versión abreviada (WHOQOL-BREF).
6. **Test de Karnofsky**: Clasifica independencia del paciente en actividades diarias, útil en cuidados paliativos.
7. **West Haven-Yale Multidimensional Pain Inventory**: Divide en tres secciones: intensidad, percepción de apoyo y frecuencia de actividades.
8. **Test de Lattinen**: Clasifica dolor en cinco dimensiones: intensidad, frecuencia, consumo de analgésicos, incapacidad y sueño.

CAPITULO 01

MOVILIZACIÓN NEURODINÁMICA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR E INFERIOR

Movilización neurodinámica de la extremidad superior e inferior

La movilización neurodinámica es la aplicación de la fisiología y la mecánica del sistema nervioso en el tratamiento manual de los trastornos musculoesqueléticos con la finalidad de buscar la movilización del tejido neuroconectivo para la evaluación y tratamiento de las personas que sufren de trastornos de la mecanosensibilidad de los nervios periféricos. Los nervios periféricos alteran su mecanosensibilidad por irritación química o mecánica produciendo inflamación neurogénica, estas reacciones pueden influir en las actividades biológicas de los tejidos a los que inerva, modificando las condiciones tróficas, inflamatorias, reparativas y mecanosensitivas (Hernández et al., 2024).

Se tiene en cuenta que las pruebas de neurodinamia producen efectos medibles en el umbral sensorial del nervio periférico, los cuales tienden a ser más pronunciados con la edad, debido a la influencia de la movilización y descompresión de las estructuras neurales descritas por Butler y colaboradores (Costantini et al., 2006).

Los fundamentos de la neurodinamia se basan principalmente en los descritos por Butler y colaboradores, y consisten en movilizar las estructuras neurales a través del posicionamiento y movimiento de varias articulaciones. Este enfoque permite descomprimir la zona afectada y aliviar la presión sobre el nervio comprometido. Otros autores, mencionan que, al producir mayor deslizamiento de los nervios con respecto al tejido circundante, incrementa la movilidad del nervio y la movilización de los fluidos intraneurales, pudiendo así aliviar los síntomas. Además, agregan que la movilización del tejido neural mejora la conducción nerviosa y el flujo sanguíneo del nervio (Araya Quintanilla et al., 2018).

Los test neurodinámicos son una herramienta fundamental en el diagnóstico fisioterapéutico. Estos test, mediante una secuencia ordenada de movimientos,

permiten evaluar la mecanosensibilidad del sistema nervioso periférico y facilitar la identificación de disfunciones en las estructuras neurales.

Además de los test neurodinámicos, es fundamental emplear maniobras de diferenciación estructural. Estas maniobras, que se realizan mediante movimientos de la articulación proximal o distal, permiten aumentar o disminuir la presión mecánica en el tejido neural y obtener información más precisa sobre la fuente del dolor.

3.1. Movilización del tejido nervioso

El tejido nervioso es un complejo sistema de células altamente especializadas que constituye el sistema nervioso, desempeñando un papel esencial en el funcionamiento del cuerpo humano. Sus funciones primordiales incluyen recibir, analizar, generar, transmitir y almacenar información tanto del medio interno del organismo como del entorno externo. Este tejido es responsable de procesar estímulos sensoriales, coordinar respuestas motoras y regular las funciones vitales, lo que lo convierte en un elemento fundamental para la adaptación y supervivencia del organismo.

La neurona, considerada la unidad funcional y estructural del tejido nervioso, es una célula diseñada específicamente para recibir señales provenientes de receptores sensoriales, conducirlas y transmitir impulsos eléctricos. Estos impulsos, conocidos como potenciales de acción, se producen a partir de cambios en la polaridad eléctrica de la membrana celular. Esta capacidad única de comunicación rápida y precisa entre las neuronas y otras células del cuerpo permite al sistema nervioso integrar información y generar respuestas coordinadas en tiempo real. Sin embargo, esta alta especialización implica también ciertas limitaciones, como la incapacidad de división celular, lo que dificulta su regeneración en caso de daño.

La movilización del tejido nervioso es una intervención terapéutica específica que se centra en los nervios periféricos y las meninges, con el objetivo de optimizar su función y movilidad. Cuando ocurre una lesión en el sistema nervioso, se genera un incremento en la tensión neural que limita su capacidad para

adaptarse a los movimientos, afectando su longitud funcional y reduciendo su flexibilidad. Este fenómeno no se limita al área lesionada, ya que, debido a la continuidad y complejidad del sistema nervioso, una tensión anómala en una región puede repercutir en otras partes del sistema (Zamorano Zárate, 2013).

Factores como posturas incorrectas mantenidas durante largos periodos o la inmovilidad, comunes en lesiones del Sistema Nervioso Central, agravan esta tensión, aumentando la resistencia al movimiento y dificultando la rehabilitación. Además, las alteraciones en la movilidad del tejido nervioso no solo afectan el rango de movimiento y el tono muscular, sino que también pueden comprometer la sensibilidad táctil, la propiocepción y la percepción del dolor, generando un impacto significativo en la calidad de vida del paciente. Por ello, la movilización del tejido nervioso se convierte en una herramienta crucial en la recuperación funcional. También incluye técnicas manuales diseñadas para liberar restricciones, reducir tensiones y restaurar la movilidad normal. Estas intervenciones no solo ayudan a aliviar el dolor, sino que también optimizan la función general del sistema nervioso, favoreciendo una mejor comunicación entre el sistema central y periférico. Además, su aplicación adecuada puede prevenir complicaciones a largo plazo (Crossman & Neary, 2019).

3.2. Técnicas de carga tensil

Las técnicas de carga tensional son maniobras fisioterapéuticas que buscan aliviar el dolor al aplicar una tensión controlada a los nervios. Sin embargo, esta manipulación delicada conlleva riesgos inherentes. Un estiramiento excesivo puede dañar el tejido nervioso, lo que podría agravar los síntomas en lugar de aliviarlos. Por tanto, estas técnicas deben ser realizadas exclusivamente por profesionales capacitados y bajo una estricta supervisión. Se las puede considerar también como una técnica manual que se basa en el estrés neural del sistema nervioso, cuya función es la tensión neural adversa del sistema nervioso (Beddaa et al., 2022).

3.2.1. Enfocando los beneficios y la técnica

El objetivo es restablecer u optimizar la capacidad de tolerancia del tejido nervioso frente a movimientos y posiciones que elongan el lecho neural correspondiente. Las maniobras se pueden aplicar a través de oscilaciones suaves y rítmicas o por medio de carga tensil mantenida, libre de dolor y parestesias, conjugando respuestas de resistencia al movimiento, que normalmente se relaciona con la actividad muscular protectora y con la disminución de los síntomas.

Mediante movimientos suaves y controlados, las técnicas de carga tensional buscan optimizar la tolerancia del tejido nervioso al estiramiento. Al aplicar una tensión precisa en los nervios, se pretende mejorar la circulación y reducir la inflamación, lo que puede aliviar el dolor y mejorar la función. Estos procedimientos se basan en la idea de que ciertas tensiones en los nervios pueden generar molestias y que al liberarlos se puede obtener alivio. El tejido nervioso puede ser estimulado mediante el movimiento cuyo propósito es restablecer la tolerancia frente a las fuerzas compresivas, tensiles y de fricción relacionadas con demandas laborales o domésticas mejorando la circulación interneural (Hernández et al., 2024).

La fisioterapia utiliza las técnicas de carga tensional como una herramienta para tratar diversas afecciones dolorosas relacionadas con el sistema nervioso. Estas maniobras consisten en aplicar una tensión controlada a los nervios, buscando mejorar su capacidad de adaptación y reducir la sensibilidad al dolor. Esta se consigue al modificar la dimensión longitudinal del sistema musculoesquelético asociado al sistema nervioso mediante movimientos activos y pasivos de los segmentos corporales a los que se necesita estimular, cuyo objetivo principal es adaptar al tejido nervioso a posiciones y movimientos que elonguen o produzcan un estrés neural, ayudando a la adaptación inmediata del tejido neural.

Estas técnicas se basan en aplicar tensión al sistema nervioso mediante movimientos corporales. Al estirar o contraer los músculos, se estimula la parte del sistema nervioso deseada (Efstathiou et al., 2015).

Es fundamental que el fisioterapeuta establezca una comunicación estrecha con el paciente durante el tratamiento, ajustando la intensidad y dirección de la tensión según las respuestas individuales. Antes de aplicar técnicas de carga tensional, es esencial realizar una evaluación exhaustiva del paciente para determinar si es un candidato adecuado. Estas técnicas no son apropiadas para todos los casos, ya que pueden agravar ciertas condiciones. Por esta razón, solo deben ser realizadas por profesionales capacitados que puedan identificar los riesgos y beneficios potenciales de cada tratamiento.

Los nervios son estructuras delicadas que pueden resultar afectadas si se someten a una tensión excesiva. Las técnicas de carga tensional buscan aprovechar la capacidad de adaptación de los nervios, pero es fundamental respetar sus límites. Un estiramiento excesivo puede provocar inflamación, dolor y, en casos severos, lesiones permanentes (Shacklock et al., 2007).

- **Los mecanismos fisiológicos involucrados:** Cómo la tensión afecta al flujo sanguíneo, la inflamación y la transmisión de los impulsos nerviosos.
- **Las diferentes técnicas utilizadas:** Las variaciones en la aplicación de la tensión y los movimientos específicos para cada caso.
- **Las condiciones que se pueden tratar:** Las afecciones dolorosas que pueden beneficiarse de estas técnicas.
- **Los posibles efectos secundarios:** Los riesgos y complicaciones asociadas a estas técnicas.

3.2.2. Técnicas de movilización con deslizamiento

La movilización con deslizamiento neural es una técnica terapéutica utilizada para mejorar la movilidad de los nervios periféricos largo de su trayecto y aliviar síntomas relacionados con disfunciones neuromusculoesqueléticas. Su objetivo principal es reducir la tensión mecánica y restaurar la funcionalidad mediante movimientos controlados que promueven el deslizamiento entre el nervio y los tejidos circundantes.

Las técnicas de deslizamiento neural también son denominadas movilización desde los extremos, son técnicas que se basan en movimientos alternados que involucran la participación de dos o más articulaciones. En estas técnicas el

movimiento de una articulación tiende a aumentar la tensión neural es decir hace que los movimientos sean convergentes, lo que consiste en acercar una articulación a otra; al contrario, el movimiento simultaneo de otra articulación tiende a disminuir la tensión, los movimientos son de tipo divergente es decir en alejan una articulación de otra. En resumen, el movimiento de una articulación lleva al incremento de la tensión neural aumentando el tamaño del nervio que es estimulado pero el movimiento simultáneo de la otra articulación conlleva a disminuir el tamaño del nervio, consiguiendo así una reducción de la tensión neural.

Estas maniobras de movilización con deslizamiento tienen como objetivo generar movimientos entre el sistema nervioso y las estructuras que lo rodean, siendo movimientos fisiológicos relacionados con la dinámica, de tal manera que permitan que el sistema nervioso se adapte a la postura y al movimiento del aparato locomotor mejorando el rendimiento y reduciendo el estrés mecánico de las estructuras neurales durante el movimiento corporal. Existe gran evidencia que alude que el aumento en la dimensión neural implica movimientos de excursión que se relacionan al incremento en la tensión del tejido nervioso. Sin embargo, los movimientos de excursión pueden realizarse en su máxima amplitud y dirección de forma intencional por parte del fisioterapeuta con fines terapéuticos. Las maniobras de deslizamiento implican siempre un nivel de carga tensional del tejido nervioso que el fisioterapeuta debe controlar durante su ejecución. Este nivel de tensión es uno de los parámetros importantes a la hora de decidir la dosis y desarrollo de la técnica en función de las condiciones clínicas tanto subjetivas como objetivas del paciente. El grado de excursión del sistema nervioso es mayor cuando se utilizan técnicas de deslizamiento en comparación con el uso de técnicas de tensión. Un ejemplo de esto es el nervio mediano, que aumenta la excursión longitudinal en el antebrazo en un 30% cuando se combina el movimiento de extensión de la muñeca con la flexión del codo, en comparación con los movimientos de extensión de ambas articulaciones combinados (Zamorano Zárate, 2013).

Las técnicas de deslizamiento están indicadas en casos agudos, postoperatorios, en irritaciones y atrapamientos de los nervios. Las técnicas de

deslizamiento pueden favorecer en los procesos de kinesofobia, ya que al realizarlas se permite un mayor rango de movimiento sin dolor.

A pesar de sus beneficios, la movilización neural no está indicada en todos los casos. Algunas de sus contraindicaciones son: Infección aguda, tumores, fracturas recientes, enfermedades reumáticas inflamatorias (Coppieters & Butler, 2008).

3.3. Anatomía y recorrido de los nervios mediano, cubital y radial

3.3.1. Nervio mediano

Anatomía y recorrido

El nervio mediano se forma por la unión de las raíces de los fascículos medial y lateral del plexo braquial, con contribuciones de las raíces C5-T1. Desciende por el brazo, viajando junto con la arteria braquial en el compartimento anterior, sin emitir ramas significativas hasta llegar al codo. Atraviesa las dos cabezas del músculo pronador redondo en el antebrazo proximal y continúa entre los músculos flexores, inervando el flexor radial del carpo, el palmar largo, el flexor superficial de los dedos y las porciones laterales del flexor profundo de los dedos.

En la muñeca, el nervio mediano cruza el túnel carpiano para ingresar a la mano, donde proporciona inervación a los músculos tenares y lumbricales laterales, además de la sensibilidad de la cara palmar de los tres primeros dedos y la mitad lateral del cuarto (Palmer & Hughes, 2010).

Lugares comunes de compresión

Pronador redondo: En el antebrazo, la compresión puede ocurrir debido al engrosamiento del músculo o fibrosis, causando el síndrome del pronador, caracterizado por dolor en el antebrazo y debilidad.

Túnel carpiano: La compresión en esta región, generalmente debido a inflamación de los tendones flexores, resulta en el síndrome del túnel carpiano, caracterizado por entumecimiento, debilidad en los músculos tenares y parestesias en el territorio sensorial del nervio (Palmer & Hughes, 2010).

3.3.2. Nervio cubital

Anatomía y recorrido

El nervio cubital es una rama terminal del plexo braquial que surge de los fascículos medial y lateral, derivado de las raíces C8 y T1, con contribuciones ocasionales de C7. Desciende por el lado medial del brazo, recorriendo inicialmente el compartimento posterior y luego el medial. En el codo, atraviesa el surco epitrocleo-olecraneano, donde es superficial y susceptible a lesiones traumáticas. Posteriormente, entra en el antebrazo a través del túnel cubital, ubicado entre las dos cabezas del músculo flexor cubital del carpo.

Durante su recorrido por el antebrazo, las ramas musculares para el flexor cubital del carpo y la mitad medial del flexor profundo de los dedos. En la mano, se divide en ramas superficiales y profundas, las cuales inervan los músculos intrínsecos de la mano y la piel medial, incluyendo el quinto dedo y la mitad medial del cuarto dedo.

Lugares comunes de compresión

Túnel cubital: Localizado en el codo, donde el nervio pasa cerca del epicóndilo medial. La compresión en esta región es una de las causas principales de neuropatía cubital, que se manifiesta con debilidad en la mano y parestesias en los dedos afectados (Andrews et al., 2018).

Canal de Guyon: En la muñeca, el nervio atraviesa un espacio anatómico limitado por el hueso pisiforme y el gancho del ganchoso. La compresión aquí, a menudo asociada con actividades repetitivas o trauma, puede llevar a la parálisis cubital.

3.3.3. Nervio radial

Anatomía y recorrido

El nervio radial deriva del fascículo posterior del plexo braquial, con fibras provenientes de las raíces C5-T1. Desciende por la parte posterior del brazo, recorriendo el surco espiral del húmero junto con la arteria braquial profunda. En el codo, pasa anterior al epicóndilo lateral, donde se divide en dos ramas principales:

Rama superficial: De naturaleza sensorial, recorre el antebrazo y termina en la mano, proporcionando sensibilidad a la cara dorsal del primer espacio interdigital.

Rama profunda: Penetra el músculo supinador, emergiendo como el nervio interóseo posterior, encargado de inervar los músculos extensores del antebrazo

Lugares comunes de compresión

Surco espiral del húmero: Frecuentemente afectado en fracturas diafisarias del húmero, resultando en neuropatía radial caracterizada por "mano caída" debido a la parálisis de los extensores.

Arcada de Fröhse: Formada por el músculo supinador, donde la rama profunda del nervio radial puede comprimirse, causando dolor y debilidad en los extensores (Glover et al., 2023)

3.4. Maniobras de deslizamiento con deslizamiento en la extremidad superior

3.4.1. Nervio mediano

3.4.1.1. Maniobra de deslizamiento del Nervio Mediano en su recorrido antebraquial (I)

El objetivo de esta maniobra es facilitar el deslizamiento longitudinal del nervio. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino con la extremidad superior del lado contrario en abducción y rotación externa, mientras el fisioterapeuta estabiliza la mano del paciente. A partir de esta posición inicial, se realizan movimientos combinados de flexión y extensión de codo y muñeca. El fisioterapeuta identifica el punto de resistencia y dolor para determinar la amplitud de movimiento segura. Posteriormente, se aumenta gradualmente la extensión del codo y se flexiona la muñeca de manera alternada, provocando el deslizamiento proximal y distal del nervio. La efectividad de la maniobra se evalúa observando la respuesta del paciente (Beddaa et al., 2022).

3.4.1.2. Maniobra de deslizamiento del nervio mediano en su recorrido antebraquial (II)

El objetivo de esta maniobra es provocar el deslizamiento del nervio en sentido transversal y longitudinal, para realizar la maniobra utilizamos el antebrazo con los movimientos de flexión y extensión del codo. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino en la camilla, con rodillas y cadera en flexión, la extremidad superior del lado opuesto con el codo en flexión y la cabeza en posición neutral. A partir de esta posición inicial el fisioterapeuta apresa la parte palmar de la mano, manteniendo el pulgar separado a su vez separando la extremidad superior en abducción acerca de 90° con rotación externa de hombro, desde una posición inicial con el antebrazo supinado, la muñeca y los dedos extendidos y el codo flexionado a 90°, se procede a extender el codo hasta encontrar la primera resistencia elástica o sensación de dolor/parestesia. A partir de este punto, el fisioterapeuta ajusta la tensión del nervio según la tolerancia del paciente y realiza movimientos controlados para facilitar el deslizamiento del nervio, pudiendo incluir ajustes en la posición de la muñeca si es necesario (Rafiq et al., 2022; Zamorano Zárate, 2013)

3.4.1.3. Maniobra de deslizamiento del nervio mediano en su recorrido antebraquial, braquial y como plexo en la parte distal de la salida torácica.

El objetivo de esta maniobra es provocar el deslizamiento del nervio en sentido longitudinal, para realizar la maniobra utilizamos el antebrazo con los movimientos de depresión y elevación de la cintura escapular y movimientos de flexo extensión de la muñeca. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino sobre una camilla, con las rodillas y caderas en flexión y el brazo del lado a tratar con el codo en flexión. La cabeza y el raquis cervical deben estar en posición neutral. A partir de esta posición inicial el fisioterapeuta se posiciona al lado del paciente, se eleva la cintura escapular del paciente para reducir la dimensión de la salida torácica, sin perder la posición inicial, se separa el brazo del paciente a unos 60° mientras se extiende el codo, se rota externamente el hombro y se supina el antebrazo. El fisioterapeuta extiende la muñeca y los dedos del paciente hasta alcanzar una resistencia elástica. Luego, se ajusta la amplitud de la depresión dentro de un rango tolerable y libre de dolor,

permitiendo que la muñeca del paciente se posicione en extensión para favorecer el desplazamiento del nervio hacia proximal sin irritarlo. Finalmente, el fisioterapeuta extiende la muñeca y eleva nuevamente la cintura escapular para facilitar que el nervio se deslice distalmente a lo largo de su trayecto (Beddaa, Kably, Marzouk, Azemmour, et al., 2022)

3.4.2. Nervio Radial

3.4.2.1. Maniobra de deslizamiento del Nervio Radial en su recorrido antebraquial (I)

El objetivo de esta maniobra es provocar el deslizamiento del nervio en dirección longitudinal, para esta maniobra se utiliza el antebrazo y la mano con movimientos de flexión y extensión del codo y la muñeca. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino sobre la camilla, con rodillas y cadera en flexión y una almohada en la parte posterior de las rodillas, el codo va a estar en ligera flexión con la mano a la altura del abdomen, la cabeza y la columna estarán en posición neutral. A partir de esta posición inicial el fisioterapeuta a un lado de la cabeza del paciente mirando hacia los pies de este desciende la cintura escapular luego realiza una abducción de hombro de unos 60° aproximadamente, con el codo flexionado realiza una rotación interna de hombro, prona el antebrazo y flexiona la muñeca y los dedos. Luego se identifica la primera resistencia para realizar una extensión de codo libre de dolor, se aumenta la extensión lo que permite que la muñeca también se extienda para que las ramas del nervio radial en el antebrazo se deslicen hacia proximal. Luego se vuelve a flexionar la muñeca y el codo lo que favorece el deslizamiento del nervio hacia distal en el antebrazo (Zamorano Zárate, 2013).

3.4.2.2. Maniobra de deslizamiento del Nervio Radial en su recorrido antebraquial (II)

El objetivo de esta maniobra es provocar el deslizamiento del nervio radial en dos sentidos: transversal y longitudinal en el recorrido antebraquial proximal. Para esta maniobra se utiliza el antebrazo con sus movimientos de pronosupinación y la flexión y extensión del codo. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino sobre la camilla con rodillas y cadera en ligera flexión. El codo va a estar en ligera flexión con la mano a la altura del abdomen.

A partir de esta posición inicial el fisioterapeuta un lado del paciente mirando hacia los pies de este desciende la cintura escapular hasta sentir la resistencia elástica, luego abduce el brazo a 60° con el codo en flexión de 90° se realiza rotación interna hasta la resistencia, se prona el antebrazo y se flexiona la muñeca y dedos. Desde esta posición se extiende el codo libre de dolor permitiendo que el antebrazo pierda unos grados de pronación, y asi las ramas del nervio radial tengan un deslizamiento hacia proximal y hacia medial. Luego se vuelve a pronar el antebrazo permitiendo la flexión de codo para generar la excursión del nervio hacia distal y lateral (Cuenca-Martínez et al., 2019).

3.4.2.3. Maniobra de deslizamiento del nervio radial en su recorrido braquial, antebraquial y como plexo en la parte distal de la salida torácica.

El objetivo de esta manobra es provocar deslizamientos longitudinales en sus recorridos plexo y en la parte distal de la salida torácica. En esta maniobra se utilizan segmentos móviles como la cintura escapular y la muñeca con movimientos como depresión, elevación, flexión y extensión. Para ello, el paciente se posiciona en decúbito supino sobre la camilla con rodillas y cadera en ligera flexión. El brazo en abducción y el codo va a estar en extensión. A partir de esta posición inicial el fisioterapeuta se ubica a un lado del paciente mirando hacia los pies de este. Toma el codo del paciente apoyando su hombro en el brazo del paciente, igual que la maniobra anterior toma la mano del paciente para realizar flexión de mano y dedos. Luego se procede a identifica la resistencia a la flexión de la muñeca libre de dolor, para posteriormente aumenta la flexión para permitir la elevación de la cintura escapular con el objetivo de deslizar el nervio radial hacia distal a lo largo de la extremidad. Luego el fisioterapeuta va a deprimir la cintura escapular para que la muñeca se extienda y permita el deslizamiento del nervio hacia proximal (Zamorano Zárate, 2013).

3.4.3. Nervio cubital

3.4.3.1. Maniobra de deslizamiento del nervio cubital en su recorrido antebraquial

El fisioterapeuta posiciona al paciente sobre la camilla en decúbito supino manteniendo las caderas y rodillas en ligera flexión, ayudándose de una almohada por debajo de las rodillas para mantener la posición. La extremidad

superior contralateral al lado miembro afectado, en ligera flexión con la mano sobre el vientre. La cabeza y el cuello en posición neutral. Desde esta posición inicial se procede a deprime la cintura escapular, para seguidamente llevar el hombro hacia una abducción de 90° y el codo a una flexión por debajo de 90°.Estabilizando la posición anterior, se induce el hombro hacia rotación externa, se extiende la muñeca y los dedos 4° y 5°. Con el fin de identificar la resistencia y el dolor se flexiona el codo con el antebrazo en pronación. La movilización se ejecuta generando flexión de codo y de manera simultánea perdiendo extensión de muñeca. La maniobra se repite con el orden invertido, a fin de favorecer el deslizamiento proximal y distal del nervio (Zamorano Zárate, 2013).

3.4.4. Maniobra de deslizamiento lateral cervical

Consiste en aplicar en generar un deslizamiento lateral en una o varias vértebras cervicales, en dirección contraria al miembro superior que manifiesta mecano sensibilidad nerviosa. La tolerancia del paciente, en conjunto con la intensidad de su condición, determinarán la posición de la extremidad superior, la cual puede tener dos variantes: con precarga y descarga neurales. Para ello el fisioterapeuta posiciona a el paciente sobre la camilla en decúbito supino con las manos reposando sobre el vientre. La cabeza y el raquis cervical se mantienen en posición neutral. Desde esta posición inicial el fisioterapeuta toma con ambas manos la cabeza y el raquis cervical medio e inferior, teniendo en consideración mantener un contacto con la proyección lateral de las apófisis articulares cervicales del lado que requiere tratamiento. Teniendo como principio la neutralidad en el plano horizontal y sagital, se induce un desplazamiento lateral del raquis cervical y la cabeza hacia el lado contralateral del miembro superior afectado. Una vez identificado el rango óptimo de resistencia sin presencia de parestesias o dolor, se retorna a un rango pree elástico. En caso de requerirse se puede colocar la extremidad superior afectada en precarga neural (Rafiq et al., 2022).

3.5. Ejercicios neuro dinámicos activos

3.5.1. Plexo Braquial

3.5.1.1. Ejercicios de deslizamiento

Los ejercicios de deslizamiento del plexo braquial se realizan en sedestación o bipedestación, según la tolerancia del paciente. Incluyen movimientos circulares de hombros, elevaciones combinadas con flexiones de cuello, y alternancias de elevación y depresión del hombro con rotaciones. Para mayor intensidad, se puede añadir flexión craneocervical. Un ejercicio adicional consiste en la combinación rítmica de flexión y extensión de codos con los brazos en abducción y rotación externa. Estos movimientos favorecen el deslizamiento del plexo braquial dentro de los tejidos, mejorando la movilidad y reduciendo la irritación (Zamorano Zárate, 2013).

3.5.2. Deslizamiento en el cuello

Para facilitar el deslizamiento de las estructuras nerviosas en el cuello, se recomiendan ejercicios de retracción y rotación cervical. En posición supina sobre una camilla, el paciente debe llevar la barbilla hacia atrás y mantener esta posición durante unos segundos. Posteriormente, se realizan rotaciones de la cabeza hacia ambos lados, manteniendo la postura en cada lado durante 5 segundos. Estos movimientos, descritos por Zamorano en 2013, son útiles para mejorar la movilidad y reducir la irritación de los nervios cervicales, contribuyendo a aliviar posibles molestias en el cuello.

3.5.3. Deslizamiento de hombro

El deslizamiento de los tejidos en el hombro puede mejorar la movilidad articular, para ello se recomiendan diversos ejercicios. En posición acostada boca arriba, se realizan retracciones de los omóplatos, es decir, se juntan los hombros hacia atrás. En posición sentada o de pie, se apoyan las manos en una pared y se realiza una retracción de los omóplatos. También se incluyen movimientos circulares de los hombros, evitando elevarlos, y rotaciones internas y externas del brazo. Para complementar, se realiza un estiramiento del músculo pectoral menor, que suele estar tenso en muchas personas y limita la movilidad del

hombro. Estos ejercicios, descritos por Zamorano en 2013, son útiles para mejorar la función del hombro y aliviar posibles molestias.

3.5.4. Deslizamiento a lo largo de toda la extremidad superior

El deslizamiento a lo largo de toda la extremidad superior, se inicia con el paciente en posición supina y se progresa a una posición sentada con apoyo en la cabeza y el hombro afectado. El procedimiento consiste en llevar la palma de la mano afectada hacia el hombro opuesto y deslizarla por el pecho hasta la cadera del mismo lado, manteniendo la mano en posición neutral. Luego, se lleva el brazo a una posición cómoda, realizando una supinación del antebrazo y extendiendo la mano y los dedos. Para aumentar el rango de movimiento, se puede añadir una inclinación cervical hacia el lado opuesto al hombro afectado(Zamorano Zárate, 2013).

3.5.5. Ejercicios de estiramiento

Posición del paciente: para realizar los ejercicios el paciente debe mantenerse en sedestación.

Procedimiento:

- El paciente realiza una depresión escapular con el brazo relajado al costado y el codo extendido, manteniendo las articulaciones superiores en posición neutral.
- Separar el hombro a 90 grados con inclinación cervical hacia el lado opuesto.
- Realizar el estiramiento con ambos brazos simultáneamente, inclinando la cabeza hacia el hombro contrario al que se desea estirar más.
- Incorporar rotaciones externa o interna del hombro según el área a trabajar.

3.6. Nervio mediano

3.6.1. Ejercicios de deslizamiento

El paciente está sentado con el miembro superior a lo largo de la piel. El ejercicio se puede realizar colocando el antebrazo sobre una silla o sobre una mesa de

modo que quede en posición de pronosupinación neutra e inicialmente flexionado en la articulación del codo. El paciente realiza un movimiento activo, extendiendo alternativamente la muñeca con flexión de los dedos y volviendo a una posición neutra con extensión de los dedos. La ejecución adicional del ejercicio implica realizarlo con máxima supinación o pronación del antebrazo y luego con extensión del codo.

- En posición inicial sentada, manteniendo el antebrazo en supinación, realizar un movimiento combinado de flexión de codo con extensión de muñeca y dedos y extensión de codo con posición neutra o flexión de muñeca con flexión de dedos. Esto también se puede hacer estando de pie.

Para estos dos ejercicios, comience con una extensión de hombros de menos de 30° y mantenga la columna cervical en una posición neutral. Si la irritabilidad es alta, se pueden realizar incluso con una inclinación ipsilateral de la columna cervical. A medida que los síntomas progresen y aumente la tolerancia al ejercicio, le indicaremos al paciente que aumente el rango de extensión del hombro comenzando con posiciones de inclinación o inclinación contralateral de la cabeza y el cuello y rotación contralateral al brazo movilizado (el paciente). mira al hombro opuesto).

Desde posición de pie, simula empujar un objeto hacia el techo, con un brazo y el otro alternando una combinación de flexión y extensión del codo. En este ejercicio, es fácil combinar la extensión del codo con la dorsiflexión de la muñeca y la elevación del hombro en un empujón con una sola mano, de modo que se pueda aliviar la tensión continua sobre el sistema nervioso. Al igual que el ejercicio anterior, también se puede realizar en posición sentada.

El ejercicio anterior se puede realizar con empuje hacia adelante, donde se mantiene la muñeca en dorsiflexión, y extensión del codo combinada con protracción del hombro. La posición inicial es la flexión del codo con los brazos muy juntos. Si bien es un ejercicio en el que se realiza una secuencia de estiramientos, al realizar movimientos compuestos y no mantener el estiramiento, se busca el curso del nervio con el movimiento de las articulaciones (Boudier-Revéret et al., 2017).

3.7. Ejercicios de estiramiento

3.7.1. Ejercicio en posición de rezo:

El paciente puede estar de pie o sentado. Las palmas de las manos se unen frente al pecho, con los codos flexionados a la altura de los hombros, para incrementar el estiramiento, las manos se desplazan hacia un hombro y luego hacia el contrario, manteniendo cada posición unos segundos. Este ejercicio también genera tensión en el nervio cubital.

3.7.2. Ejercicio contra la pared:

El paciente coloca la palma de la mano contra la pared, con los dedos hacia el techo, el codo extendido y el hombro separado entre 80-100°.

Progresión del ejercicio: Extensión del codo: Comienza en flexión y avanza hacia la extensión según la tolerancia. Rotación del hombro: Inicia en rotación neutra y avanza hacia rotación externa al mejorar los síntomas. Movimiento cervical: La cabeza comienza en posición neutral y puede incluir inclinación contralateral o rotación hacia el hombro contrario conforme disminuyen los síntomas (Zamorano Zárate, 2013).

3.7.3. Serie de ejercicios de Totten y Hunter (para el síndrome del túnel carpiano):

Se inicia con la extensión de los dedos trifalángicos y la muñeca. Se avanza hacia la extensión y estiramiento del pulgar, incluyendo supinación del antebrazo, asistida con la otra mano.

3.7.4. Serie de ejercicios de Seradge:

El paciente inicia de pie, con los brazos relajados a los lados.

3.7.5. Movimientos secuenciales:

- Elevar el brazo a 90° con la palma hacia arriba.
- Extender y separar los dedos, con flexión dorsal de la muñeca.
- Flexión palmar, cierre del puño y flexión del codo, llevando el puño al hombro.

- Separación horizontal del brazo con el codo flexionado, rotando la cabeza hacia el puño.
- Extender codo y dedos con flexión dorsal, girando la cabeza hacia el hombro contrario.
- Repetir toda la secuencia con el otro brazo (Coppieters & Butler, 2008).

3.8. Nervio Cubital

3.8.1. Ejercicios de deslizamiento

En posición inicial sentado o de pie, con el antebrazo en pronación, se realiza un movimiento combinado:

Flexión: Codo, muñeca y dedos.

Extensión: Codo, muñeca y dedos.

Para progresar, se inicia con el brazo relajado a lo largo del cuerpo y se incrementa gradualmente la separación del hombro hasta alcanzar los 110°.

3.8.2. Ejercicios de estiramiento

En posición de pie, se pueden realizar los siguientes ejercicios:

- Señal de “alto”: El brazo está separado a 90°, con el codo extendido y el antebrazo en pronación. La muñeca se encuentra en flexión dorsal, con los dedos apuntando hacia arriba. Se realiza una flexión del codo con pronación del antebrazo, llevando la mano hacia la oreja y apuntando los dedos hacia el hombro.
- Ejercicio “antifaz”: La palma de la mano se apoya sobre la cara, imitando un antifaz, con los dedos pulgar e índice en pinza y los demás extendidos hacia la mandíbula. El antebrazo está completamente en pronación, con el codo en flexión. Este estiramiento puede hacerse en ambos brazos simultáneamente (Lohman Bonfiglio et al., 2021).

3.9. Nervio Radial

3.9.1. Ejercicios de deslizamiento

1. En posición de pie o sentado, con el brazo relajado a lo largo del cuerpo, se realizan los siguientes movimientos:
2. Combinación inicial: Hombro en rotación interna, codo extendido. Se combina aducción del pulgar, flexión de dedos y muñeca con progresiva separación del hombro y extensión de los dedos.
3. Depresión y elevación del hombro: Depresión del hombro: Apertura de la mano. Elevación del hombro: Cierre de la mano con aducción del pulgar.

3.9.2. Ejercicios de estiramiento

Ejercicio con palma detrás del cuerpo

Posición inicial: Palma de la mano detrás del cuerpo, codo extendido, pulgar en aducción dentro de la mano. También puede realizarse con el codo ligeramente flexionado (10°).

Movimiento:

- La mano se coloca al lado del cuerpo, con el dorso hacia delante.
- Se realiza un descenso del hombro, flexión palmar (similar a recoger una propina) y se lleva el brazo hacia atrás con extensión y rotación interna.
- Puede añadirse inclinación cervical contralateral para aumentar la tensión.

Posición inicial de separación de 90°:

- Codo ligeramente flexionado (10°) y en supinación (30°). Muñeca, mano y dedos en posición neutral.
- Excursiones del brazo:
    - **Excursión distal:** 30° de separación del hombro, codo extendido, desviación cubital, flexión de muñeca y extensión de dedos.
    - **Excursión proximal:** 110° de separación del hombro, ligera pronación, extensión de muñeca y dedos.
    - **Tensión en el codo:** Mayor tensión: 30° de separación, codo extendido (10°), desviación cubital y flexión de muñeca y dedos.

Menor tensión: 110° de separación, codo flexionado, muñeca y dedos en posición neutral (Lohman Bonfiglio et al., 2021).

3.10. Pruebas de provocación neural en el cuadrante superior

Las maniobras son utilizadas principalmente para identificar si el tejido nervioso que forma parte del plexo braquial contribuye o son responsables del dolor en región cervical y miembro superior. Butlert et al. propone cuatro pruebas básicas:

3.10.1. Prueba de provocación del nervio mediano (I)

Inicialmente el profesional posiciona al paciente en decúbito supino, caderas y rodillas ligeramente flexionadas, y la cabeza en posición neutral. El fisioterapeuta, ubicado en el lado homolateral, abduce el hombro a 90°, estabiliza la cintura escapular, extiende la muñeca y los dedos, realiza supinación del antebrazo con flexión de codo a 90° y añade rotación externa del hombro hasta la primera resistencia. Luego, extiende el codo lentamente, y si aparecen síntomas o resistencia, se evalúa estructuralmente pidiendo movimientos cervicales. Para síntomas distales, se diferencia elevando o deprimiendo la cintura escapular. La respuesta normal incluye una sensación de estiramiento doloroso en la cara anterior del antebrazo en el 90% de los casos, hormigueo en la mano en un 10% y un aumento progresivo de la actividad de los músculos elevadores de la cintura escapular y los flexores del codo (Boudier-Revéret et al., 2017).

3.10.2. Prueba de provocación del nervio mediano (II)

Esta prueba es una variante que modifica la secuencia de movimientos. El paciente se posiciona en decúbito supino con rodillas y caderas flexionadas sobre una almohada, extremidad contralateral relajada, y cabeza en posición neutral. El fisioterapeuta deprime la cintura escapular y eleva el hombro en 10° de abducción con el codo flexionado a 90°, hasta encontrar resistencia sin dolor. Luego extiende el codo, realiza rotación externa con supinación del antebrazo, extensión de muñeca y dedos, y finaliza llevando el hombro a abducción, aplicando maniobras de diferenciación estructural si es necesario (Zamorano Zárate, 2013).

3.10.3. Prueba de provocación del nervio radial

La prueba de provocación del nervio radial se realiza con el paciente en decúbito supino, caderas y rodillas ligeramente flexionadas con apoyo, y la cabeza en posición neutral. La extremidad superior contralateral se coloca con el codo semiflexionado y la mano sobre el abdomen. El paciente se posiciona al borde de la camilla para facilitar la depresión de la cintura escapular. El fisioterapeuta flexiona el codo del paciente a 90 grados, separa el hombro 10 grados y aplica una depresión escapular progresiva. Posteriormente, extiende lentamente el codo, añade rotación interna pasiva del hombro, pronación del antebrazo y flexión de muñeca y dedos, concluyendo con una abducción de hombro si no hay respuestas adversas.

En condiciones normales, el 84% de los pacientes reporta sensación de tensión o dolor en la cara dorsal proximal del antebrazo, el 32% en la cara lateral del brazo, y el 12% en el dorso de la mano. Aunque es más difícil detectar sensaciones parestésicas en el nervio radial que en el nervio mediano, la prueba puede complementarse con maniobras de diferenciación cuando sea necesario (Lohman Bonfiglio et al., 2021).

3.10.4. Prueba de provocación del nervio cubital

Esta prueba evalúa posibles alteraciones neurogénicas que afectan al cuarto y quinto dedo, al borde cubital de la mano o a la cara interna del codo. El paciente se coloca en decúbito supino con caderas y rodillas ligeramente flexionadas, cabeza y cuello en posición neutral, y la extremidad contralateral en ligera flexión con la mano sobre el abdomen.

El procedimiento consiste en realizar una depresión de la cintura escapular y una abducción pasiva del hombro a 90°, manteniendo el codo flexionado a menos de 90°. Posteriormente, se efectúa una rotación externa del hombro, flexión del codo con el antebrazo en pronación y extensión de la muñeca junto al cuarto y quinto dedo. Para identificar inestabilidad del nervio o restricciones, se aplica una maniobra de diferenciación estructural mediante inclinación cervical homolateral o contralateral, o ajustes en la cintura escapular (Lohman Bonfiglio et al., 2021).

3.10.5. Prueba de provocación del nervio musculocutáneo

El profesional posiciona al paciente en decúbito supino, con las caderas y rodillas ligeramente flexionadas, y la extremidad contralateral en ligera flexión. El hombro del miembro afectado debe estar ligeramente fuera de la camilla para permitir la depresión de la cintura escapular. La cabeza y el cuello se mantienen en posición neutral.

El procedimiento consiste en deprimir la cintura escapular mientras el codo se mantiene en semiflexión, realizar una abducción del hombro a 30° con extensión, y luego extender lentamente el codo para intensificar el dolor. Se puede añadir una desviación cubital de la muñeca. Si se ejecuta correctamente, el paciente sentirá dolor o tensión en la parte anterior del brazo (Zamorano Zárate, 2013).

3.10.6. Prueba de provocación del nervio supraescapular

El profesional posiciona al paciente en posición supina sobre la camilla, con las caderas y rodillas ligeramente flexionadas, usando una almohada debajo de las rodillas. El brazo no afectado se coloca sobre el abdomen en ligera flexión, y la cabeza y el cuello se desvían lateralmente hacia el lado opuesto al que se va a evaluar. Es esencial que el hombro afectado sobresalga un poco de la camilla para facilitar la depresión de la cintura escapular.

El procedimiento consiste en deprimir la cintura escapular mientras se realiza una leve abducción del hombro y flexión del codo por debajo de los 90°. Luego, se solicita al paciente que haga una rotación externa del hombro hasta que sienta dolor o tensión. La respuesta esperada es una sensación de dolor profundo y difuso en la cara posterolateral del hombro afectado (Zamorano Zárate, 2013).

3.11. Recorrido de los nervios ciático, femoral, sural, tibial y peroneo o fibular común.

Nervio Ciático

El nervio ciático es el nervio más grande del cuerpo humano, originándose de las raíces L4, L5, S1, S2 y S3 del plexo sacro. Este nervio desciende por la parte posterior del muslo, pasa por la región glútea y continúa hacia la pierna. A lo

largo de su trayecto, se bifurca en dos ramas principales: el nervio tibial y el nervio peroneo común, que son responsables de la inervación de la parte inferior de la pierna y el pie. Además, el nervio ciático se encarga de la inervación motora de los músculos isquiotibiales en la parte posterior del muslo, los cuales son cruciales para el movimiento de la pierna. Su función es esencial para el control de la marcha y la estabilidad del cuerpo al caminar (Brochado et al., 2024).

Nervio Femoral

El nervio femoral se origina en las raíces nerviosas L2, L3 y L4 del plexo lumbar. Su recorrido comienza al descender por la parte anterior del muslo, atravesando el agujero inguinal antes de entrar en la zona del muslo, donde se divide en varias ramas. Este nervio tiene como función principal inervar los músculos flexores de la cadera y los extensores de la rodilla, permitiendo la movilidad de estas articulaciones. Además, proporciona sensibilidad a la piel en la parte anterior del muslo y la zona medial de la pierna, jugando un papel clave tanto en el movimiento como en la percepción sensorial de estas áreas (Jiamjunyasiri et al., 2023).

Nervio Sural

El nervio sural se origina de las ramas del nervio tibial y del nervio peroneo común, específicamente de las raíces S1 y S2. Su recorrido comienza en la parte posterior de la pierna, descendiendo a lo largo de esta hasta alcanzar el lateral del pie. A lo largo de su trayecto, se encarga de proporcionar sensación a la piel de la zona posterior de la pierna y del lado externo del pie. Este nervio juega un papel importante en la sensibilidad de la pierna y el pie, permitiendo percibir estímulos en estas áreas. Su función es crucial para la percepción táctil en la parte inferior del cuerpo (Mangla et al., 2023).

Nervio Tibial

El nervio tibial, que es una rama del nervio ciático (L4-S3), se extiende por la parte posterior del muslo y la pierna. En el hueco poplíteo, se bifurca en los nervios plantares medial y lateral. Su función principal es la inervación de los músculos situados en la parte posterior de la pierna, como los flexores y los plantares, y también de la planta del pie mediante sus ramas plantares. Este

nervio es esencial para el control del movimiento y la sensación en estas áreas, facilitando acciones como la flexión de la pierna y el soporte de la planta del pie (Senarai et al., 2023).

Nervio Peroneo (o Fibular Común)

El nervio peroneo común, rama del nervio ciático (L4-S2), se divide en dos ramas principales en la parte posterior de la rodilla: el nervio peroneo superficial y el profundo. El nervio peroneo superficial inerva los músculos del compartimento lateral de la pierna, mientras que el nervio peroneo profundo lo hace con los músculos del compartimento anterior. Estos músculos son responsables de la dorsiflexión del pie y la extensión de los dedos. A lo largo de su recorrido, el nervio peroneo común se desplaza lateralmente por la pierna, asegurando la función motora y sensitiva en las áreas correspondientes (Valisena et al., 2021).

3.12. Maniobras de movilización con deslizamiento en el cuadrante inferior

3.12.1. Nervio ciático

Las maniobras de movilización con deslizamiento del nervio ciático en la región inferior son técnicas terapéuticas diseñadas para mejorar la movilidad del nervio en su trayecto dentro de las estructuras circundantes. Estas técnicas tienen como objetivo reducir la compresión del nervio, lo cual puede aliviar el dolor y otros síntomas derivados de su irritación o atrapamiento. Al facilitar el deslizamiento del nervio, se busca restaurar su función normal y disminuir las molestias asociadas, proporcionando un alivio significativo en condiciones como la ciática. Además, estas maniobras pueden contribuir a la prevención de futuras complicaciones relacionadas con el nervio ciático (Ahmad Siraj & Dadgal, 2022).

3.13. Principales maniobras para movilizar el nervio ciático

3.13.1. Deslizamiento del nervio ciático en decúbito supino

Esta técnica tiene como objetivo facilitar su movimiento a lo largo de su trayecto sin generar tensión excesiva. Para llevar a cabo esta técnica, el paciente se coloca en posición supina y el terapeuta eleva la pierna afectada manteniendo la

rodilla extendida, mientras realiza una prueba de Lasegue modificada. Durante el movimiento, se flexiona el tobillo en dorsiflexión para tensar el nervio, y se extiende para aliviar dicha tensión. La combinación de estos movimientos genera un "efecto de deslizamiento", permitiendo que el nervio se mueva de manera más libre sin causar dolor. Esta técnica es útil para reducir la rigidez y mejorar la movilidad del nervio ciático (Ahmad Siraj & Dadgal, 2022).

3.13.2. Movilización ciática en posición sedente

Esta técnica tiene por objetivo mejorar la movilidad del nervio ciático y aliviar restricciones. El paciente se sienta en el borde de la camilla con las piernas colgando y sigue las indicaciones del terapeuta para extender lentamente una pierna. Durante esta extensión, debe realizar una dorsiflexión del tobillo. Luego, el paciente debe relajar la pierna y devolverla a la posición inicial de manera controlada. Esta técnica se lleva a cabo de forma pausada y controlada, con el fin de evitar tensiones y favorecer la correcta movilización del nervio en una posición funcional.

3.13.3. Deslizamiento en decúbito lateral

Esta técnica tiene por objetivo facilitar la liberación del nervio, especialmente en la zona glútea. El paciente debe estar acostado de lado con la pierna superior extendida, mientras el terapeuta realiza movimientos pasivos de flexión y extensión de la cadera. Durante este proceso, la rodilla debe mantenerse extendida, y se moviliza el pie en dorsiflexión. Este enfoque tiene como objetivo mejorar el deslizamiento del nervio en su trayecto, promoviendo la flexibilidad y reduciendo posibles restricciones en la zona afectada (Ahmad Siraj & Dadgal, 2022).

3.14. Nervio Peroneo Común

Las maniobras de movilización con deslizamiento para el nervio peroneo común están diseñadas para mejorar la movilidad de este nervio y aliviar los síntomas asociados con atrapamiento o irritación, como hormigueo, debilidad o dolor en la parte lateral de la pierna (Otero Villaverde et al., 2021).

3.14.1. Técnicas de movilización con deslizamiento del nervio peroneo común

3.14.1.1. Movilización del nervio peroneo en decúbito supino

Esta técnica tiene como objetivo mejorar la movilidad del nervio sin generar tensiones excesivas. El paciente se coloca en decúbito supino, con la pierna afectada elevada y la rodilla ligeramente flexionada. El terapeuta realiza una combinación de dorsiflexión y eversión del pie para movilizar el nervio. La dorsiflexión ayuda a trasladar el nervio hacia la región distal, mientras que la eversión facilita la movilización de sus ramas. Esta técnica busca promover la descompresión y la mejora funcional del nervio sin provocar incomodidad al paciente.

Movilización del nervio peroneo en decúbito lateral

La movilización del nervio peroneo común en decúbito lateral se centra en la región cercana al cuello del peroné. Para realizarla, el paciente se coloca en esta posición con la pierna superior relajada, mientras el terapeuta estabiliza el cuello del peroné con una mano. Con la otra mano, el terapeuta ejecuta movimientos combinados de dorsiflexión y eversión del pie, junto con un movimiento oscilatorio de la pierna en flexión y extensión de la rodilla. Esta técnica busca liberar las restricciones locales en la zona, mejorando la movilidad del nervio peroneo y aliviando posibles tensiones o atrapamientos.

Movilización del nervio peroneo en sedestación

Esta técnica tiene por objetivo integrar el movimiento funcional con el deslizamiento del nervio. Para llevar a cabo esta técnica, el paciente se sienta con las piernas colgando y el terapeuta lo guía en un movimiento de extensión gradual de la rodilla, mientras realiza dorsiflexión y eversión del pie. Luego, el paciente debe flexionar la rodilla y relajar el pie. La repetición de estos movimientos facilita la movilización del nervio peroneo, promoviendo su deslizamiento a través de los tejidos circundantes, lo que ayuda a mejorar su funcionalidad y reducir posibles molestias o restricciones.

3.15. Nervio Tibial

Las maniobras de movilización con deslizamiento para el nervio tibial son que buscan mejorar la movilidad del nervio, reducir restricciones y aliviar síntomas como dolor, hormigueo o entumecimiento a lo largo de su recorrido. El nervio tibial es una rama del nervio ciático y se extiende desde la fosa poplítea hasta el pie, pasando por estructuras como el túnel tarsiano en el tobillo (Véras et al., 2012).

3.15.1. Técnicas de movilización con deslizamiento del nervio tibial

Movilización en decúbito supino

Esta prueba tiene como objetivo lograr el deslizamiento del nervio sin generar tensión excesiva. El paciente se coloca en decúbito supino, y el terapeuta eleva la pierna afectada con la rodilla extendida. La técnica consiste en alternar movimientos de dorsiflexión y flexión plantar del tobillo: la dorsiflexión aumenta la tensión en el nervio tibial, mientras que la flexión plantar alivia dicha tensión. A través de movimientos rítmicos y suaves entre estos dos rangos de movimiento, se favorece la movilización del nervio tibial, mejorando su deslizamiento sin comprometer su integridad.

Movilización en sedestación

Esta técnica tiene como objetivo mejorar la movilidad funcional. En esta técnica, el paciente se sienta con las piernas colgando y debe extender lentamente una pierna, mientras realiza una dorsiflexión del tobillo. Luego, regresa a la posición inicial, relajando el tobillo. Este movimiento está diseñado para promover el deslizamiento del nervio tibial, facilitando así la flexibilidad y el rango de movimiento en la zona. La combinación de la extensión de la pierna y el control del tobillo ayuda a liberar tensiones y mejora la funcionalidad del nervio tibial.

Movilización específica del túnel tarsiano

Las técnicas de movilización con deslizamiento del nervio tibial se pueden enfocar en aliviar atrapamientos en el túnel tarsiano. Para llevar a cabo la movilización específica de esta área, se coloca al paciente en decúbito supino o en sedestación con las piernas extendidas. El terapeuta fija el maléolo medial y realiza movimientos pasivos de dorsiflexión y eversión del pie, combinados con

una presión suave a lo largo del trayecto del túnel tarsiano. Además, se puede aplicar liberación miofascial en el retináculo de flexión para mejorar el tratamiento y reducir las tensiones que puedan estar provocando el atrapamiento del nervio tibial.

3.16. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral (I).

Esta maniobra se utiliza para movilizar el nervio a lo largo de su trayecto por el muslo, comenzando con el paciente en decúbito lateral sobre el lado contrario al que se va a tratar, con las caderas y rodillas flexionadas. El fisioterapeuta coloca la rodilla totalmente flexionada y estabiliza la cadera del lado a evaluar para evitar su inclinación. Luego, se extiende lentamente la cadera hasta alcanzar el rango óptimo de resistencia elástica sin causar dolor. Una vez logrado esto, se permite la extensión de la rodilla mientras se aumenta la extensión de la cadera, generando el deslizamiento proximal del nervio femoral (Pellicciari et al., 2019).

3.17. Desde la posición anterior, la rodilla vuelve a flexionarse mientras disminuye la extensión de la cadera, provocando un deslizamiento distal.

3.17.1. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral (II).

Esta maniobra se realiza con el paciente en decúbito prono, con la región lumbar en latero-flexión hacia el lado contrario al que se va a tratar. El fisioterapeuta flexiona pasivamente la rodilla del paciente, permitiendo que la cadera también se flexione, lo que genera un deslizamiento distal. Al apoyar la región glútea, se reduce la flexión de la cadera y se permite que la rodilla pierda flexión para promover el deslizamiento proximal. Este enfoque estimula el movimiento del nervio femoral en los muslos y glúteos. La escoliosis lumbar no es relevante en esta maniobra, y se emplea cuando la tolerancia a la extensión lumbar es limitada (Lin et al., 2014).

3.17.2. Maniobra de deslizamiento del nervio femoral y del neuroeje.

Esta maniobra tiene por objetivo integrar la movilización de ambos elementos para mejorar el tratamiento. El fisioterapeuta debe colocarse en decúbito lateral

sobre el mismo lado que se está tratando, lo que permite combinar los movimientos de flexión y extensión de la cabeza y el cuello con los de la rodilla. Esta sincronización crea un deslizamiento del nervio femoral y el neuroeje, favoreciendo el desplazamiento del eje nervioso a lo largo del canal espinal, cerca del plexo lumbar. Este enfoque facilita la movilidad del nervio femoral al actuar sobre el neuroeje, mejorando la función y reduciendo posibles restricciones o tensiones (Murape et al., 2022).

3.17.3. Maniobra de deslizamiento del nervio obturador

Para esta maniobra se posiciona al paciente en decúbito lateral sobre el lado opuesto al que se va a tratar, con las caderas y rodillas flexionadas. El fisioterapeuta estabiliza la pelvis del paciente y, sujetando la extremidad superior con la rodilla semi flexionada, mueve la cadera en abducción hasta llegar al punto de resistencia y dolor, buscando un rango sin dolor. Esta maniobra puede incluir movimientos de la cabeza y cuello para afectar el neuroeje y ajustar el deslizamiento distal o proximal. Además, se puede limitar el deslizamiento al trayecto lumbo-pélvico combinando la abducción del muslo con la elevación o depresión de la hemipelvis según se busque el deslizamiento distal o proximal. Existen diversas combinaciones de movilización que involucren el neuroeje, adaptándose a las necesidades terapéuticas (Ranjan et al., 2024).

3.18. Ejercicios neurodinamicos activos

3.18.1. Nervio ciático

Ejercicios de deslizamiento

La posición de partida para estos ejercicios considera al paciente en sedestación con la cadera flexionada a 90 grados y la región dorsolumbar en flexión máxima, manteniendo la pelvis en posición vertical. El ejercicio consiste en extender la rodilla y el cuello, seguido de la flexión de ambos. Este movimiento puede modificarse al mantener el tobillo en flexión plantar o combinarla con la extensión de la rodilla, trabajando así sobre el nervio peroneo en lugar del tibial.

Otra variación se realiza acostado boca arriba con una pierna flexionada a 90 grados en la cadera y el tobillo en flexión dorsal. El paciente extiende la rodilla

mientras levanta el pie y extiende el cuello, seguido de la flexión de la rodilla y la cabeza. En otra postura, el paciente está acostado con una pierna en flexión y el pie en el suelo, mientras la otra pierna está extendida y apoyada en la cama. Aquí se realiza un movimiento rítmico que combina la flexión de la cadera y la extensión del cuello, regresando a la posición inicial con la flexión del cuello.

En todos estos ejercicios, el aumento de la carga sobre el sistema nervioso es notable si se inicia el movimiento con una inclinación dorsolumbar hacia el lado opuesto al que se desea movilizar. Este enfoque permite trabajar distintas áreas del nervio ciático y mejorar su deslizamiento y funcionalidad. Las variaciones en los movimientos y posturas permiten adaptar el ejercicio a las necesidades específicas de cada paciente, optimizando los beneficios del tratamiento (Hernández et al., 2024).

Ejercicios de estiramiento

La posición de partida para estos ejercicios considera al paciente en decúbito supino. En esta posición, un pie debe estar bien apoyado mientras la cadera y la rodilla permanecen flexionadas. El miembro inferior a trabajar debe ajustarse para que la cadera forme un ángulo de 90 grados, con la rodilla extendida y el tobillo en flexión dorsal. Además, la cabeza del paciente debe estar ligeramente flexionada hacia adelante para potenciar el estiramiento.

Existen diversas técnicas para aumentar la tensión en el estiramiento. Una de ellas es la flexión cervical relacionada con la flexión craneocervical. Otra opción es colocar la otra pierna en la misma posición de flexión de cadera, extensión de rodilla y flexión dorsal del tobillo, lo que contribuye al estiramiento del nervio ciático. Alternativamente, se puede comenzar en decúbito supino e inclinar el tronco hacia el lado opuesto de la pierna a estirar, lo que ayuda a incrementar la intensidad del ejercicio.

Además, se puede añadir tensión a las extremidades superiores al deprimir los hombros, separándolos entre 30 y 90 grados, y extendiendo los codos y los dedos. Es importante tener en cuenta que, si el pie se coloca en flexión plantar, se favorecerá el estiramiento del nervio peroneo, en lugar del tibial, lo cual es relevante en la elección del ejercicio según el nervio a tratar (Hernández et al., 2024).

3.18.2. Nervio femoral

Ejercicios de deslizamiento

El paciente se coloca en bipedestación, fijando su mirada en la pared o en una silla que le brinde equilibrio. Con su mano del mismo lado, sostiene su pie mientras realiza una flexión de rodilla, manteniendo la cadera en posición neutral, puede existir una variación donde se realice con una ligera extensión. Simultáneamente, se lleva a cabo una extensión craneocervical, alternando este movimiento con la flexión de cadera y una flexión craneocervical.

En esta misma postura, al mantener la rodilla flexionada, se induce un deslizamiento que combina la extensión de la cadera con la elevación de la hemipelvis del mismo lado, así como también la flexión de la cadera acompañada del descenso de la hemipelvis. Posteriormente, el paciente se sitúa en decúbito prono, apoyando los codos y elevando el torso de la colchoneta en una posición similar a la esfinge. En esta posición, flexiona la rodilla hasta el límite que le es tolerable, manteniendo la cabeza en extensión, y extiende la rodilla mientras flexiona cabeza y cuello (Zamorano Zárate, 2013).

3.18.3. Neuroeje

Ejercicios de deslizamiento

El paciente se encuentra en decúbito supino, con las piernas flexionadas y los pies bien apoyados en el suelo, mientras que los brazos reposan a los lados del cuerpo, inicialmente descansando sobre el abdomen. Desde esta posición, realiza un movimiento que combina la flexión craneocervical con una báscula anterior de la pelvis, seguido de una extensión craneocervical con báscula posterior.

- Para aumentar la carga en el sistema nervioso, se pueden variar las posiciones iniciales de diversas maneras:
    - Los miembros superiores pueden extenderse a los lados del cuerpo, aumentando la separación de los hombros y jugando con la supinación y pronación de los brazos.

- Se puede inclinar el tronco hacia un lado específico para incrementar la tensión o bien flexionar una o ambas caderas, manteniendo las rodillas extendidas

Además, en la misma posición de decúbito supino, se puede colocar una almohada bajo las rodillas, lo que permite asociar la flexión craneocervical con la espiración diafragmática y la extensión craneocervical con la inspiración diafragmática.

En un contexto de sedestación, se parte desde una postura en flexión tanto a nivel dorsolumbar como cervical, acompañada por las rodillas flexionadas y los pies en flexión plantar. A partir de aquí, el ejercicio implica una coordinación de movimientos: se extienden ambas rodillas mientras se realiza flexión dorsal, junto con una extensión simultánea de cabeza y cuello. Al mismo tiempo, se mantienen las rodillas flexionadas y los pies en flexión plantar. Es importante destacar que, si se invierte la acción, optando por una flexión cervical con extensión de rodillas y tobillos, se genera un estiramiento en lugar de un deslizamiento, como menciona Zamorano (2013).

Desde la bipedestación se puede integral el movimiento en apoyo con una pared, donde las partes desde el occipital hasta el sacro deben estar apoyadas a la superficie antes mencionada, se sostiene una posición con la pelvis en basculación posterior y una leve flexión craneocervical. Los pies deben estar separados de la pared, asegurando que las rodillas no sobrepasen la línea de los dedos de los pies al realizar el ejercicio. Desde esta posición, los brazos se sitúan a 90 grados, apoyados en la pared con los codos también flexionados. El ejercicio combina una sentadilla con la extensión completa de los codos, elevando los hombros y regresando a la posición inicial de las extremidades superiores a la vez que se extienden las rodillas (Zamorano Zárate, 2013).

Referencias Bibliográficas

Referencias Bibliográficas

Afridi, B., Khan, H., Akkol, E. K., & Aschner, M. (2021). Pain Perception and Management: Where do We Stand? *Current Molecular Pharmacology*, *14*(5), 678-688. https://doi.org/10.2174/1874467213666200611142438

Ahmad Siraj, S., & Dadgal, R. (2022, diciembre 26). *Physiotherapy for Piriformis Syndrome Using Sciatic Nerve Mobilization and Piriformis Release*. https://www.cureus.com/articles/121332-physiotherapy-for-piriformis-syndrome-using-sciatic-nerve-mobilization-and-piriformis-release#!/. https://www.cureus.com/articles/121332-physiotherapy-for-piriformis-syndrome-using-sciatic-nerve-mobilization-and-piriformis-release#!/

Alcántara Montero, A., Sánchez Carnerero, C. I., & Goicoechea García, C. (2019). Terapias emergentes en desarrollo clínico y nuevas aportaciones en dolor neuropático. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, *66*(6), 324-334. https://doi.org/10.1016/j.redar.2019.02.003

Alonso Babarro, A. (2011). La importancia de evaluar adecuadamente el dolor. *Atención Primaria*, *43*(11), 575-576. https://doi.org/10.1016/j.aprim.2011.07.003

Anderson, J. C. (2016). Common Fibular Nerve Compression: Anatomy, Symptoms, Clinical Evaluation, and Surgical Decompression. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, *33*(2), 283-291. https://doi.org/10.1016/j.cpm.2015.12.005

Andrews, K., Rowland, A., Pranjal, A., & Ebraheim, N. (2018). Cubital tunnel syndrome: Anatomy, clinical presentation, and management. *Journal of Orthopaedics*, *15*(3), 832-836. https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.08.010

Anjum, A., Yazid, M. D., Fauzi Daud, M., Idris, J., Ng, A. M. H., Selvi Naicker, A., Ismail, O. H. R., Athi Kumar, R. K., & Lokanathan, Y. (2020). Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(20), 7533. https://doi.org/10.3390/ijms21207533

Araya Quintanilla, F., Polanco Cornejo, N., Cassis Mahaluf, A., Ramírez Smith, V., & Gutiérrez Espinoza, H. (2018). Efectividad de la movilización neurodinámica en el dolor y funcionalidad en sujetos con síndrome del túnel carpiano: Revisión sistemática. *Rev. Soc. Esp. Dolor*, 26-36.

Ballester Navarro, I., & García, S. (2015). Tratamiento del dolor irruptivo. *Medicina Paliativa*, *22*, 15-19. https://doi.org/10.1016/S1134-248X(15)30004-5

Bauknight, J., Shah, H. A., Fouad, C., Schimoler, P. J., Miller, M. C., Yetter, W., & Tang, P. (2024). Assessment of ulnar nerve tension directed towards understanding cubital tunnel syndrome. *Journal of Hand and Microsurgery*, *16*(4), 100068. https://doi.org/10.1016/j.jham.2024.100068

Beddaa, H., Kably, B., Marzouk, B., Azemmour, Y., Alaoui, I. B., & Birouk, N. (2022). Syndrome du canal carpien bilatéral modéré amélioré par la mobilisation neurodynamique du nerf médian: À propos d´un cas. *The Pan*

African Medical Journal, *42*(231), Article 231. https://doi.org/10.11604/pamj.2022.42.231.33240

Beddaa, H., Kably, B., Marzouk, B., Mouhi, I., Marfak, A., Azemmour, Y., Alaoui, I. B., & Birouk, N. (2022). The effectiveness of the median nerve neurodynamic mobilisation techniques in women with mild or moderate bilateral carpal tunnel syndrome: A single-blind clinical randomised trial. *South African Journal of Physiotherapy*, *78*(1), Article 1. https://doi.org/10.4102/sajp.v78i1.1823

Bendaña, J. E. (2020). Dolor neuropático: Actualización en definiciones y su tratamiento farmacológico. *REV MED HONDUR*, *88*(1).

Boudier-Revéret, M., Gilbert, KK., Allégue, DR., Moussadyk, M., Brismée, JM., Sizer, PS., Feipel, V., Dugailly, PM., & Sobczak, S. (2017). Effect of neurodynamic mobilization on fluid dispersion in median nerve at the level of the carpal tunnel: A cadaveric study. *Musculoskeletal Science and Practice*, *31*, 45-51. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.07.004

Bouhassira, D. (2019). Neuropathic pain: Definition, assessment and epidemiology. *Revue Neurologique*, *175*(1), 16-25. https://doi.org/10.1016/j.neurol.2018.09.016

Brochado, J. F., Pereira, J., Brochado, J. F., & Pereira, J. (2024). Behind the Pain: Understanding and Treating Piriformis Syndrome. *Cureus*, *16*. https://doi.org/10.7759/cureus.70750

Brown, M. N., Pearce, B. S., Trescot, A. M., & Karl, H. W. (2016). Medial Plantar Nerve Entrapment. En A. M. Trescot (Ed.), *Peripheral Nerve Entrapments: Clinical Diagnosis and Management* (pp. 845-857). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27482-9_75

Brown, M. N., Pearce, B. S., Vanetti, T. K., Trescot, A. M., & Karl, H. W. (2016). Lateral Plantar Nerve Entrapment. En A. M. Trescot (Ed.), *Peripheral Nerve Entrapments: Clinical Diagnosis and Management* (pp. 833-844). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27482-9_74

Camargo, D., Jiménez, J., Archila, E., & Villamizar, M. (2004). El dolor: Una perspectiva epidemiológica. *Rev. Univ. Ind. Santander, Salud*, 40-51.

Carolus, A. E., Becker, M., Cuny, J., Smektala, R., Schmieder, K., & Brenke, C. (2019). The Interdisciplinary Management of Foot Drop. *Deutsches Arzteblatt International*, *116*(20), 347-354. https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0347

Castro Lopes, J. M. (2013). MECANISMOS FISIOPATOLÓGICOS DEL DOLOR NEUROPÁTICO. *Sociedad Ecuatoriana para Estudio y Tratamiento del Dolor*. https://sociedadecuatorianadeldolor.com/wp-content/uploads/2016/12/Dor-NeuP-Ecuador-2013.pdf

Cerveró, F. (2013). *Dolor crónico: Por que unos sí y otros no*.

Chang, M. C. (2018). Efficacy of Pulsed Radiofrequency Stimulation in Patients with Peripheral Neuropathic Pain: A Narrative Review. *Pain Physician*, *21*(3), E225-E234.

Chimenti, R. L., Frey-Law, L. A., & Sluka, K. A. (2018). A Mechanism-Based Approach to Physical Therapist Management of Pain. *Physical Therapy*, *98*(5), 302-314. https://doi.org/10.1093/ptj/pzy030

Choo, Y. J., Park, C. H., & Chang, M. C. (2020). Rearfoot disorders and conservative treatment: A narrative review. *Annals of Palliative Medicine*, *9*(5), 3546-3552. https://doi.org/10.21037/apm-20-446

Cobo Cervantes, C. E., Navarro Ortiz, R., & Velasco Medina, J. (2016, junio 5). *Schwannoma de nervio peroneo profundo: A propósito de un caso y revisión de la literatura*. http://www.elsevier.es/es-revista-revista-del-pie-tobillo-366-avance-resumen-schwannoma-nervio-peroneo-profundo-proposito-S1697219816301185

Coppieters, M. W., & Butler, D. S. (2008). Do «sliders» slide and «tensioners» tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy*, *13*(3), 213-221. https://doi.org/10.1016/j.math.2006.12.008

Costantini, M., Tunks, K., Wyatt, C., Zettel, H., & MacDermid, J. C. (2006). Age and Upper Limb Tension Testing Affects Current Perception Thresholds. *Journal of Hand Therapy*, *19*(3), 307-317. https://doi.org/10.1197/j.jht.2006.04.015

Crossman, A., & Neary, D. (2019). *Neuroanatomía* (6th ed.). https://shop.elsevier.com/books/neuroanatomia-texto-y-atlas-en-color/crossman/978-84-9113-570-8

Cuenca-Martínez, F., Grande-Alonso, M., Suso-Martí, L., La Touche, R., Cuenca-Martínez, F., Grande-Alonso, M., Suso-Martí, L., & Touche, R. L. (2019). Therapeutic exercise based on biobehavioral approach for the rehabilitation of a radial nerve injury after surgical removal of a schwannoma: A case report. *Journal of Exercise Rehabilitation*, *15*(4), 628-635. https://doi.org/10.12965/jer.1938372.186

Daza, L., Fernandes, J., Gunston, G., & Luckrajh-Williams, J. (2025). Variations of the ulnar nerve within the ulnar tunnel and palm in a select South African population. *Translational Research in Anatomy*, *38*, 100375. https://doi.org/10.1016/j.tria.2024.100375

De Nuccio, F., Kashyrina, M., Serinelli, F., Laferrière, F., Lofrumento, D. D., De Giorgi, F., & Ichas, F. (2023). Oligodendrocytes Prune Axons Containing α-Synuclein Aggregates In Vivo: Lewy Neurites as Precursors of Glial Cytoplasmic Inclusions in Multiple System Atrophy? *Biomolecules*, *13*(2), 269. https://doi.org/10.3390/biom13020269

Desai, S. S., & Cohen-Levy, W. B. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Tibial Nerve. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537028/

Dididze, M., Tafti, D., & Sherman, A. L. (2024). Pronator Teres Syndrome. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526090/

Drăghici, N. C., Bolchis, R., Popa, L. L., Văcăraș, V., Iluț, S., Bashimov, A., Domnița, D. M., Dragoș, H. M., Vlad, I., & Mureșanu, D. F. (2024). Rare entrapment neuropathies of the lower extremity: A narrative review. *Medicine*, *103*(35), e39486. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000039486

Drăghici, N. C., Văcăraș, V., Bolchis, R., Bashimov, A., Domnița, D. M., Iluț, S., Popa, L. L., Lupescu, T. D., & Mureșanu, D. F. (2023). Diagnostic Approach to Lower Limb Entrapment Neuropathies: A Narrative Literature Review. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, *13*(21), 3385. https://doi.org/10.3390/diagnostics13213385

Efstathiou, M. A., Stefanakis, M., Savva, C., & Giakas, G. (2015). Effectiveness of neural mobilization in patients with spinal radiculopathy: A critical review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *19*(2), 205-212. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.08.006

Escobar Álvarez, Y., Biete i Solà, A., Camba Rodríguez, M., Gálvez Mateos, R., Mañas Rueda, A., Rodríguez Sánchez, C. A., Rodríguez Mesa, D., & Tuca i Rodríguez, A. (2013). Diagnosis and treatment of breakthrough cancer pain: Consensus recomendations. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *20*(2), 61-68. https://doi.org/10.4321/S1134-80462013000200005

Failde, I. (2008). La epidemiología en el estudio del dolor, tan básica como necesaria. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *15*(4), 207-208.

Fillingim, R. B., Loeser, J. D., Baron, R., & Edwards, R. R. (2016). Assessment of Chronic Pain: Domains, Methods, and Mechanisms. *The Journal of Pain*, *17*(9 Suppl), T10-20. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.08.010

Finnerup, N. B., Kuner, R., & Jensen, T. S. (2021). Neuropathic Pain: From Mechanisms to Treatment. *Physiological Reviews*, *101*(1), 259-301. https://doi.org/10.1152/physrev.00045.2019

Forcada, A. L. G. (2019). Neuropatías, radiculopatías y plexopatías. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, *12*(75), 4423-4436. https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.023

Ganapathy, M. K., Reddy, V., & Tadi, P. (2024). Neuroanatomy, Spinal Cord Morphology. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545206/

Giuffre, B. A., Black, A. C., & Jeanmonod, R. (2023). Anatomy, Sciatic Nerve. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482431/

Glover, N. M., Black, A. C., & Murphy, P. B. (2023). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Radial Nerve. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534840/

Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Stewart, S. A., Bagg, M. K., Stanojevic, S., Yamato, T. P., & Saragiotto, B. T. (2021). Some types of exercise are more effective than others in people with chronic low back pain: A network meta-analysis. *Journal of Physiotherapy*, *67*(4), 252-262. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.09.004

Hernández, D. M. G., Pérez, H. I. O., Ardón, F. B., Núñez, C. L. T., & Moreno, J. G. O. (2024). Effectiveness of neurodynamic mobilization and MCGILL-type strengthening exercises in patients with piriformis syndrome: Study protocol for a randomized controlled trial. *Fizicna Reabilitacia ta Rekreacijno-Ozdorovci Tehnologii*, *9*(3), 188-200. Scopus. https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9(3).08

Hsu, J. R., Mir, H., Wally, M. K., Seymour, R. B., & Orthopaedic Trauma Association Musculoskeletal Pain Task Force. (2019). Clinical Practice Guidelines for Pain Management in Acute Musculoskeletal Injury. *Journal of Orthopaedic Trauma*, *33*(5), e158-e182. https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001430

Huang, C., Zhang, L., Hu, X., Liu, Q., Qu, W., & Li, R. (2021). Femoral nerve compression caused by a hibernoma in the right thigh: A case report and literature review. *BMC Surgery*, *21*(1), 30. https://doi.org/10.1186/s12893-020-01040-y

Jäkel, S., & Dimou, L. (2017). Glial Cells and Their Function in the Adult Brain: A Journey through the History of Their Ablation. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, *11*, 24. https://doi.org/10.3389/fncel.2017.00024

Jaqueline da Cunha, M., Rech, K. D., Salazar, A. P., & Pagnussat, A. S. (2021). Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *64*(1), 101388. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.012

Jiamjunyasiri, A., Tsutsumi, M., Muro, S., & Akita, K. (2023). Origin, course, and distribution of the posterior femoral cutaneous nerve and the spatial relationship among its branches. *Anatomical Science International*, *98*(4), 540-547. https://doi.org/10.1007/s12565-023-00721-x

José Cid, C., Juan Pablo Acuña, B., Javier de Andrés, A., Luis Díaz, J., & Leticia Gómez-Caro, A. (2014). ¿Qué y cómo evaluar al paciente con dolor crónico? Evaluación del paciente con dolor crónico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *25*(4), 687-697. https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70090-2

Kesserwani, H. (s. f.). The «Dangles» — Wrist, Finger and Thumb Drop: A Case Report of Saturday Night Palsy and a Historical and Molecular Detour. *Cureus*, *13*(2), e13195. https://doi.org/10.7759/cureus.13195

Khan, Y. S., & Lui, F. (2024). Neuroanatomy, Spinal Cord. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559056/

Krebs, C., Weinberg, J., Akesson, E., & Dilli, E. (2018). *Neurociencia* (2da ed.). Lippincott Illustrated Reviews Series. https://shop.lww.com/LIR--Neurociencia/p/9788417370763

Kumar, S., Mangi, M. D., Zadow, S., & Lim, W. (2023). Nerve entrapment syndromes of the lower limb: A pictorial review. *Insights into Imaging*, *14*(1), 166. https://doi.org/10.1186/s13244-023-01514-6

Lara-Aparicio, S. Y., Laureani-Fierro, A. J., Morgado-Valle, C., Beltrán-Parrazal, L., Rojas-Durán, F., García, L. I., Toledo-Cárdenas, R., Hernández, M. E., Manzo, J., & Pérez, C. A. (2022). Latest research on the anatomy and physiology of the cerebellum. *Neurology Perspectives*, *2*(1), 34-46. https://doi.org/10.1016/j.neurop.2021.12.002

Lara-Solares, A., Mayoral-Rojals, V., Guillén-Núñez, M. del R., Villafaña-Tello, J. de J. S., Cantú-Brito, C., Genis-Rondero, M. Á., Nader-Kawachi, J. A., Tito-Hernández, H., Salado-Ávila, M. M., Paz-Lozano, J. A. D. la, Hernández-Ortiz, A., Flores-Cantisani, J. A., Leyva-Rendón, A., Hernández-Santos, J. R., Lara-Solares, A., Mayoral-Rojals, V., Guillén-Núñez, M. del R., Villafaña-Tello, J. de J. S., Cantú-Brito, C., … Hernández-Santos, J. R. (2019). Consenso multidisciplinario de diagnóstico y tratamiento del dolor neuropático periférico y localizado en México. *Gaceta médica de México*, *155*(4), 428-435. https://doi.org/10.24875/gmm.19005195

Lin, P.-L., Shih, Y.-F., Chen, W.-Y., & Ma, H.-L. (2014). Neurodynamic Responses to the Femoral Slump Test in Patients With Anterior Knee Pain Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *44*(5), 350-357. https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4781

Lohman Bonfiglio, C. M., Gilbert, K. K., Brismée, J.-M., Sobczak, S., Hixson, K. M., James, C. R., & Sizer, P. J. (2021). Upper limb neurodynamic testing with radial and ulnar nerve biases: An analysis of cervical spinal nerve mechanics. *Musculoskeletal Science and Practice*, *52*, 102320. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102320

Mancheno Abdo, G., Martinez Morillo, M., Tejera Segura, B., & Olivé, A. (2011). Síndrome de Wartenberg. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología*, *12*(4), 128-130. https://doi.org/10.1016/j.semreu.2011.08.001

Mangla, N., Wadhwa, S., Mishra, S., Sural, S., & Vasudeva, N. (2023). Cadaveric Study of Variations in the Course of Lateral Femoral Cutaneous Nerve: Insight to Prevent Injury. *Medeniyet Medical Journal*, *38*(3), 172-179. https://doi.org/10.4274/MMJ.galenos.2023.23356

Maritza Velasco, V. (2014). Dolor neuropático. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *25*(4), 625-634. https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70083-5

Martinez-Morga, M., & Martinez, S. (2017). [Neuroplasticity: Synaptogenesis during normal development and its implication in intellectual disability]. *Revista De Neurologia*, *64*(s01), S45-S50.

Mavroeidi, P., & Xilouri, M. (2021). Neurons and Glia Interplay in α-Synucleinopathies. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(9), 4994. https://doi.org/10.3390/ijms22094994

Modrak, M., Talukder, M. A. H., Gurgenashvili, K., Noble, M., & Elfar, J. C. (2020). Peripheral nerve injury and myelination: Potential therapeutic strategies. *Journal of neuroscience research*, *98*(5), 780-795. https://doi.org/10.1002/jnr.24538

Murape, T., Ainslie, T. R., Basson, C. A., & Schmid, A. (2022). Does the efficacy of neurodynamic treatments depend on the presence and type of criteria used to define neural mechanosensitivity in spinally-referred leg pain? A systematic review and meta-analysis. *South African Journal of Physiotherapy*, *78*(1), Article 1. https://doi.org/10.4102/sajp.v78i1.1627

No, H.-J., Yi, H.-A., Won, K. S., Chang, H. W., & Kim, H. W. (2019). Asociación entre daños en la sustancia blanca y metabolismo de la glucosa cerebral en pacientes con disfunción cognitiva. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*, *38*(3), 160-166. https://doi.org/10.1016/j.remn.2018.12.001

Otero Villaverde, S., Díaz Recarey, M. E., Formigo Couceiro, Martín Mourelle, R., & No Sánchez, J. (2021). Neuropatía peronea secundaria a ganglión extraneural: Revisión de literatura y propuesta de tratamiento. Caso no positivo. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, *28*(6), 354-357. https://doi.org/10.20986/resed.2022.3919/2021

Padua, L., Coraci, D., Erra, C., Pazzaglia, C., Paolasso, I., Loreti, C., Caliandro, P., & Hobson-Webb, L. D. (2016). Carpal tunnel syndrome: Clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet. Neurology*, *15*(12), 1273-1284. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30231-9

Palmer, B. A., & Hughes, T. B. (2010). Cubital tunnel syndrome. *The Journal of Hand Surgery*, *35*(1), 153-163. https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.11.004

Pellicciari, L., Paci, M., Geri, T., Piscitelli, D., & Baccini, M. (2019). Mobilization of the contralateral limb in Slump position: Effects on knee extension in healthy adult subjects. *Acta Biomedica Atenei Parmensis*, *90*(3), 245-252. https://doi.org/10.23750/abm.v90i3.7236

Peng, H.-R., Zhang, Y.-K., & Zhou, J.-W. (2022). The Structure and Function of Glial Networks: Beyond the Neuronal Connections. *Neuroscience Bulletin*, *39*(3), 531-540. https://doi.org/10.1007/s12264-022-00992-w

Pineda, D., Barroso, F., Cháves, H., & Cejas, C. (2014). Neurografía de alta resolución del nervio peroneo en resonancia magnética 3T. *Radiología*, *56*(2), 107-117. https://doi.org/10.1016/j.rx.2013.11.001

Puebla Díaz, F. (2005). Tipos de dolor y escala terapéutica de la O.M.S.: Dolor iatrogénico. *Oncología (Barcelona)*, *28*(3), 33-37.

Rafiq, S., Zafar, H., Gillani, S. A., Waqas, M. S., Liaqat, S., Zia, A., & Rafiq, Y. (2022). Effects of Neurodynamic Mobilization on Health-Related Quality of Life and Cervical Deep Flexors Endurance in Patients of Cervical

Radiculopathy: A Randomized Trial. *BioMed Research International*, *2022*, 9385459. https://doi.org/10.1155/2022/9385459

Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: Concepts, challenges, and compromises. *Pain*, *161*(9), 1976-1982. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939

Ranjan, R., Kumari, R., Kujur, B., Singh, R. P., Sanga, A., Ranjan, R., Kumari, D. R., Kujur, B., Singh, D. R. P., & Sanga, A. (2024). Obturator Nerve Block: An Anatomical Perspective. *Cureus*, *16*. https://doi.org/10.7759/cureus.59125

Reinhold, A. K., & Rittner, H. L. (2017). Barrier function in the peripheral and central nervous system-a review. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, *469*(1), 123-134. https://doi.org/10.1007/s00424-016-1920-8

Savastano, L. E., Laurito, S. R., Fitt, M. R., Rasmussen, J. A., Gonzalez Polo, V., & Patterson, S. I. (2014). Sciatic nerve injury: A simple and subtle model for investigating many aspects of nervous system damage and recovery. *Journal of Neuroscience Methods*, *227*, 166-180. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2014.01.020

Senarai, T., Suwannakhan, A., Pratipanawatr, T., Yammine, K., Yurasakpong, L., Sathapornsermsuk, T., Janta, S., & Kittiboonya, A. (2023). Normative Reference Values of the Tibial Nerve in Healthy Individuals Using Ultrasonography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(19), Article 19. https://doi.org/10.3390/jcm12196186

Shacklock, M., Giménez Donoso, C., & Lucha López, M. ªO. (2007). Hacia un enfoque clínico-científico en el diagnóstico con test neurodinámicos (tensión neural). *Fisioterapia*, *29*(6), 288-297. https://doi.org/10.1016/S0211-5638(07)74454-1

Shahan, B., Choi, E. Y., & Nieves, G. (2021). Cerebrospinal Fluid Analysis. *American Family Physician*, *103*(7), 422-428.

Shamrock, A. G., & Das, J. M. (2023). Radial Tunnel Syndrome. En *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK555937/

Shon, H.-C., Park, J.-K., Kim, D.-S., Kang, S.-W., Kim, K.-J., & Hong, S.-H. (2018). Supracondylar process syndrome: Two cases of median nerve neuropathy due to compression by the ligament of Struthers. *Journal of Pain Research*, *11*, 803-807. https://doi.org/10.2147/JPR.S160861

Snell, R. (2009). *NEUROANATOMIA CLINICA* (7ª). Ovid Technologies. https://www.casadellibro.com/libro-neuroanatomia-clinica-7-ed/9788496921511/1658116?msockid=0b49283b8aca669020743a5b8b6d6714

Soubeyrand, M., Melhem, R., Protais, M., Artuso, M., & Crézé, M. (2020). Anatomy of the median nerve and its clinical applications. *Hand Surgery & Rehabilitation*, *39*(1), 2-18. https://doi.org/10.1016/j.hansur.2019.10.197

Steele, R., Coker, C., Freed, B., Wright, B., & Brauer, P. (2021). Anatomy of the sural nerve complex: Unaccounted anatomic variations and morphometric data. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, *238*, 151742. https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151742

Thau, L., Reddy, V., & Singh, P. (2024). Anatomy, Central Nervous System. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542179/

Torrico, T. J., & Munakomi, S. (2024). Neuroanatomy, Thalamus. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542184/

Valisena, S., Gamulin, A., & Didier, H. (2021). *The Intraseptal Course of the Superficial Peroneal Nerve: An Anatomic Study*. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/10711007211002508

Véras, L. S. T., Vale, R. G. de S., Mello, D. B. de, Castro, J. A. F. de, Lima, V., Trott, A., & Dantas, E. H. M. (2012). Electromyography function, disability degree, and pain in leprosy patients undergoing neural mobilization treatment. *Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical*, *45*(1), 83-88. https://doi.org/10.1590/s0037-86822012000100016

Vidal Fuentes, J. (2020). Versión actualizada de la definición de dolor de la IASP: Un paso adelante o un paso atrás. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*. https://doi.org/10.20986/resed.2020.3839/2020

Wang, M., Kang, L., Wang, Y., Yang, B., Zhang, C., Lu, Y., & Kang, L. (2022). Microglia in motor neuron disease: Signaling evidence from last 10 years. *Developmental Neurobiology*, *82*(7-8), 625-638. https://doi.org/10.1002/dneu.22905

Wang, X., Sun, Y., Wang, L., & Hao, X. (2017). Femoral nerve block versus fascia iliaca block for pain control in total knee and hip arthroplasty: A meta-analysis from randomized controlled trials. *Medicine*, *96*(27), e7382. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007382

Watson, J. (2022, junio). Introducción al dolor. *Mayo Clinic College of Medicine and Science*. https://www.msdmanuals.com/es/hogar/enfermedades-cerebrales-medulares-y-nerviosas/dolor/introducción-al-dolor

Wavreille, G., Baroncini, M., & Fontaine, C. (2011). Anatomía, histología y fisiología del nervio periférico. *EMC - Aparato Locomotor*, *44*(1), 1-9. https://doi.org/10.1016/S1286-935X(11)70975-3

White, R., & Krämer-Albers, E.-M. (2014). Axon-glia interaction and membrane traffic in myelin formation. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, *7*, 284. https://doi.org/10.3389/fncel.2013.00284

Zamorano Zárate, E. (2013). *Movilización Neuromeníngea: Tratamiento de los trastornos mecanosensitivos del sistema nervioso* (1º edición). Médica Panamericana.

Zied, M., Farouk, C., Mohsen, C., Wajdi, C., Ali, H., & Wael, G. (2024). Guyon's canal syndrome resulting from an ulnar artery aneurysm: A case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, *121*, 109978. https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2024.109978

RESUMEN

La neurodinamia representa una herramienta importante en el campo de la fisioterapia. Esta técnica innovadora fusiona los principios de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso para abordar una amplia variedad de trastornos musculoesqueléticos. Al adentrarse en el estudio de la anatomía y función de los nervios, los terapeutas pueden identificar con mayor precisión las causas subyacentes del dolor y diseñar tratamientos altamente personalizados. Este libro se erige como una guía completa para aquellos profesionales interesados en dominar la neurodinamia. A través de un análisis exhaustivo de los fundamentos neurofisiológicos, el texto explora cómo el conocimiento del sistema nervioso puede revolucionar la práctica clínica. Además, presenta un conjunto de técnicas específicas y basadas en evidencia para el manejo de neuropatías en las extremidades. En definitiva, esta obra proporciona a los fisioterapeutas las herramientas necesarias para optimizar los resultados terapéuticos en sus pacientes. Al integrar la neurodinamia en sus tratamientos, los profesionales de la salud pueden ofrecer una atención más efectiva y holística, mejorando así la calidad de vida sus pacientes.

Palabras Clave: movilización neurodinámica, neuropatía periférica, sistema nervioso.

Abstract

Neurodynamics represents an important tool in the field of physical therapy. This innovative technique fuses the principles of nervous system mechanics and physiology to address a wide variety of musculoskeletal disorders. By delving into the study of nerve anatomy and function, therapists can more accurately identify the underlying causes of pain and design highly personalized treatments. This book stands as a comprehensive guide for practitioners interested in mastering neurodynamics. Through a thorough analysis of neurophysiological fundamentals, the text explores how knowledge of the nervous system can revolutionize clinical practice. In addition, it presents a set of specific, evidence-based techniques for the management of extremity neuropathies. Ultimately, this book provides physical therapists with the tools necessary to optimize therapeutic outcomes for their patients. By integrating neurodynamics into their treatments, health professionals can provide more effective and holistic care, thus improving their patients' quality of life.

Keywords: neurodynamic mobilization, peripheral neuropathy, nervous system.

http://www.editorialgrupo-aea.com

Editorial Grupo AeA

editorialgrupoaea

Editorial Grupo AEA

ISBN: 978-9942-651-67-9