

LA MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA O NEURODINAMÍA

Las técnicas neuromeníngeas involucran la valoración y tratamiento de alteraciones dolorosas, disestesias y trastornos motores del sistema nervioso periférico y meninges, por medio de la estimulación mecánica del tejido neural (movilización pasiva, deslizamiento y estiramiento de los nervios) y de las estructuras que lo rodean, con la finalidad de inducir movimientos de estructuras neuromusculoesqueléticas que producen respuestas mecánicas y fisiológicas sobre el tejido neural, liberándolo de atrapamientos y disfunciones, aliviando así, el dolor neuropático o neurogénico, que además producen debilidad muscular, reflejos disminuidos, alteraciones de la sensibilidad y falta de irrigación en los capilares.

Estas técnicas pueden evidenciar restricciones de la movilidad y su ubicación, permitiendo restaurar el balance dinámico aplicando presión, desplazamiento, elongaciones y tensiones que provocan una respuesta en la microcirculación neural, en el transporte axonal y la transmisión del impulso nervioso. Lo que alivia los síntomas no solo de una compresión nerviosa, sino también de cualquier alteración del tejido nervioso. También reduce la adherencia, elimina sustancias tóxicas, aumenta la vascularización neural, mejora el flujo axoplasmático y aumenta la tolerancia del tejido nervioso a las fuerzas mecánicas relacionada con las actividades de la vida cotidiana.

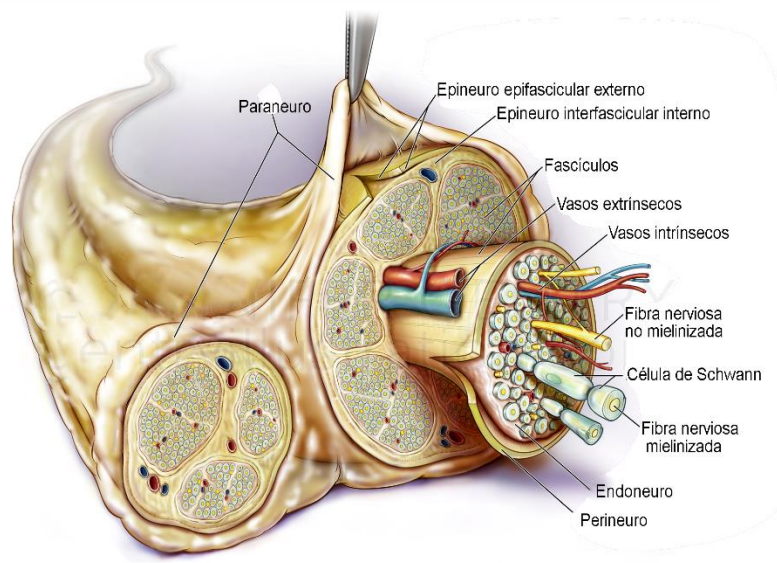


Figura 1. Nervio periférico.

1. RECUERDO DE ANATOMIA DE LOS NERVIOS PERIFERICO.

Recordando que los nervios son fibras que actúan como cables que recorren todo el cuerpo discurriendo por túneles, entre músculos, fascias, órganos y articulaciones, éstos reciben estímulos tanto del ambiente externo como interno del cuerpo humano, envían la información al cerebro donde se integran, procesan y luego son enviadas al

sistema musculoesquelético para la posterior respuesta a estos estímulos. El sistema nervioso periférico es el que asume las fuerzas de tensión al cual lo sometemos día a día.

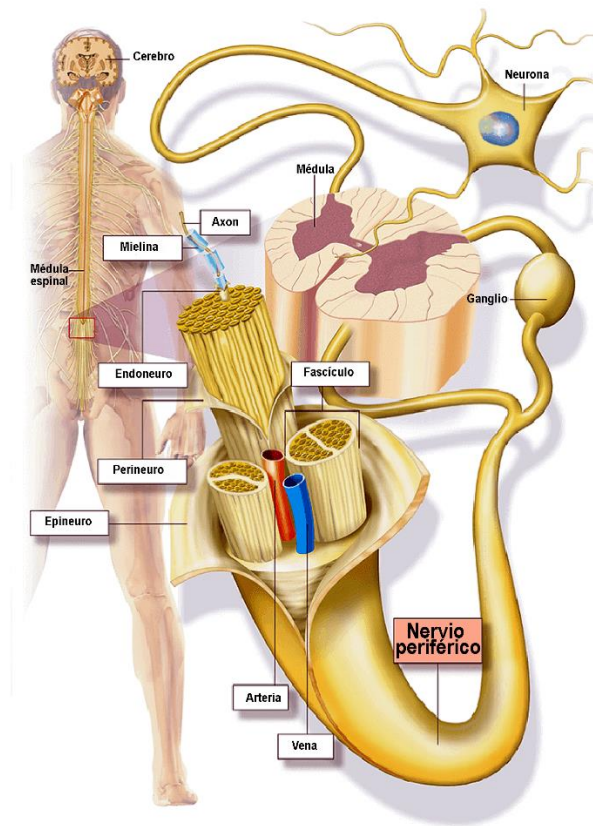


Figura 2. Nervio periférico.

El nervio periférico se compone de fibras mielínicas y amielínicas que están rodeadas por:

- Fascículo nervioso: Delgadas capas de fibras reticulares que forman tejido conectivo vascular suelto, conocido como el endoneuro o la vaina de Henle, rodean un grupo de axones no mielinizados o un único axón mielinizado. Una capa delgada de tejido conectivo aplanado llamado perineuro rodea un grupo de axones conocido como fascículo nervioso.

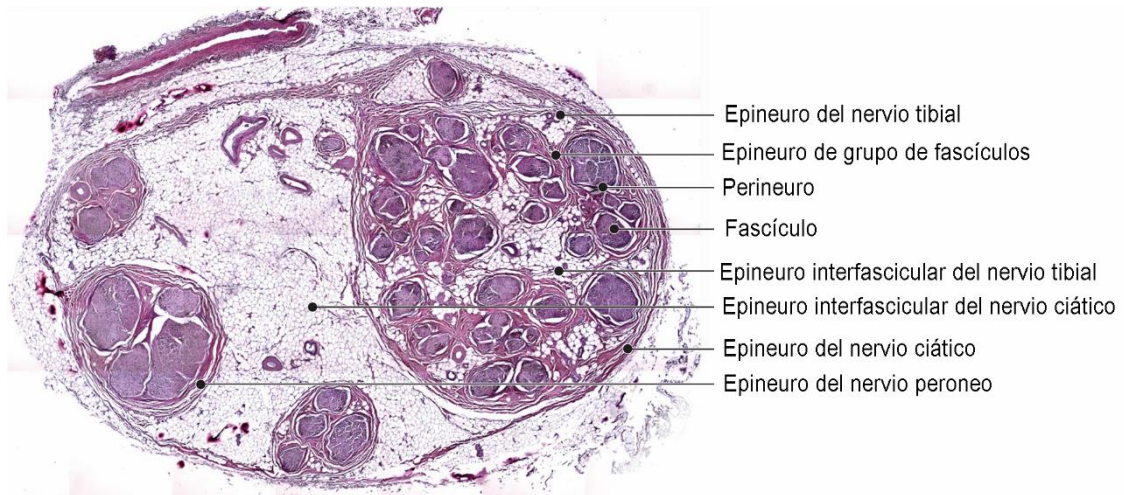


Figura 3. Elementos fasciales del nervio periférico.

- Perineuro: Luego, una gruesa capa externa de tejido conectivo une todos los fascículos; Esto se llama epineuro. El epineuro tiene cierto grado de laxitud inherente que permite el estiramiento de los fascículos en las articulaciones y durante el movimiento general. A diferencia de las neuronas de origen neuroectodérmico, las capas circundantes de tejido conectivo surgen del mesoderma.

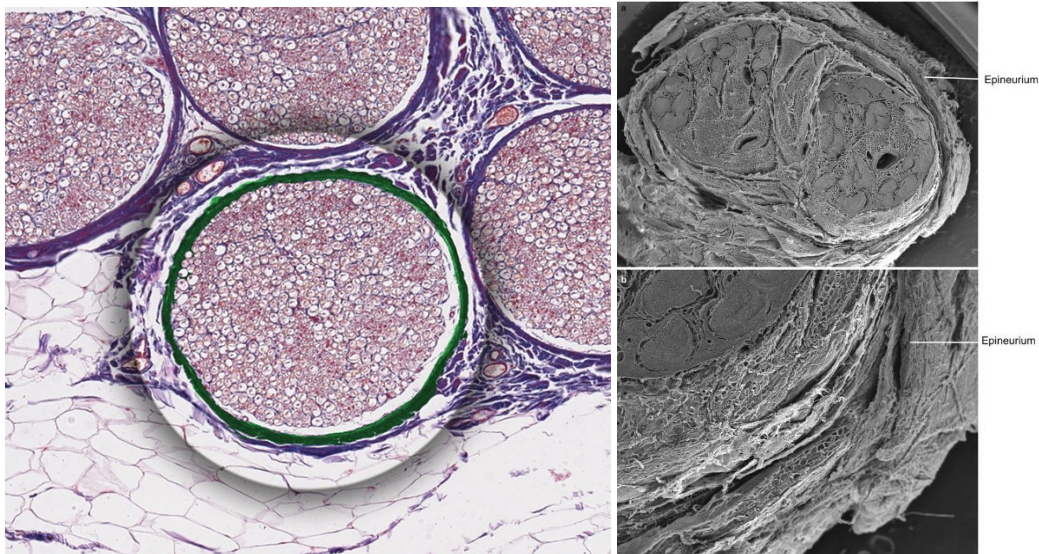


Figura 4. El perineuro.

- Epineuro: tejido conjuntivo interfascicular que envuelve cada fascículo. El epineuro se forma a partir de tejido conectivo areolar de origen mesodérmico. Por convención, el grosor del epineuro está relacionado con el número de fascículos que envuelve. Los fibroblastos, el colágeno de los tipos I y III y algunos adipocitos brindan soporte a los nervios envueltos.
En el perineuro, hay capas de células poligonales fibroblásticas y fibras de colágeno, que están circunscritas por la lámina basal. Es un borde metabólicamente activo y, como tal, el citoplasma de las células constituyentes

generalmente incluye vesículas y la membrana citoplasmática muestra actividad pinocitótica.

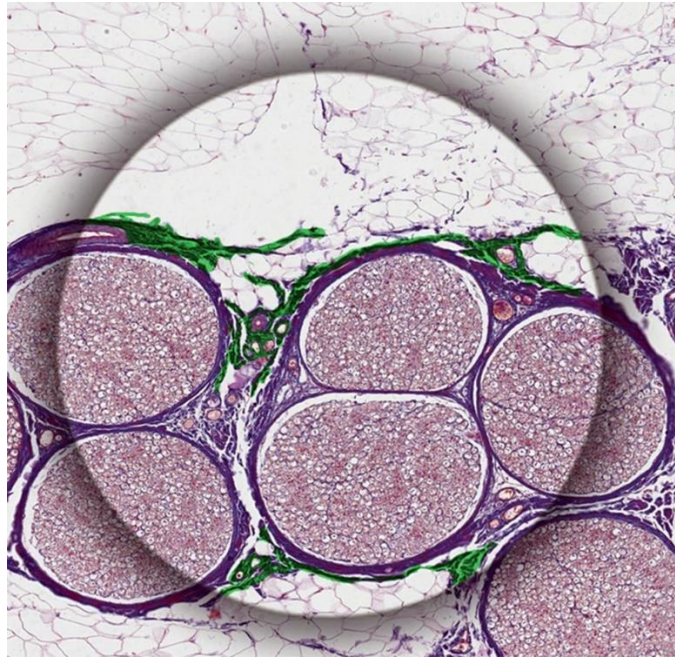


Figura 5. El epineuro.

- Endoneuro: tejido conjuntivo interfascicular situado entre las fibras nerviosas. El endoneuro es rico en colágeno tipo III que está dispuesto a lo largo del eje largo de las fibras nerviosas. Esta capa está poblada principalmente por células de Schwann, así como por células endoteliales. Ocasionalmente se pueden encontrar mastocitos y macrófagos locales.

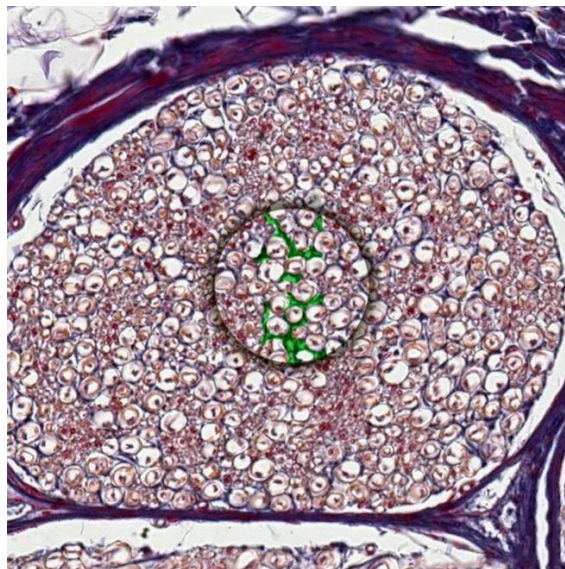


Figura 6. El endoneuro.

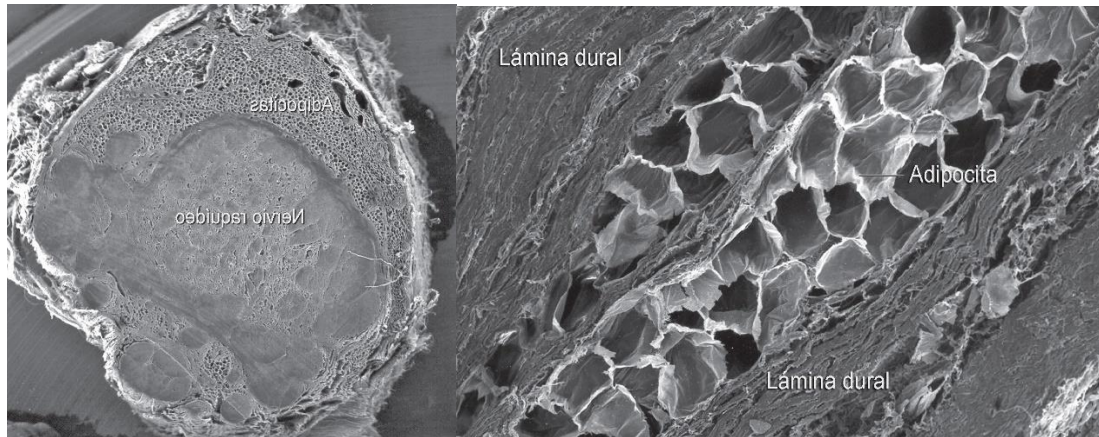


Figura 7. Fascias de la raíz nerviosa.

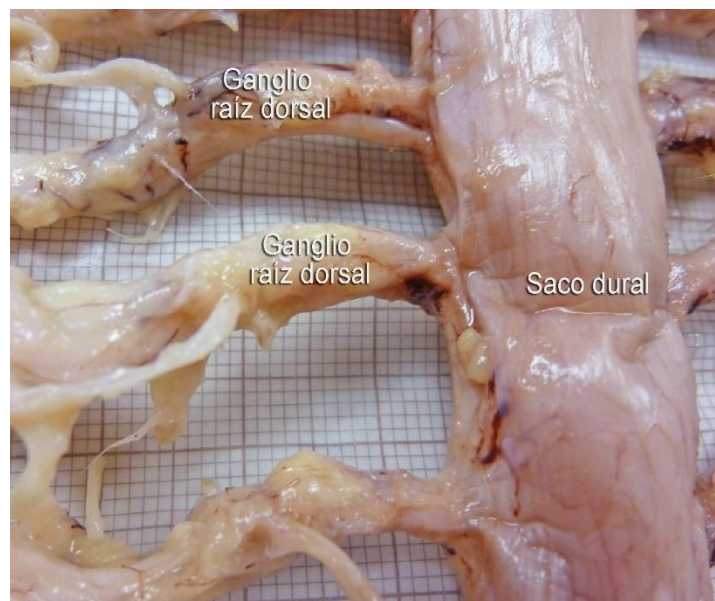


Figura 8. Raíz nerviosa y dura madre.

2. GENERALIDADES DE LA NEURODINAMIA.

El sistema nervioso posee la capacidad de soportar fuerzas mecánicas como la tensión, deslizamiento y compresión, las cuales son funciones mecánicas propias del tejido neural.

La tensión hace que el nervio se alargue por un tiempo definido. El principal protector del nervio es el perineuro, el cual es una capa fina de tejido conectivo que envuelve un fascículo de fibras nerviosas ubicadas dentro del nervio.

El deslizamiento es cuando el nervio se mueve sin variar de tensión, en relación con sus estructuras adyacentes. Puede ser un deslizamiento longitudinal o transversal.

La compresión, son fuerzas que pueden deformar el interior de un nervio, aunque el epineuro lo protegerá de estas deformidades cuando las fuerzas son exageradas.

Estos mecanismos pueden alterar o dañar un nervio si se realizan en tiempo e intensidad inadecuada, también depende de la nutrición del nervio ya que, si es inadecuada, dichas fuerzas pueden provocar, por ejemplo, una isquemia.

El sistema nervioso es viscoelástico, por lo que las fuerzas de tensión se pueden transmitir a distancia

3. SÍNTOMAS CARACTERÍSTICOS DE AFECTACIÓN NEURAL.

- Dolor localizado en una parte o la totalidad de los tejidos que inerva, generalmente intenso, de tipo punzante, quemante o eléctrico.
- Alteración de la sensibilidad en forma de hormigueos (parestias), entumecimiento o debilidad muscular.
- Dolor muy intenso que se provoca fácilmente (por ejemplo tras un pequeño movimiento) y que queda latente tiempo después de haberse despertado.
- El dolor puede aparecer espontáneamente, sin ningún estímulo, y puede ser más intenso por la noche.
- Hay posturas que alivian el dolor y otras que lo empeoran.
- Generalmente la persona adapta su postura, de manera que adopta aquella en la que mantiene al/los nervio/s afectados en una posición de mínima tensión, creando compensaciones posturales nocivas.

4. MECANISMO DE ACCIÓN DE LA MOVILIZACIÓN NEUROMENINGEA.

En su explicación de la teoría de la neurodinámica, Shacklock (2005a) divide el cuerpo en tres partes mecánicas: estructuras neurales, tejidos inervados y una interfaz mecánica. La interfaz mecánica se define como la estructura o estructuras que rodean el sistema nervioso. Los diferentes componentes del sistema nervioso se denominan estructuras neurales y tejidos inervados (definidos como tejidos que tienen un suministro nervioso).

Los fundamentos de la neurodinamia se basan en movilizar las estructuras neurales mediante el posicionamiento y el movimiento de múltiples articulaciones, para poder descomprimir la zona y liberar la presión del nervio afectado. Al aumentar el deslizamiento de los nervios con respecto al tejido circundante, aumenta la movilidad del nervio y la movilización de los fluidos intraneurales, pudiendo así aliviar los síntomas.



Figura 9. Deformación normal de la duramadre, la médula y las raíces nerviosas en el canal cervical en el cadáver debido a la extensión y flexión completa de la columna cervical. Se realizó una laminectomía total y la duramadre se abrió y se retrajo, aunque todavía es capaz de transmitir tensión. En A, la columna cervical está en extensión, el sistema nervioso está flojo, las mangas de la raíz han perdido contacto con los pedículos (flechas inferiores) y las raíces nerviosas con las superficies internas de las hojas (flechas superiores).

En B, la columna cervical se ha flexionado, el sistema nervioso, incluida la duramadre, se ha estirado y movido en relación con las estructuras circundantes. Tenga en cuenta que las hojas de la raíz han entrado en contacto con los pedículos y las raíces nerviosas con la superficie interna de las mangas. Tenga en cuenta también el cambio en la forma de los vasos sanguíneos.

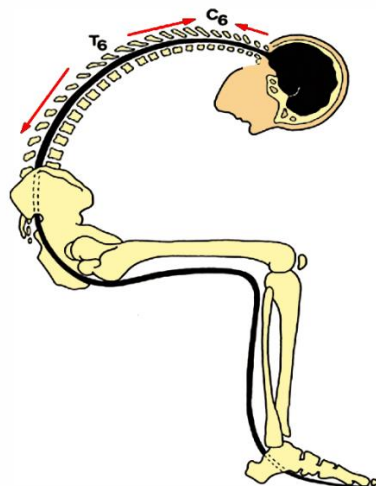


Figura 10. Neurobiomecánica postulada desde la extensión espinal hasta la flexión espinal. Los puntos aproximados C6, T6 y L4 son donde la neuroxis y las meninges no se mueven en relación con los movimientos del canal espinal.

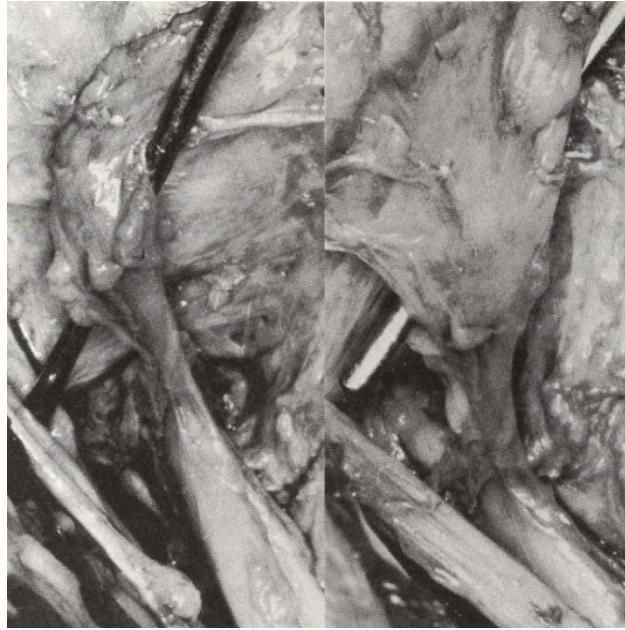


Figura 11. El plexo sacro y las salidas de los nervios espinales a través de los agujeros intervertebrales. Se han suturado marcadores de papel a los nervios.

En A, con el resto del cuerpo en una posición de anti-tensión y la cadera en cierta flexión, el nervio se introduce en los FIT.

En B, el efecto del estiramiento de la pierna recta sobre el nervio es evidente a medida que el nervio sale del FIT. Tenga en cuenta también el tronco simpático (flecha) apretado durante la SLR.

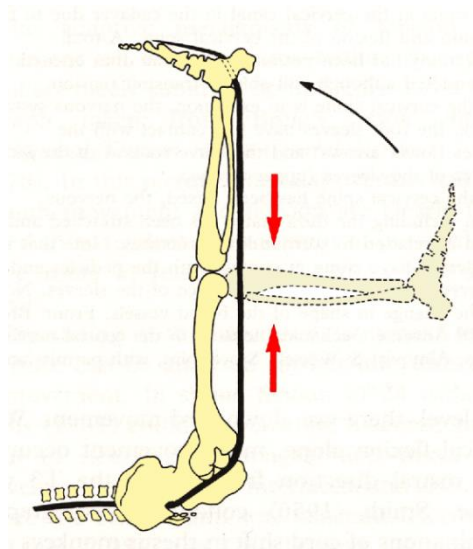


Figura 12. Neurobiomecánica postulada durante la extensión de rodilla en flexión de cadera. El sistema nervioso proximal a la rodilla está dibujado caudal en relación con la interfaz y el sistema nervioso distal a la rodilla se mueve rostralmente. En el punto de movimiento, no hay movimiento del sistema nervioso en relación con las estructuras de interfaz circundantes.

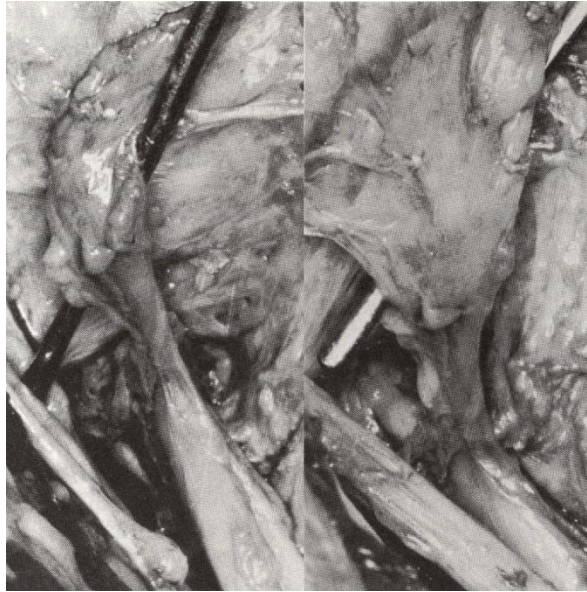


Figura 13. Estiramiento y aflojamiento de la cadena simpática lumbar en la prueba de flexión / extensión de cadera.

En A, la cadena ganglionar, junto con el tejido circundante, se afloja y prácticamente no presenta resistencia al desplazamiento por una sonda.

En B cuando la articulación de la cadera se flexiona y luego se extiende la rodilla, la cadena simpática se estira. Debido a que la cadena es continua, el estiramiento y el movimiento probablemente ocurren en segmentos más rostrales del sistema nervioso simpático.

La movilización del tejido neural parece mejorar la conducción nerviosa y el flujo sanguíneo del nervio. En síntesis, teóricamente, la regeneración y curación de un nervio lesionado también podría ocurrir.

Los componentes mecánicos del sistema nervioso deben ser resistentes para soportar la tensión y la compresión, así como para permitir el movimiento de los nervios (es decir, el deslizamiento).

Sunderland y Bradley (1961) declararon la importancia tanto del perineuro como de los funículos en este papel. Descubrieron que un nervio alargado en un 20% de su longitud ya no tenía ninguna reserva elástica. Si se produjera un alargamiento más allá de este punto, podría producirse un daño permanente. Como el sistema nervioso también debe ser capaz de tolerar las fuerzas de compresión, los nervios pueden cambiar de forma como un método para soportar una mayor presión y posiblemente permitir que se deslice a una posición de menor compresión (Nakamichi y Tachibana, 1995; Shacklock, 2005a).

McLellan y Swash (1976) realizaron un estudio en el que la colocación del electrodo de aguja demostró que los nervios se mueven por separado de los tejidos que los rodean. Se insertó un electrodo de aguja en el nervio mediano de la parte superior del brazo del participante. La cantidad de movimiento del nervio se calculó midiendo la longitud

de toda la aguja, así como, tanto la distancia movida como la longitud de la parte de la aguja que sobresale de la piel durante el movimiento de la muñeca, los dedos, el antebrazo de los participantes. codo, cuello y tórax.

Shacklock (2005a) explica que el estado de equilibrio del sistema nervioso ocurre cuando la tensión se equilibra en todo el sistema. Como tal, en los nervios (Shacklock, 2005a) si una mecánica neuronal inadecuada (patomecánica) o una fisiología neuronal inadecuada (fisiopatología) está presente, entonces puede producirse una dinámica incorrecta. Este concepto ha sido denominado patodinámica.

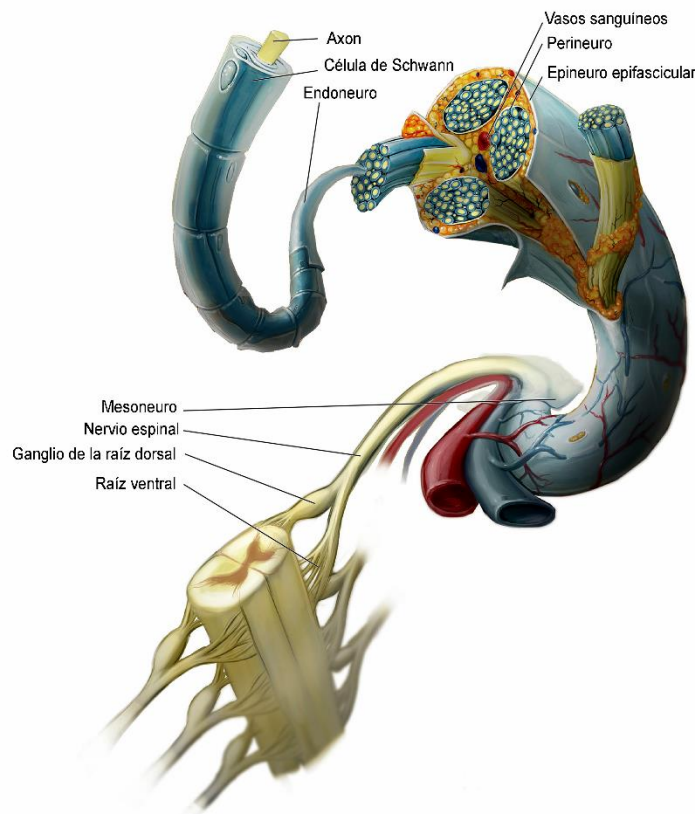


Figura 14. Componentes fascial del nervio periférico.

Shacklock (2005a) afirma que un ejemplo de esto es la alteración en la fisiología neural que ocurre en pacientes con diabetes.

Dellon et al. (1988) realizaron un estudio en ratas en el que anillaron el nervio ciático de las ratas para producir una compresión.

Las ratas diabéticas habían reducido la velocidad de conducción y la amplitud en comparación con las ratas sin diabetes. La patodinámica alterada en individuos con diabetes produce una mayor susceptibilidad a los resultados negativos de la compresión nerviosa (patomecánica) y el desarrollo de neuropatías periféricas en comparación con individuos sanos con regulación normal de la glucosa en sangre.

(Dellon et al., 1988; (MacKinnon, 1992; revisado en MacKinnon y Dellon, 1988, ambos citados por Shacklock, 2005a)).

La patomecánica también afectará la fisiología del nervio (Shacklock, 2005a).

Lundborg y Rydevik (1973), y Ogata y Naito (1986) realizaron estudios para examinar la respuesta de los nervios periféricos de conejos a la fuerza de tensión e informaron que el nervio perdió su circulación en una media del 15% y más del 15,7% de aumento de la tensión (alargamiento del nervio), respectivamente. Además de tolerar las fuerzas de tracción, el nervio también debe ser capaz de tolerar la compresión.

Gelberman y col. (1983) examinaron el efecto de la compresión sobre la función nerviosa en humanos. Descubrieron que después de 25 a 40 minutos con 50 mmHg de compresión aplicada a las muñecas de los participantes del estudio, estos experimentaron una pérdida completa de la función sensorial del nervio mediano. Una compresión adicional de 15 a 20 minutos después de la pérdida de la función sensorial resultó en una disminución de la función motora.

Ogata y Naito (1986) también estudiaron el efecto de la compresión en los nervios. Encontraron que 50 a 70 mmHg de compresión aplicada al nervio ciático de conejos resultó en una pérdida total de circulación de ese nervio.

Los estudios han demostrado claramente que los cambios fisiológicos en los nervios afectan la mecánica del nervio, y las fuerzas mecánicas sostenidas por un nervio afectan su fisiología (Shacklock, 2005a).

4.1. Efectos analgésicos por activación de sistemas endógenos moduladores del dolor.

Son varios los autores que afirman que las técnicas de movilización neural producen efectos.

- Hipoalgésicos

Beltran et al (2015) encuentran un efecto hipoalgésico generalizado tras la aplicación de las técnicas de movilización neural en sujetos asintomáticos. Beneciuk et al (2009) encuentran que las técnicas de tensión del nervio mediano tienen efectos hipoalgésicos inmediatamente tras su aplicación, y sugieren que los mecanismos de dicha hipoalgesia podrían deberse a la inhibición del dolor en el asta dorsal de la médula.

Santos et al (2014) estudiaron el efecto de las técnicas neuromeníngeas en el tratamiento de neuropatías del nervio ciático en ratas, tratando de explicar su efectividad. En dicho estudio, encontraron que se producía una disminución en el factor de crecimiento neural y en la proteína ácida fibrilar glial en el ganglio de la raíz dorsal, así como una disminución de la proteína ácida fibrilar glial en la médula espinal,

sugiriendo que dichos resultados son responsables de la reducción de la alodinia e hiperalgesia.

En un estudio posterior realizado por Santos et al (2014), encontraron un aumento en la expresión de receptores opiáceos en ratas, lo que podría explicar la hipoalgesia producida.

El estudio de Basson et al (2014) indica que la movilización neural tiene algún beneficio adicional en comparación con la atención habitual. El estudio contribuirá a la base de conocimiento del tratamiento de pacientes con dolor cervicobraquial.

4.2. Efectos vasculares.

Existen ciertos estudios que analizan los efectos vasculares producidos tras la aplicación de las técnicas de movilización. Brown et al (2011) encontraron que la aplicación de movilización neural pasiva producía un incremento significativo del líquido de dispersión del nervio tibial en cadáveres, lo que podría explicar que estas técnicas reducirían o podrían prevenir el edema intraneural.

Durante la realización de las técnicas de movilización neural se produce un aumento en el deslizamiento y en la tensión neural. Esta afirmación se sustenta en los resultados obtenidos en la revisión sistemática realizada por Silva et al (2014). En dicho estudio se concluye que las articulaciones movilizadas y la secuencia de los movimientos articulares o las posiciones de las articulaciones adyacentes influyen cuantitativamente en el deslizamiento neural, en la dirección del deslizamiento y en la tensión neural.

Mafrá et al (2010) demostraron que las técnicas de movilización neural producían una mayor respuesta adaptativa en el tejido conectivo que las técnicas de estiramiento. Esto lo evidenciaron mediante la hidroxiprolina (marcador bioquímico relacionado con el daño en el tejido conectivo), sustancia que se encontraba aumentada en mayor medida en los sujetos que habían recibido movilización neuromeníngea en comparación con los que recibían estiramientos.

4.3 Efectos sobre la conducción nerviosa.

Se ha demostrado que, en pacientes con neuropatías periféricas, como el síndrome del túnel del carpo, se produce un aumento en la excitabilidad de los axones del nervio (en este caso, nervio mediano) tras la aplicación de movilización neuromeníngea (Ginanneschi et al, 2015)).

4.4. Efectos mecánicos.

Los nervios tienen un componente elástico que les permite soportar tensión, estiramientos y alargarse a su paso por las articulaciones.

- ***Tensión.***

Por ejemplo, el nervio ciático es capaz de soportar una tensión de más de 50 Kg antes de romperse (esto no es una norma general).

La principal protección de los nervios a excesos de presión es el perineuro (capa intermedia). Es importante también tener en cuenta que, al estirar un nervio, el flujo sanguíneo se puede bloquear debido a que disminuye el calibre del nervio y, aunque las arterias también tienen un componente elástico, éste es menor que el de los nervios y se produce una reducción del flujo sanguíneo entre el 8-15%.

- ***Deslizamiento.***

Otra gran característica del sistema nervioso es la capacidad de deslizamiento, tanto de manera longitudinal como transversal. Los nervios se desplazan hacia el punto de tensión máxima para equilibrarse a lo largo del tracto neural. Si esta función falla, es cuando se producen los atrapamientos.

Por ejemplo, el nervio mediano es capaz de aumentar un 20% su recorrido al realizar la extensión del codo, lo cual supera los límites que puede soportar el nervio, tanto por conducción nerviosa como por vascularización. Por lo tanto, el componente de deslizamiento ayuda a compensar el daño que podría producir el estiramiento. El nervio tiene la capacidad de desplazarse por las estructuras dependiendo del movimiento y pudiendo desplazarse entre 1 y 2 mm.

- ***Compresión***

Un nervio es capaz de soportar una compresión relativa. Esto es imprescindible para el correcto funcionamiento del nervio, pero, si esta compresión es excesiva, es cuando aparecen problemas (inflamación exagerada, Sudeck, etc.). Además, debemos tener en cuenta que el componente de compresión es mayor a nivel distal (más alejado del cuerpo) y que, al igual que las articulaciones y los huesos, los músculos también pueden producir compresiones patológicas.

Cinco minutos de movilización neurodinámica pasiva en forma de técnica de tensión o deslizamiento indujeron una dispersión de líquido significativa en el nervio mediano en el túnel carpiano de cadáveres humanos no embalsamados. Este estudio proporciona apoyo para el mecanismo clínico de movilización neurodinámica en la reducción del edema intraneural.

La movilización neurodinámica iniciada 10 días después de que una lesión por aplastamiento del nervio isquiático modula el proceso inflamatorio y evita la deposición aleatoria de colágeno en el sitio de la lesión, pero no tiene influencia en la formación de vasos sanguíneos (Silva Santana et al, 2017).

Después de una lesión nerviosa periférica, varios aspectos, incluidas las propiedades mecánicas del nervio, influirán en la regeneración. La reducción de la viscoelasticidad nerviosa, el edema intraneural, la mecanosensibilidad y la adhesión del tejido neural a sus interfaces puede ser un objetivo para los enfoques que imponen cargas mecánicas graduadas al nervio (Santana et al, 2015). Sin embargo, los efectos de esos tratamientos en la regeneración nerviosa periférica no están claros. Particularmente, las movilizaciones neurodinámicas pueden ser muy útiles. Consisten en maniobras terapéuticas para evaluar las propiedades mecánicas de los nervios y restaurar su función a través de movimientos graduados de las uniones nerviosas periféricas a los huesos y músculos.

Esos efectos influirían en la reducción del edema, la normalización del flujo axoplásmico, la disminución de la mecanosensibilidad nerviosa y la promoción de la movilidad nerviosa adecuada, aumentando la actividad glial y neuronal.

La movilización del nervio radial disminuye la sensibilidad al dolor en la articulación trapeciometacarpiana y aumenta la fuerza de pellizco de la punta (Villafañe et al, 2012).

El estudio de Araya-Quintanilla et al (2018) indica que la movilización neurodinámica tiene un resultado positivo en el dolor y funcionalidad en sujetos con síndrome del túnel carpiano.

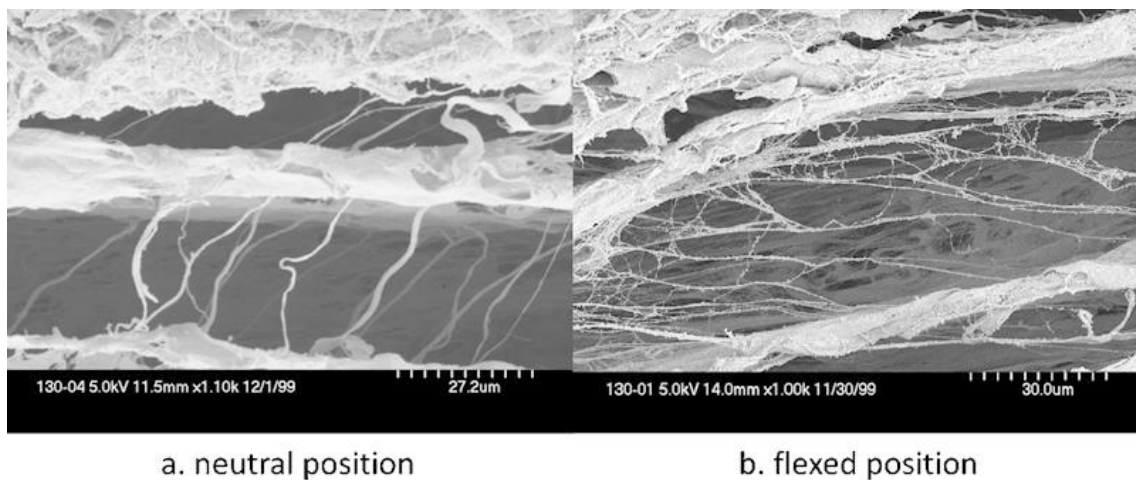


Figura 15. Las fibras verticales entre las diferentes capas del canal carpiano están sueltas (a) en posición neutral y (b) se estiran a medida que el tendón se desliza.

5. ARTICULOS CIENTIFICOS SOBRE LOS EFECTOS DE LAS TÉCNICAS NEUROMENINGEAS.

Los fundamentos de la neurodinamia se basan en los descritos principalmente por Butler, los cuales consisten en movilizar las estructuras neurales mediante el posicionamiento y el movimiento de múltiples articulaciones, para poder descomprimir la zona y liberar la presión del nervio afectado. Coppieters et al

mencionan que, al aumentar el deslizamiento de los nervios con respecto al tejido circundante, aumenta la movilidad del nervio y la movilización de los fluidos intraneurales, pudiendo así aliviar los síntomas. Butler, Gifford y Shacklock agregan que la movilización del tejido neural mejora la conducción nerviosa y el flujo sanguíneo del nervio. En síntesis, teóricamente, la regeneración y curación de un nervio lesionado también podría ocurrir.

Según los resultados de Aksoy et al (2019), las técnicas neurodinámicas se pueden usar de forma segura para proporcionar un aumento inmediato en el rendimiento de las personas sin problemas en las extremidades inferiores.

La revisión de Basson et al (2017) revela los beneficios de la movilización neuromeníngea para el dolor de espalda y cuello, pero el efecto sobre otras afecciones sigue sin estar claro. Debido a la evidencia limitada y la calidad metodológica variable, las conclusiones pueden cambiar con el tiempo.

Se descubrió que las técnicas neurodinámicas proporcionan un aumento inmediato en el rendimiento del salto vertical. Las técnicas neurodinámicas se usan generalmente en poblaciones de pacientes para mejorar los resultados del tratamiento. Según los resultados de este estudio, las técnicas neurodinámicas se pueden usar de forma segura para proporcionar un aumento inmediato en el rendimiento de las personas sin problemas en los miembros inferiores (Aksoy et al, 2019)

Las movilizaciones neurales a menudo se usan para afectar las estructuras neurales en condiciones con signos de afectación neural o mecano-sensibilidad neural. Las movilizaciones neurales se definen como intervenciones destinadas a afectar las estructuras neurales o el tejido circundante (interfaz) directa o indirectamente a través de técnicas manuales o ejercicio. Se han estudiado movilizaciones neurales en diversas poblaciones, como dolor lumbar, síndrome del túnel carpiano, epicondialgia lateral y dolor cervicobraquial. Las técnicas de movilización neural estudiadas por Basson et al (2015) incluyen deslizamientos laterales cervicales para el dolor cervicobraquial, ejercicios de deslizamiento de nervios para el tratamiento del síndrome del túnel carpiano, deslizamientos laterales cervicales para epicondialgia lateral¹ y la depresión como técnica de movilización neural en el tratamiento del dolor lumbar. La movilización neural afecta el flujo axoplásmico, el movimiento del nervio y su tejido conectivo y la circulación del nervio mediante la alteración de la presión en el sistema nervioso y la dispersión del edema intraneural.

La movilización neural disminuye la excitabilidad de las células del asta dorsal.

Las movilizaciones neuronales se pueden realizar de varias maneras mediante el movimiento pasivo, la movilización manual del nervio o la interfaz y el ejercicio. El objetivo de la movilización neural es restaurar la función mecánica y neurofisiológica del nervio.

Araya et al (2018) concluyeron que existe moderada evidencia, que la técnica de movilización neural en comparación con placebo, cuidados estándar y agentes físicos

podría ayudar a disminuir el dolor y mejorar la funcionalidad a sujetos con síndrome del túnel del carpo.

Los hallazgos sugieren que una técnica de deslizamiento neurodinámico puede aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales en jugadores de fútbol sanos y masculinos (Castellote-Caballero et al, 2013).

En comparación con el tratamiento convencional, hay una disminución significativa del dolor durante la actividad y una mejora en la función después de la movilización neurodinámica, sin embargo, no hay una mejora significativa del dolor en reposo (Sharma y Sheth, 2017).

El estudio de Beneciuk et al (2009) proporciona evidencia preliminar de que los efectos mecanicistas de tensar la movilización neural difieren de la movilización neural simulada para los participantes asintomáticos. Específicamente, la movilización neural resultó en hipoalgesia mediada por fibra C inmediata, pero no sostenida. Además, la movilización neural se asoció con un aumento de la ROM del codo y una reducción en las clasificaciones de los descriptores sensoriales a las 3 semanas y los tiempos de evaluación de transferencia. Estas diferencias proporcionan información potencialmente importante sobre los efectos mecanicistas de la movilización neural, así como la descripción de una movilización neural falsa para su uso en futuros ensayos clínicos.

Los resultados del estudio de Salian y Sachdeva (2018) revelaron que hubo una mejora significativa en la ROM cervical evaluada en las posiciones sentada y supina, mejora significativa en la ROM del codo evaluada en la prueba del nervio mediano-1 (tratamiento de la neurodinámica de los deslizadores en la radiculopatía cervical).

El resultado de Ibrahim et al (2017) reveló que había una diferencia significativa en el reflejo H y la relación H / M del nervio ciático después de la aplicación de técnicas de tensión neurodinámica. El estudio contribuyó a utilizar la técnica de tensión neurodinámica como tratamiento profiláctico para sujetos susceptibles de tener ciática debido a su estilo de vida.

El alargamiento del nervio por movilización neuromeníngea del 9% en conejos disminuyó la expresión de Muscle RING-finger protein-1 (MuRF1) y la atrofia muscular desacelerada en los sujetos con lesión del nervio ciático (Wang et al, 2015).

6. INDICACIONES DE LA NEURODINAMIA.

La Neurodinamia es un fenómeno que ocurre entre el sistema nervioso y los tejidos que circundan en él: músculos, fascias, huesos, ligamentos, cápsulas, tendones, vísceras, etc., es por ello por lo que está indicada para las siguientes patologías relacionadas con estos tejidos:

- Atrapamientos nerviosos (por ejemplo: Síndrome del túnel del Carpo)
- Adherencias y cicatrices
- Dolor cervical de origen radicular
- Ciáticas o ciatalgias.
- Fibrosis
- Parestesias
- Síndrome del piramidal
- Dolor lumbar, cervical... (con origen radicular).
- Radiculopatías
- Parestesias
- Síndrome de desfiladeros
- Síndromes compresivos
- Síndrome de túnel del carpo
- Síndrome del túnel supinador del codo
- Neuralgias
- Síndrome del piramidal
- Síndrome del túnel del tarso

La neurodinamia está indicada para casos de neuropraxia, es decir, cuando se produce la alteración de la vaina de mielina sin afectar al axón. Es reversible. Se produce parálisis motora completa, aunque su recuperación es muy rápida (entre 6 y 12 semanas aproximadamente) para casos de compresiones nerviosas o dificultad de movimiento del nervio.

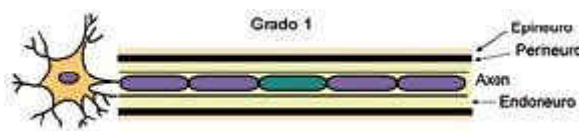


Figura 16. Lesiones nerviosas- Neuropraxia. Se produce en casos de compresiones nerviosas o dificultad de movimiento del nervio. Por ejemplo: cuando nos sentamos con las piernas cruzadas durante mucho tiempo y se nos duerme una, si esta compresión se mantuviera mucho más tiempo se podría llegar a producir una lesión más grave.

En caso de axonotmesis (rotura parcial) o neurotmesis (rotura total), no realizaremos, por lo general, ejercicios de Neurodinámica

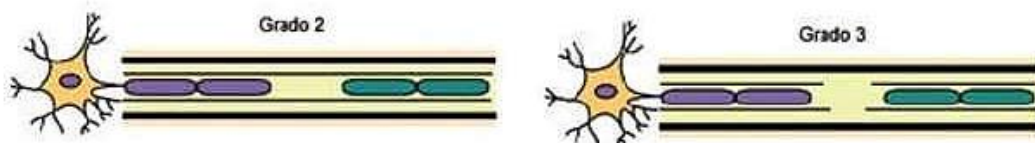


Figura 17. Lesiones nerviosas- Grado 2: Axonotmesis y Grado 3: Neurotmesis

7. CONTRAINDICACIONES DE LA NEURODINAMIA.

- Traumatismos severos
- Fiebre
- Mareo
- Náuseas
- Cáncer
- Fracturas
- Consumo de Drogas, en especial las intravenosas.
- Heridas abiertas
- Infección en la piel
- Tratamiento farmacológico intravenoso
- Dolor continuo que no mejora o empeora.
- Cualquier afectación maligna que afecte la columna vertebral
- Infección inflamatoria aguda
- Lesión en la médula espinal severa

8. TRATAMIENTO DE NEURODINAMIA.

El tratamiento de neurodinamia se basa en una secuencia de tensiones. El concepto definido por Shacklock hace referencia a la importancia de seguir siempre el mismo orden de colocación de articulaciones que vamos sumando para poner el nervio en tensión.

Por ejemplo, para tratar el nervio mediano, tenemos en cuenta qué parte movilizaremos primero: la proximal (cervicales) o distal (muñeca) y hacerlo así en todas las sesiones.

Los ejercicios neurodinámicos pueden ser realizados tanto por el terapeuta como por el paciente a su domicilio.

9. NEURODINAMIA PARA EL MIEMBRO SUPERIOR.

9.1. Movilización global de sistema nervioso de los brazos.

La movilización de todo el sistema nervioso se realiza mediante una serie de ejercicios y posiciones concretas en este caso para el sistema nervioso periférico que va desde la columna vertebral hasta los músculos, fascias, etc.

La patologías más comunes en el miembro superior lo sufren personas quienes constantemente, por la posición, movimiento y apoyo en de una forma constante, de sus brazos y manos sobre una superficie, irritan estos nervios periféricos, generalmente de forma localizada, aunque el dolor se extiende incluso hasta su origen. Mediante estos ejercicios podemos flexibilizar y eliminar esas compresiones, rigidez y atrapamientos, mejorando así la función musculoesquelética.

Las pruebas de tensión del miembro superior son similares al test de Lasègue (SLR) del raquis lumbar. Las pruebas se conciben para poner en tensión el tejido nervioso del miembro superior, aunque realmente, la tensión se pone sobre todas las estructuras del miembro superior. El test de tensión del miembro superior fue descrito la primera vez por Elvey (1994), luego se dividió en cuatro diferentes pruebas.

Según Butler (1991) la modificación y la posición de las articulaciones proporcionan más tensión nerviosa específica.

Cada test empieza por el lado sano. Cada fase está realizada hasta que los síntomas se reproduzcan. Con el fin de sensibilizar el test, la lateroflexión del raquis cervical puede añadirse, para producir más o menos tensión sobre el tejido nerviosos durante el tests (Wells, 1982).

El terapeuta debe en cualquier momento conocer los síntomas de los nervios del miembro superior que está produciendo (Slater et al, 1994).

Además, el terapeuta debe darse cuenta de que cuando el paciente está en fase aguda, o que existe lesiones nerviosas, estas pruebas son contra indicaciones absolutas.

Normal (negativo)	Patológico (positivo)
Dolor profundo o estiramiento en la fosa cubital (99%).	Reproducción de los síntomas del paciente.
Dolor profundo o estiramiento en la parte radial anterior del antebrazo y parte radial de la mano (80%).	Una sensibilización del test en el cuadrante homolateral.
Sensaciones de prurito de los dedos que están inervados por el nervio estirado.	Diferentes síntomas entre la derecha y la izquierda (cuadrante contralateral).
Estiramiento en la parte anteroexterna del hombro.	
Los síntomas suprayacentes aumentan con la lateroflexión cervical contralateral	

Los síntomas disminuyen con la lateroflexión cervical homolateral (70%)	
---	--

Tabla 1. Signos normales o síntomas patológicos en el test de tensión del miembro superior según Butler (1991).

	Test de tensión del miembro superior 1	Test de tensión del miembro superior 2	Test de tensión del miembro superior 3	Test de tensión del miembro superior 4
<i>Hombro</i>	Descenso y abducción (110º)	Descenso y abducción (10º)	Descenso y abducción (10º)	Descenso y abducción (10-90º), mano hacia el oído
<i>Codo</i>	Extensión	Extensión	Extensión	Flexión
<i>Antebrazos</i>	Supinación	Supinación	Pronación	Supinación
<i>Muñeca</i>	Extensión	Extensión	Flexión y desviación cubital	Extensión y desviación radial
<i>Dedos y a pulgar</i>	Extensión	Extensión	Flexión	Extensión
<i>Hombro</i>	—	Rotación externa	Rotación interna	Rotación externa
<i>Raquis cervical</i>	Lateroflexión contralateral	Lateroflexión contralateral	Lateroflexión contralateral	Lateroflexión contralateral
<i>Nervio testado</i>	Nervio mediano. Nervios interóseos anteriores. C5, C6, C7.	Nervio mediano. Nervio musculocutáneo. Nervio axilar.	Nervio radial.	Nervio cubital Raíces C8-T1

Tabla 2. Pruebas de tensión del miembro superior, cuadro mostrando el orden de posicionamiento de las articulaciones y polarización nerviosa.

9.1.1. Estiramientos y movilización del Nervio Cubital.

El nervio cubital pasa por la parte posterior del codo y va descendiendo, pasando por la parte anterior del antebrazo hasta llegar a la mano, innervando el dedo meñique, anular y la mitad del dedo medio. Sabiendo esto, se pueden realizar los siguientes ejercicios y estiramientos del nervio cubital.

- PROCEDIMIENTO:
 1. Extensión de la muñeca y de los dedos
 2. Pronación del antebrazo
 3. Flexión del codo
 4. Descenso de la cintura escapular
 5. Rotación externa del hombro
 6. Abducción del hombro

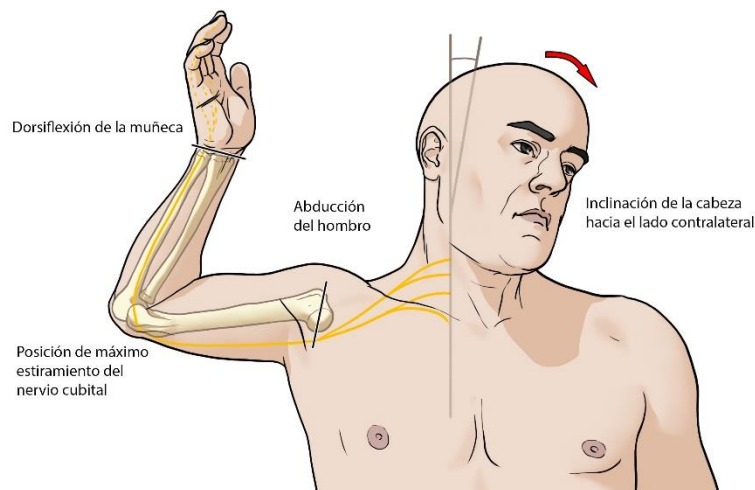


Figura 18. Test de tensión del miembro superior (nervio cubital).

- RESULTADO:

El test está positivo si:

- Hay reproducción de los síntomas
- La lateroflexión cervical contralateral aumenta los síntomas, o la lateroflexión homolateral disminuye los síntomas

9.1.2. Estiramiento y movilización del nervio radial.

Para quien padece de lesiones y dolores en el brazo como la epicondilitis o codo de tenista, estos ejercicios permiten reducir y mejorar los síntomas relacionados con compresiones nerviosas producidas por tensiones musculares que hacen que estos nervios no transmitan de manera adecuada su información y como consecuencia se generen problemas musculares y tendinosos.

- **PROCEDIMIENTO:**

1. Descenso de la cintura escapular
2. Extensión del codo
3. Rotación interna del brazo
4. Flexión de la Muñeca, de los dedos y del pulgar

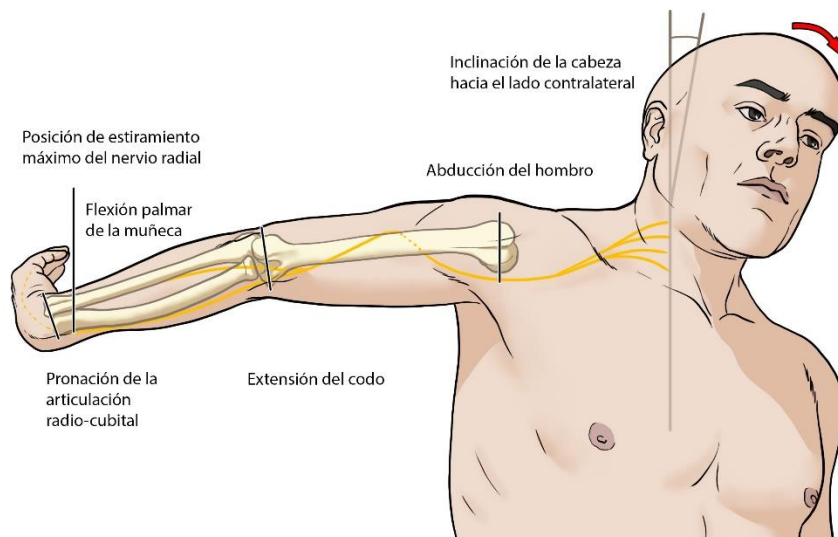


Figura 19. Test de tensión del miembro superior (nervio radial)

- **RESULTADO:**

El test está positivo si:

- Hay reproducción de los síntomas
- La lateroflexión cervical contralateral aumenta los síntomas, o la lateroflexión homolateral disminuye los síntomas

9.1.3. Estiramiento y movilización del Nervio Mediano 1 y 2.

El nervio mediano recorre el brazo desde la columna cervical y pasa por la parte medial del cuerpo del brazo, se acerca al codo el nervio y luego pasa por la parte anterior del antebrazo descendiendo por delante del nervio radial, la lesión más común es el túnel del carpo, en donde el espacio dentro del túnel del carpo disminuye produciendo dolor y perdiendo fuerza.

9.1.2.1 test de tensión del miembro superior 1.

- PROCEDIMIENTO:

El paciente está en decúbito. El terapeuta realiza el siguiente orden de movimientos:

- Descenso escapular
- Abducción del hombro
- Supinación del antebrazo, extensión de la muñeca y de los dedos
- Elevación de la parte externa del hombro
- Extensión del codo
- Lateroflexión cervical contralateral/homolateral

- RESULTADO:

El test está positivo si:

- Hay reproducción de los síntomas
- Si existe una diferencia de amplitud de más 10º de a nivel del codo con relación al lado sano
- La lateroflexión cervical contralateral aumenta los síntomas, o la lateroflexión homolateral disminuye los síntomas

9.1.2.2.test de tensión del miembro superior 2.

- PROCEDIMIENTO:

1. Descenso de la cintura escapular
2. Extensión del codo
3. Rotación externa del brazo
4. Extensión de la muñeca, de los dedos y del pulgar

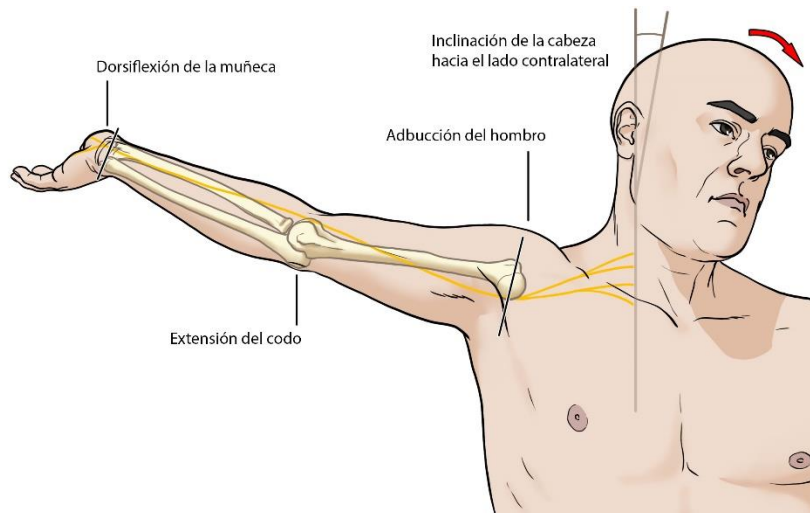


Figura 20. Test de tensión del miembro superior (nervio mediano).

- **RESULTADO:**

El test está positivo si:

- Hay reproducción de los síntomas
- La lateroflexión cervical contralateral aumenta los síntomas, o la lateroflexión homolateral disminuye los síntomas

10. NEURODINAMIA PARA EL MIEMBRO INFERIOR

10.1. Neurodinamia para la ciática o Ciatagia: SLUMP TEST

La Ciatagia es un nervio que por su alteración produce dolor en todo el recorrido del nervio ciático, la irritación puede estar en cualquier punto del recorrido del nervio ciático, otra forma de afectación de este nervio es cuando el músculo piramidal se contractura comprimiendo el nervio ciático, el siguiente video explica algunos ejercicios para calmar los síntomas generados por esta patología.

El slump test o test de flexión del raquis puede emplearse en caso de hernia discal cuando el test de Lasègue esta negativo (Shacklock, 2005; Butler, 1989).

El slump test es una variante test de Lasègue efectuado en sedestación con una serie progresiva de maniobras concebidas para colocar las raíces de nervio ciático bajo tensión creciente.

A cada etapa del procedimiento, el paciente informa al terapeuta de lo que experimenta y si se produce un dolor radicular.

El slump test aplica una tracción sobre las raíces nerviosas incorporando una flexión vertebral y una flexión de cadera al test de Lasègue, e indica al terapeuta la presencia de una compresión de una raíz nerviosa cuando hay un test de Lasègue negativo

- META DEL TEST.

Evaluar si una hernia discal, una tensión neural o un cambio neurodinámico contribuyen a los síntomas del paciente.

- TÉCNICA.

El paciente está sentado con las manos cruzadas detrás de la espalda. El terapeuta pide al paciente de flexionar su raquis (slump), después de flexionar el raquis cervical y la cabeza. El terapeuta coloca entonces su mano sobre la cabeza y hace efectuar al paciente una extensión de rodilla, y dorsiflexión del pie. En final, se pide al paciente poner de nuevo el cuello en posición neutra.

- RESULTADOS.

El test esta positivo si los síntomas son aumentados en posición de slump y disminuidos cuando el paciente pone de nuevo el cuello en posición neutra.

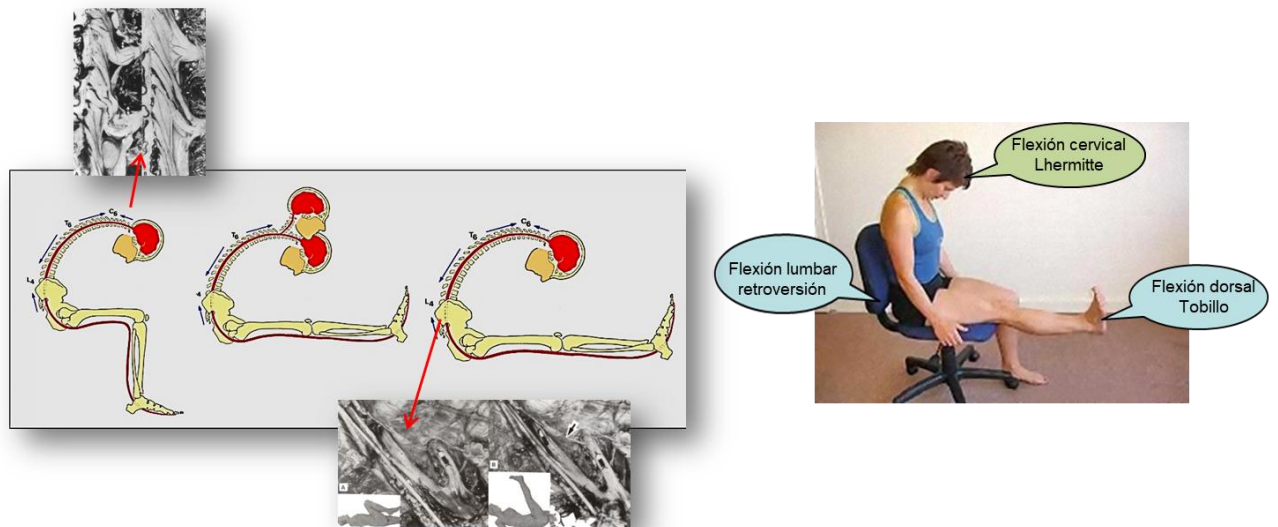


Figura 21. Slump test.

Majlesi et al (2008) realizaron un estudio prospectivo de casos y controles con 75 pacientes con síntomas de hernia discal lumbar y con IRM. Treinta y ocho pacientes tenían signos de hernia en la IRM. El grupo control estaba constituido por 73 pacientes de con IRM negativa. Un terapeuta ciego efectuó el slump test y el test de Lasègue en todos los pacientes. Un segundo terapeuta examinó y registro los resultados de la IRM.

El slump test fue más sensible (0,84) que el test de Lasègue (0,52) en los pacientes con hernias discales lumbares. Sin embargo, el test de Lasègue fue un test ligeramente más específico (0,89) que el slump test (0,83).

Stankovic et al (1999) presentan los resultados de la prueba de depresión a diferentes valores de corte (ángulos en los que ocurrió el dolor), mostrando que la sensibilidad de la prueba de depresión fue pobre (0,44; IC del 95%: 0,34 a 0,55) y especificidad solo un poco mejor (0,58; IC del 95%: 0,28 a 0,85) cuando se utiliza un límite estricto (dolor que se irradia por debajo de la rodilla). La sensibilidad aumentó (pero la especificidad disminuyó) cuando se usa un punto de corte más leve (dolor en cualquier parte). [6]

Nota:

La prueba de depresión se describe de manera diferente entre las fuentes. El factor común entre las fuentes es la reproducción del dolor a medida que se aplica tensión a la duramadre durante la prueba.

10.2. Prueba de tensión nerviosa femoral.

- **PROPÓSITO.**

La prueba de flexión de la rodilla propensa es una prueba de tensión neural utilizada para estresar el nervio femoral y las raíces nerviosas lumbares medias (L2-L4) (Magee, 2014; Shacklock, 2005).

- **TÉCNICA.**

El paciente es en procúbito en la camilla, el terapeuta coloca una mano sobre la pelvis del paciente para evitar movimientos y sentir cualquier compensación, mientras que la otra flexiona la rodilla involucrada tanto como sea posible y mantiene la posición durante 45 segundos.

- **RESULTADOS:**

El test está positivo si se produce dolor unilateral en la región lumbar, las nalgas, el muslo posterior o entre los rangos de flexión de rodilla de 80-100 grados en una combinación de estas regiones, la prueba se considera positiva. La duramadre está tensada entre 80 y 100 grados y los hallazgos positivos en este rango podrían ser indicativos de una hernia de disco que afecta la raíz nerviosa L2, L3 o L4. Los resultados positivos secundarios a una hernia de disco pueden diferenciarse de los problemas cuádruples en función del rango en el que se reproduce el dolor. Si se produce dolor antes de los 80 grados de flexión de la rodilla, la causa puede ser opresión en los cuádriceps y / o lesiones.

La prueba se realiza con el paciente acostado boca abajo. El examinador facilita la flexión suave de la rodilla al máximo. Si no aparece ningún resultado positivo (un resultado positivo en esta prueba significa que induce dolor en la ingle, el muslo anterior o posterior, las nalgas o la región lumbar o mientras la rodilla se flexiona entre 80 y 100 grados), (s) trae la cadera a mayor extensión.

Un recto femoral también puede producir dolor en el muslo anterior, por lo que es importante realizar la prueba en ambos lados y comparar los síntomas



Figura 22. Test y técnica de tensión nerviosa femoral o Signo de LÉRI (o Lasègue invertido).

Según Butler (1991) y Shacklock (2005) el test de LÉRI (o Lasègue invertido) es más específico practicado con ABDUCCIÓN de cadera



Figura 23. Test y técnica de tensión nerviosa femoral según Butler y Shacklock.

BIBLIOGRAFIA

Shacklock, M. Clinical neurodynamics: A new system of musculoskeletal treatment. London (UK): Elsevier Butterworth Heinemann.2005

Shacklock, M. Neurodynamics. Physiotherapy.1995. 81, 9-16.

Sunderland S, Bradley KC. Stress-strain phenomenas in human peripheral nerve trunks. Brain. 1961. 84; 102-119.

Nakamichi K, Tachibana S. Restricted motion of the median nerve in carpal tunnel syndrome. J Hand Surg Br. 1995 Aug;20(4):460-4.

McLellan DL, Swash M. Longitudinal sliding of the median nerve during movements of the upper limb. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1976 Jun;39(6):566-70.

Dellon, A.L., MacKinnon, S.E., Seiler, W.A. Susceptibility of the diabetic nerve to chronic compression. Ann Plast Surg. 1988 Feb;20(2):117-9.

Lundborg G, Rydevik B. Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit. J Bone Joint Surg Br. 1973 May;55(2):390-401.

Gelberman RH, Szabo RM, Williamson RV, Hargens AR, Yaru NC, Minteer-Convery MA. Tissue Pressure Threshold for Peripheral Nerve Viability. Clin Orthop Relat Res. 1983 Sep;(178):285-91.

Ogata K, Naito M. Blood flow of peripheral nerve effects of dissection, stretching and compression. J Hand Surg Br. 1986 Feb;11(1):10-4.

Butler DS, Matheson J. The sensitive nervous system. Adelaïde : Noigroup Publications ; 2000. 431 p.

Beltran-Alacreu H, Jiménez-Sanz L, Carnero JF, Touche R La. Comparison of hypoalgesic effects of neural stretching vs neural gliding: a randomized controlled trial. J Manipulative Physiol Ther. 2015 Nov-Dec;38(9):644-652.

Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Effects of upper extremity neural mobilization on thermal pain sensitivity: a sham-controlled study in asymptomatic participants. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Jun;39(6):428-38.

Santos FM, Silva JT, Giardini AC, Rocha PA, Achermann AP, Alves AS, Britto LR, Chacur M. Neural mobilization reverses behavioral and cellular changes that characterize neuropathic pain in rats. Mol Pain. 2012 Jul 29; 8:57.

Santos F, Grecco LH, Pereira MG, Oliveira ME, Rocha PA, Silva JT, Martins DO, Miyabara EH, Chacur M. The neural mobilization technique modulates the expression of endogenous opioids in the periaqueductal gray and improves muscle strength and mobility in rats with neuropathic pain. *Behav Brain Funct.* 2014 May 13; 10:19.

Basson CA, Stewart A, Mudzi W. The effect of neural mobilisation on cervicobrachial pain: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Dec 10; 15:419.

Brown CL, Gilbert KK, Brismee J-M, Sizer PS, Roger James C, Smith MP. The effects of neurodynamic mobilization on fluid dispersion within the tibial nerve at the ankle: an unembalmed cadaveric study. *J Man Manip Ther.* 2011 Feb; 19(1):26–34.

Silva A, Manso A, Andrade R, Domingues V, Brandão MP, Silva AG. Quantitative in vivo longitudinal nerve excursion and strain in response to joint movement: A systematic literature review. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2014 Sep; 29(8):839–47.

Mafra O, Bezerra E, Silva D, Giani TS, Brasil Neves CE. Hydroxyproline levels in young adults undergoing muscular stretching and neural mobilization. *JMB.* 2010; 29(29):39-43.

Ginanneschi F, Cioncoloni D, Bigliazzi J, Bonifazi M, Lorè C, Rossi A. Sensory axons excitability changes in carpal tunnel syndrome after neural mobilization. *Neurol Sci.* 2015 Sep 21; 36(9):1611–5.

Boudier-Revéret M, Gilbert KK, Allégue DR, Moussadyk M, Brismée JM, Sizer PS Jr, Feipel V, Dugailly PM, Sobczak S. Effect of neurodynamic mobilization on fluid dispersion in median nerve at the level of the carpal tunnel: A cadaveric study. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017 Oct; 31:45-51.

HH, Fernandes de Oliveira AD, Lima EM, Alves Peixoto Medrado AR, Nunes Sá K, Blanco Martinez AM, Fontes Baptista A. Neurodynamic mobilization reduces intraneural fibrosis After sciatic crush lesion in rats. *Brazilian Journal of Medicine and Human Health.* 2017; 5,2. DOI: 10.17267/2317-3386bjmhh.v5i2.1303

Santana HHS, Fernandes de Oliveira IAV, Medrado AP, Nunes Sá K, Lima EM. Neurodynamic Mobilization and Peripheral Nerve Regeneration: A Narrative Review. *Int J Neurorehabilitation.* 2015. 2:163. doi: 10.4172/2376-0281.1000163

JH, Silva GB, Bishop MD, Fernandez-Carnero J. Radial nerve mobilization decreases pain sensitivity and improves motor performance in patients with thumb carpometacarpal osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012 Mar;93(3):396-403.

Araya-Quintanilla F, Polanco-Cornejo N, Cassis-Mahaluf A, Ramírez-Smith V, Gutiérrez-Espinoza H. Efectividad de la movilización neurodinámica en el dolor y funcionalidad en sujetos con síndrome del túnel carpiano: revisión

Aksoy CC, Kurt V, Okur İ, Taspınar F, Taspınar B. The immediate effect of neurodynamic techniques on jumping performance: A randomised double-blind study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019 May 14. doi: 10.3233/BMR-170878. [Epub ahead of print]

Basson A, Olivier B, Ellis R, Coppieters M, Stewart A, Mudzi W. The Effectiveness of Neural Mobilization for Neuromusculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017 Sep;47(9):593-615.

Aksoy CC, Kurt V, Okur İ, Taspınar F, Taspınar B. The immediate effect of neurodynamic techniques on jumping performance: A randomised double-blind study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019 May 14. doi: 10.3233/BMR-170878.

Basson A, Olivier B, Ellis R, Coppieters M, Stewart A, Mudzi W. The effectiveness of neural mobilizations in the treatment of musculoskeletal conditions: a systematic review protocol. *JBIM Database System Rev Implement Rep.* 2015 Jan;13(1):65-75.

Araya Quintanilla F, Polanco Cornejo N, Cassis Mahaluf A, Ramírez Smith V y Gutiérrez Espinoza H. Efectividad de la movilización neurodinámica en el dolor y funcionalidad en sujetos con síndrome del túnel carpiano: revisión sistemática. *Rev Soc Esp Dolor* 2018;25(1):26-36.

Y, Valenza MC, Martín-Martín L, Cabrera-Martos I, Puñtadura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C. Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study on hamstring flexibility in healthy, asymptomatic male soccer players. *Phys Ther Sport.* 2013 Aug;14(3):156-62.

Sharma SS, Sheth MS. Effect of neurodynamic mobilization on pain and function in subjects with lumbo-sacral radiculopathy. *Medicine Science* January 2017 DOI: 10.5455/medscience.2017.06.8664

Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Effects of Upper Extremity Neural Mobilization on Thermal Pain Sensitivity: A Sham-Controlled Study in Asymptomatic Participants *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jun;39(6):428-38.

Salian SC, Sachdeva NV. Efficacy of contra-lateral neurodynamics on median nerve extensibility in cervical radiculopathy patients. *International Journal of Medical and Health Research.* 2018; 4:4, 47-52

Ibrahiem BM, Labib AM, Samed Nasef SA, Ahmed Said SM. Impact of Different Neurodynamic Tension Techniques on H Reflex of Sciatic Nerve. *J. Med. Sci.* April-June 2017. 17 (2): 68-74.DOI: 10.3923/jms.2017.68.74

Wang Y, Ma M, Tang Q, Zhu L, Koleini M, Zou D. The effects of different tensile parameters for the neurodynamic mobilization technique on tricipital muscle wet

weight and MuRf-1 expression in rabbits with sciatic nerve injury. J Neuroeng Rehabil. 2015 Apr 15; 12:38.

Elvey RL. The investigation of arm pain. In Boyling JD, Palastanga N (eds): Grieve's modern manual therapy: the vertebral column, 2nd ed. Churchill Livingstone: Edinburgh.1994.

Butler DS. Mobilization of the nervous system. Churchill Livingstone: Melbourne. 1991.

Wells P. Cervical dysfunction and shoulder problems, Physiotherapy. 1982. 68:66-73.

Slater H, Butler DS, Shacklock MO. The dynamic central nervous system: Examination and assessment using tension tests. In Boyling JD, Palastanga N (eds): Grieve's modern manual therapy: the vertebral column, 2nd ed. Churchill Livingstone: Edinburgh. 1994.

Hartley A. Practical Joint Assessment. Mosby: St Louis. 1995

Wainner RS, Fritz JM, Irrgang JJ, Boninger ML, Delitto A, Allison S. Reliability and diagnostic accuracy of the clinical examination and patient self-report measures for cervical radiculopathy. Spine (Phila Pa 1976). 2003 Jan 1; 28(1):52-62.

Majlesi J, Togay H, Unalan H, Toprak S. The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation. J Clin Rheumatol, 2008; 14: 87–91.

Stankovic R, Johnell O, Maly P, Willner S. Use of lumbar extension, slump test, physical and neurological examination in the evaluation of patients with suspected herniated nucleus pulposus. A prospective clinical study. Man Ther, 1999; 4: 25–32.

Magee DJ. Orthopedic physical assessment. Elsevier Health Sciences; 2014 Mar 25.

Shacklock M. Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment. Elsevier Health Sciences; 2005.

Butler DS. Adverse mechanical tension in the nervous system: a model for assessment and treatment. Aust J Physiother. 1989;35(4):227–238.