

ÍNDICE

1. Abstract y Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Métodos y resultados	
3.1. Sujetos	5
3.2. Criterios de exclusión.....	5
3.3. Procedimiento	6
3.3.1. Realización y control del estudio	6
3.3.2. Mediciones.....	6
3.3.3. Maniobras	6
3.3.4. Medición del movimiento del nervio mediano.....	7
3.3.5. Análisis cuantitativo del deslizamiento del nervio	9
3.3.6. Análisis estadístico	9
3.3.7. Factores limitantes.....	9
4. Resultados.....	9-12
5. Discusión	12-13
6. Conclusión.....	13
7. Bibliografía.....	13-15
8. Anexos.....	15
8.1. Videos.....	15
8.2. Consentimientos informados	

1. ABSTRACT:

Introduction: Neurodynamics, is a newly area of physiotherapy that emphasize the role of mobilization of nerve mobilization for the treatment and prevention of nerve. To date, neurodynamic therapies are done empirically, without any evidence of imaging.

Material and Methods: Twenty five (25) healthy volunteers aged from 18-32 years were studied. Nerve mobilization in the different sequence of nerve sliding with passive and active lateral flexion of the head were measured. Nerve mobilization was quantified with frame by frame analysis with high resolution ultrasonography.

Results: We have found optimal nerve mobilization during lateral cervical flexion at 30° and 60° of arm abduction.

Minor nerve mobilization at neutral position and 90° of arm abduction.

No significant differences found in nerve mobilization comparing pasive and active lateral cervical flexion.

Conclusion: Peripheral nerve mobilization evaluation with ultrasonography allows the understanding of the biomechanical behaviour in vivo. Understanding the behavior of the nerve during neurodynamic tests can improve its implementation in real patients.

RESUMEN:

Introducción: La neurodinámica o movilización neural, es una nueva área de la fisioterapia que tiene como objetivo la movilización del nervio para el tratamiento y prevención de lesiones de los nervios periféricos. No hay estudios que demuestren las teorías de la neurodinámica con imágenes de alta resolución.

Material y métodos: Veinticinco (25) voluntarios sanos de entre 18 y 32 años han sido estudiados. Se midió el deslizamiento del nervio mediano en diferentes posiciones y amplitudes con inclinación cervical pasiva y activa de la cabeza. El movimiento del nervio se cuantificó con una análisis ecográfica de alta resolución (Frame by frame).

Resultados: Se ha encontrado una movilización óptima del nervio durante la inclinación cervical a 30 y 60° de abducción de hombro. Fue menor en posición neutra y a 90° de abducción de hombro. No se encontraron diferencias significativas en el movimiento del nervio entre la inclinación cervical pasiva y activa.

Conclusión: La monitorización por ecografía nos permite comprender el comportamiento biomecánica del nervio mediano en pacientes vivos. Comprender en comportamiento del nervio durante las pruebas neurodinámicas puede mejorar en la aplicación en pacientes reales.

2. INTRODUCCIÓN:

La neurodinámica o movilización neural, es una nueva área de la fisioterapia que tiene como objetivo la movilización del nervio para el tratamiento y prevención de lesiones de los nervios periféricos.

La continuidad anatómica, química y eléctrica del sistema nervioso ha sido descrita por Butler, el cual establece que la división entre sistema nervioso periférico y sistema nervioso central es únicamente teórica (1). Para esto, se apoya en la literatura científica, entre otros los trabajos de Breig (2) y Sunderland (3, 4).

Distintos autores han descrito que el sistema nervioso tiene la capacidad de deslizarse respecto a los tejidos que le rodean para trasladar y soportar las tensiones generadas por cualquier movimiento del cuerpo. Se han realizado varios estudios sobre el movimiento del nervio mediano: estudio de cadáveres (5, 6), estudios intra operatorios (7, 8), y estudios por ecografía (9, 10).

Estudios de Charnley y Smith ilustraban los movimientos y los cambios de tensión en las raíces nerviosas lumbosacras durante la elevación de la pierna. Observaron que a diferentes grados de elevación de la pierna el nervio se comportaba de diferente manera. Obtuvieron datos en los cuales de 0° a 35° el nervio no influyó nada, de 35° a 70° el nervio se movió y de 70° a 90° se tensionó y cesó el movimiento (6, 11, 12).

Shacklock (13), describe cómo el sistema nervioso tiene la capacidad de deslizarse respecto a los tejidos que lo rodean para trasladar y soportar las tensiones generadas por cualquier movimiento del cuerpo. Así mismo describe los tres pasos consecutivos por los que pasa el sistema nervioso para repartir y distribuir la tensiones que está sufriendo.

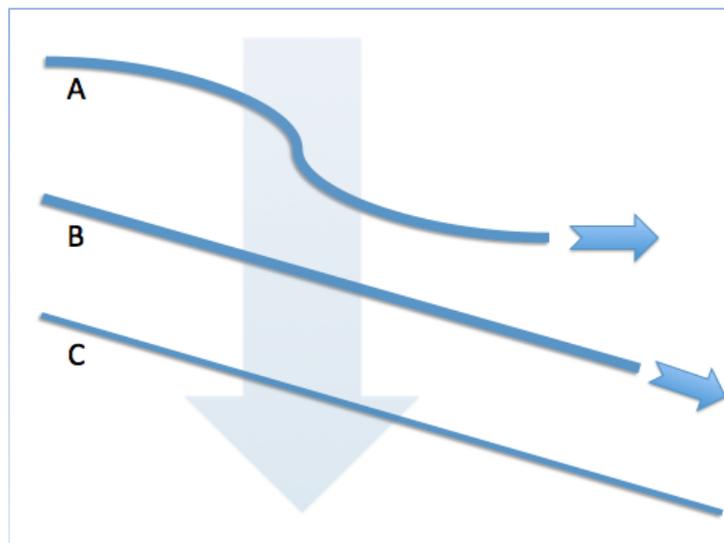


Ilustración 1. Esquema de la teoría del nervio de Shacklock.

En una primera etapa se despliega (pérdida del “slack”), en una segunda etapa se desliza respecto a los tejidos adyacentes, y en una última etapa se tensa y tiene capacidad de elongación.

Con esos conocimientos, Shacklock y Wilkinson en el 2001 (14) aplicaron combinaciones específicas de movimientos para producir un deslizamiento y luego tensión del sistema nervioso tanto a nivel del sistema nervioso periférico como del sistema nervioso central. Se ha evidenciado que la flexión lateral de cuello produce un movimiento hacia proximal de los nervios del antebrazo contralateral respecto a las estructuras adyacentes McLellan y Swash (15), Shacklock y Wilkinson (14).

Totten y Hunter demostraron que las técnicas de deslizamiento nervioso son válidas para el uso terapéutico (8).

Un estudio de Elvey (17) vio la importancia del diagnóstico y tratamiento del sistema nervioso periférico en los trastornos músculo-esqueléticos.

Esta técnica de deslizamiento se utiliza para tratar patologías tales como el síndrome del túnel del carpo o Síndromes del outlet torácico (8). El deslizamiento neural es una de las técnicas más eficaces para pacientes con neuropatías por atrapamiento (18).

En base a todo esto, en la actualidad se realizan técnicas para movilizar el nervio periférico en distintas patologías, entre ellas también se emplea en pacientes con inmovilización prolongada del miembro superior (por ejemplo fracturas del miembro superior) para la prevención de complicaciones asociadas como es el síndrome de dolor regional complejo e síndrome compartimental (19, 20).

Éstas terapias se utilizan de forma empírica sin que haya estudios de imagen que estudien de forma dirigida la movilización neural en las maniobras realizadas.

Existe una falta de evidencia científica respecto a las técnicas propuestas por varios autores de movilizar el nervio periférico para pacientes inmovilizados y/o con sintomatología clínica, así como una falta de consenso a la hora de decidir el grado de puesta en tensión del nervio (1).

Hasta el momento ningún estudio ha determinado con ecografía el rango óptimo extensión del miembro superior en pacientes sanos, lo cual es esencial para conseguir un deslizamiento óptimo en base a las teorías de movilización neural. Tampoco nadie ha comparado la lateralización de la cabeza activa o pasiva del miembro superior, lo que puede ser muy importante a la hora de escoger una rutina de trabajo con fisioterapeuta o bien en casa (pacientes que viven lejos).

La tensión en un nervio causa una disminución del flujo de sangre intraneural. Cuando se alarga en un 8%, el flujo de sangre venoso de los nervios empieza a disminuir y al 15% se obstruye toda la circulación aferente y eferente del nervio (21). A pesar de esto, el nervio mediano cambia su longitud cuando realizamos la flexión y extensión de codo (22), eso permite una distribución más homogénea de las presiones en el nervio durante el movimiento.

Por esa razón una falta de deslizamiento nervioso puede provocar una compresión mayor a la normal en un punto concreto, y eso puede provocar una irritación neural con una consecuente sintomatología.

Los nervios pueden inflamarse y muestran una mayor respuesta a las fuerzas mecánicas en los niveles bajos de estiramiento.

Un estudio reciente (10) utilizó dos técnicas diferentes para evaluar el movimiento longitudinal del nervio mediano y el resultado fue que la traslación lateral de cabeza obtuvo más movimiento que la inclinación lateral de cabeza.

La inclinación lateral es un componente de sensibilización en la prueba neurodinámica del nervio mediano (1), así como una técnica terapéutica, por ejemplo, para la radiculopatía cervical (23, 24).

Existen pocos estudios que estudien el uso de la ecografía diagnóstica para evaluar la movilización del nervio (10).

Nos hemos planteado este estudio para determinar en pacientes sanos el rango óptimo de abducción del miembro superior en el cual la inclinación lateral de la cabeza provoque el mayor deslizamiento posible del nervio mediano a nivel periférico (Muñeca, antebrazo y codo). De forma secundaria determinar si existen cambios en la movilización activa o pasiva del cuello en el rango de movimiento.

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Sujetos

Se han estudiado 25 personas voluntarias sanas de edades comprendidas de entre 18 a 35 años (9 chicas y 8 chicos). 5 fueron excluidos por padecer al menos un criterio de exclusión (por ejemplo, enfermedad de Raynaud).

El sujeto ha sido posicionado en decúbito supino con las piernas estiradas y relajadas. La mano izquierda en el ombligo (Rotación interna de hombro, flexión de codo de 90° y pronación, palma hacia abajo), para que de este modo no hay tensión neural en el nervio mediano. El brazo a estudiar, el derecho, ha sido siempre controlado para que este apoyado totalmente en la camilla y así tener el codo y muñeca y dedos en posición neutra (codo a 0° de extensión, muñeca neutra y dedos en extensión). La cabeza ha sido posicionada en posición neutra que es diferente en cada sujeto, para ello la mirada del sujeto se ha colocado perpendicular al techo (la cual indica la posición neutra).

3.2. Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión fueron cualquier historia de trauma, neuropatías o síntomas en el cuadrante superior (10) y se realizó una prueba neurodinámica del miembro superior (ULTN1) con resultados normales. Dentro de las neuropatías se incluyen el Síndrome del Tunel Carpiano (CTS) y enfermedades metabólicas con componentes neuropáticos (Diabetes Mellitus, por ejemplo). Otro criterio de exclusión importante a tener en cuenta fue la correcta realización de la inclinación activa por parte de los sujetos. También, la aparición de dolor antes de la resistencia (24).

Para descartar contraindicaciones, un estudio previo se realizó para garantizar que no había historia de lesiones de cuello, hombro o de las manos y sin discapacidad sensorial, como parestesias en el pasado y en el presente.

Se realizó la prueba de neurodinámica ULTN 1 (1). El rango de movimiento (ROM) y las respuestas mecanosensitivas dentro de la prueba ULNT 1 de los sujetos fueron aceptados para este estudio según Lohkamp y Small (25).

Antes del estudio, todos los sujetos leyeron una hoja de información y firmaron un formulario de consentimiento informado.

3.3. Procedimiento

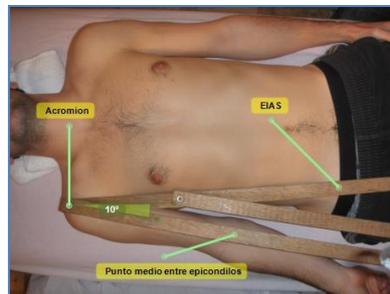
3.3.1. Realización y control del estudio

El estudio ha sido controlado por un radiólogo y dos fisioterapeutas en todo momento. Cada fisioterapeuta ha tenido una tarea concreta. Un fisioterapeuta se ocupó de enseñar al paciente como realizar la inclinación lateral de la cabeza activa, y realizar las movilizaciones pasivas de todos los sujetos del estudio. El otro fisioterapeuta ha desempeñado la tarea de medición de la abducción del brazo y de la fijación del hombro en todo momento.

3.3.2. Mediciones

Se han obtenido mediciones en diferentes grados de abducción de gleno humeral [Neutro (el brazo del sujeto está totalmente pegado al tórax), 30°, 60°, y 90°]. En cada punto se ha realizado una inclinación de cabeza pasiva y activa, y se ha realizado mediciones en la muñeca, antebrazo y codo.

Para la medición del ángulo de abducción de la gleno humeral, un mismo fisioterapeuta ha realizado siempre la medición. Los puntos de referencia para esta medición han sido la EIAS (Espina iliaca antero superior derecha) y parte anterior y media del acromion derecho. El segundo brazo del goniómetro se ha alineado con un punto medio del codo. Se ha utilizado un goniómetro y otro goniómetro de madera con brazos más largos para poder utilizarlo sobre las referencias anatómicas (26).



Imágen 1. Utilización del goniómetro de madera con las referencias anatómicas.

3.3.3. Maniobra

Un mismo fisioterapeuta ha realizado la maniobra de inclinación pasiva a todos los sujetos (28). El fisioterapeuta ha realizado una inclinación llevando la oreja del sujeto al hombro homolateral. El movimiento se ha realizado hasta llegar a la resistencia grado III de Maitland (24, 27).

Otro fisioterapeuta ha realizado en todos los sujetos una fijación del hombro. La realización de la fijación no implica ninguna modificación en la maniobra, así como un descenso de hombro o compresión del plexo braquial. Únicamente fija por encima del hombro para mantener las estructuras de la medición alineadas para no falsear la prueba cuando realizamos la inclinación lateral.

La inclinación activa realizada por los sujetos fue explicada, corregida y practicada antes de comenzar el estudio (26, 28). Se explicó la biomecánica de cómo realizar una inclinación pura correctamente con pautas sencillas como llevar la oreja al hombro. En

todo momento el mismo fisioterapeuta que realiza la maniobra de inclinación pasiva ha controlado la inclinación activa.

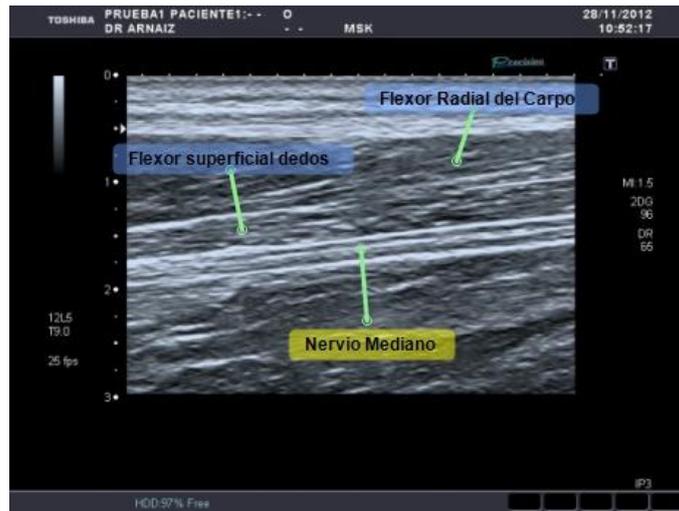
La dinámica del estudio empezó con el brazo derecho del paciente neutro (lo mas pegado al cuerpo posible). En esta posición es encontrado el nervio mediano en la muñeca con el transductor. Una vez hallado, se realiza una maniobra de inclinación de cabeza pasiva por el fisioterapeuta. Después, sin alterar nada en el paciente se realiza lo mismo activamente. Teniendo archivados los movimientos pasamos el transductor al antebrazo para llevar a cabo la misma ejecución, y lo mismo en el codo. Realizaremos este mismo proceso en los grados 30°, 60°, y 90° de abducción gleno-humeral.

3.3.4. Medición del movimiento del nervio mediano

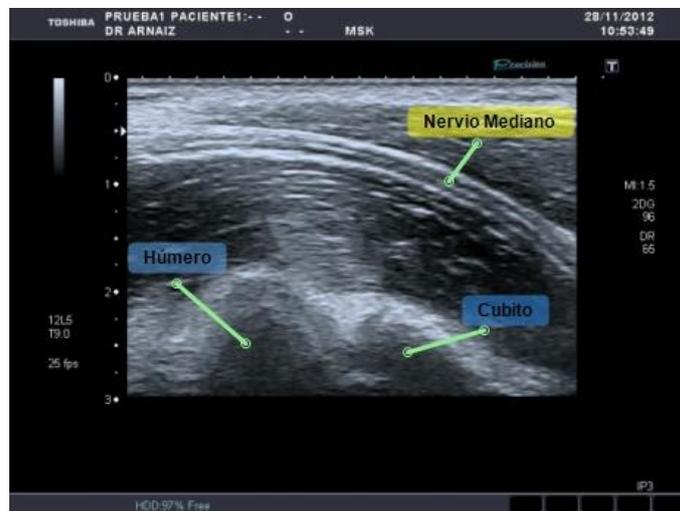
Se empleo un ecógrafo Toshiba Xario con sonda lineal 704-S de 18MHZ. La posición del transductor del ecografo empleado ha sido determinada por referencias anatómicas. La referencia de la muñeca (Ecografía 1 y imagen 2) ha sido situada encima de la articulación radio-carpiana y entre la primera y segunda fila de los huesos del carpo. La medición en el antebrazo (Ecografía 2 y imagen 3), ha sido obtenida desde la parte anterior del antebrazo en posición anatómica y en un punto medio del hueso radio. La medición del codo (Ecografía 3 y imagen 4) ha sido realizada en la parte anterior de la articulación humero-cubital coincidiendo con el pliegue del brazo.



Ecografía 1. Muñeca



Ecografía 2. Antebrazo

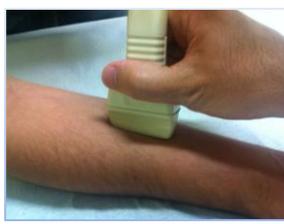


Ecografía 3. Codo

El movimiento del nervio mediano se midió en sentido longitudinal. Para ello primero se comprobó con el transductor perpendicular al nervio mediano para localizarlo y después giramos 90° sin perder de vista el nervio. Se escogieron tres puntos diferentes del miembro derecho.



Imágen 2. Muñeca



Imágen 3. Antebrazo



Imágen 4. Codo

3.3.5. Analisis cuantitativo del deslizamiento del nervio.

Se ha utilizado un programa Kinovea® (Kinovea 0.8.15) que es un programa de análisis de movimiento de distintos pixels sobre un archivo de imagen en movimiento (vídeo), con la técnica de frame by frame (9).

3.3.6. El análisis estadístico

Los datos obtenidos del análisis del movimiento del nervio mediano, fue evaluado estadísticamente usando el programa SPSS (versión 16.0, IBM Corporation). Las diferencias obtenidas entre la inclinación pasiva y activa del nervio y la movilización del nervio en los distintos grados de abducción, se analizaron con el test t de student para datos apareados. El nivel de significación estadística fue definido como el 5% ($p=0.05$).

3.3.7. Factores limitantes

Hemos encontrado dificultades y errores en el análisis postproceso de los vídeos con el programa de análisis de movimiento a la hora de realizar las medidas (movimiento de estructuras adyacentes al nervio, dificultad de seguimiento completo de los píxeles, movimiento de la piel), a pesar de ello las diferencias encontradas son muy claras. Creemos que futuros desarrollos del software específico pueden ayudar a analizar con mayor precisión el deslizamiento.

La inclinación del cuello ha sido realizada según el grado de tensión y no según el rango de movilidad.

Aunque las diferencias encontradas son estadísticamente significativas, esto no implica relevancia clínica real. Sin embargo este estudio puede ayudar a encontrar relevancia clínica de las maniobras de movilización del nervio dado que permite optimizar el grado de abducción para conseguir un mayor deslizamiento nervioso.

No hay estudios previos donde podamos comparar ambos procedimientos. Coppieters et al (29) demostraron en un estudio en vivo que un movimiento de 2,8 mm fue medido en el nervio mediano en la parte superior del brazo en dirección proximal al realizar una inclinación de cabeza pasiva utilizando electrodos de aguja. También dio un promedio de 3,3 mm de movimiento proximal al realizar la inclinación de cabeza pasiva.

4. RESULTADOS

Los resultados del movimiento del nervio están resumidos en la tabla 1.

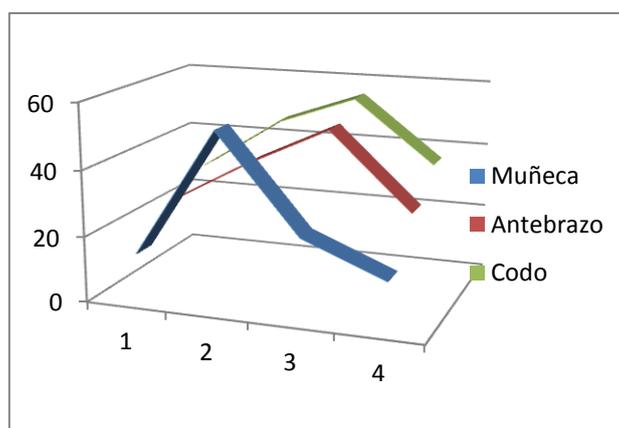


Tabla 1. Movilización pasiva. En el eje horizontal, los valores representan lo grados de abducción de hombro: 1 (0°), 2 (30°), 3 (60°) y 4 (90°). En el eje vertical tenemos representado la cantidad de deslizamiento del nervio en píxeles.

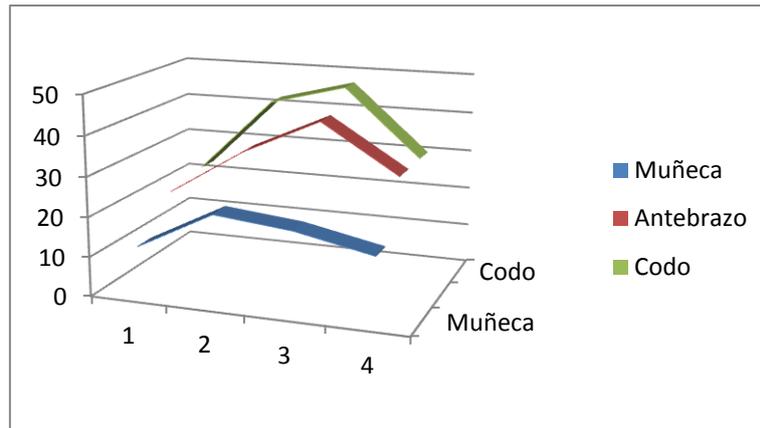


Tabla 2. Movilización activa. En el eje horizontal, los valores representan los grados de abducción de hombro: 1 (0°), 2 (30°), 3 (60°) y 4 (90°). En el eje vertical tenemos representado la cantidad de deslizamiento del nervio en pixeles.

El nervio mediano se mueve en todos los grados de abducción en la muñeca, antebrazo y codo.

El deslizamiento del nervio mediano es máximo a los 30° de abducción en la muñeca y a 60° de abducción en el antebrazo y codo. Tabla 1 y 2.

A los 0° y 90° de abducción encontramos una disminución estadísticamente significativa del deslizamiento del nervio mediano en todas las localizaciones analizadas. Tabla 1 y 2.

Se ha observado también que cuando el punto de medición está más cercano a la articulación que se mueve, en este caso el cuello, el nervio tiene más movimiento (29).

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en el deslizamiento del nervio mediano bajo movilización activa y pasiva de la cabeza. Tablas 3,4, 5 y 6.

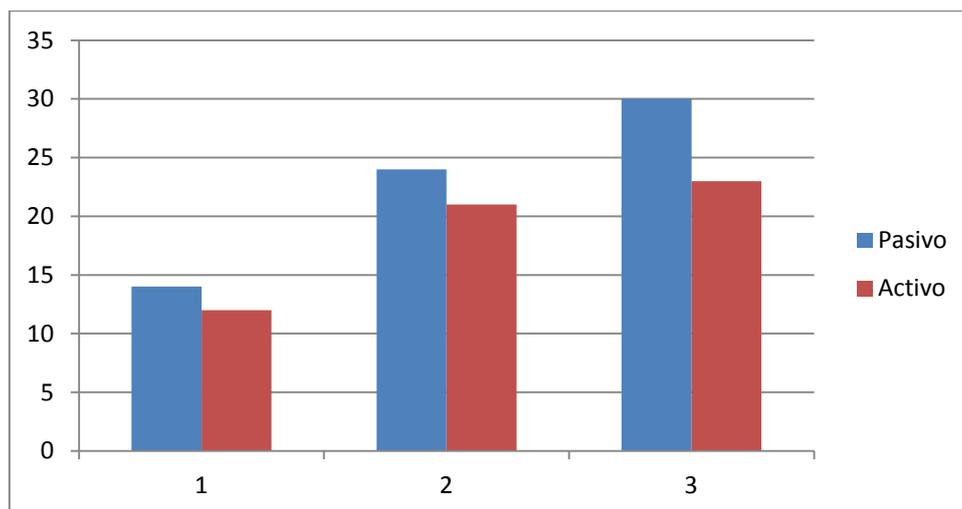


Tabla 3. Esta tabla representa las diferencias del deslizamiento neural entre la movilización pasiva y activa de la cabeza en posición neutra del hombro. El eje horizontal representa los tres puntos de medidas: 1 (muñeca), 2 (antebrazo) y 3 (codo).

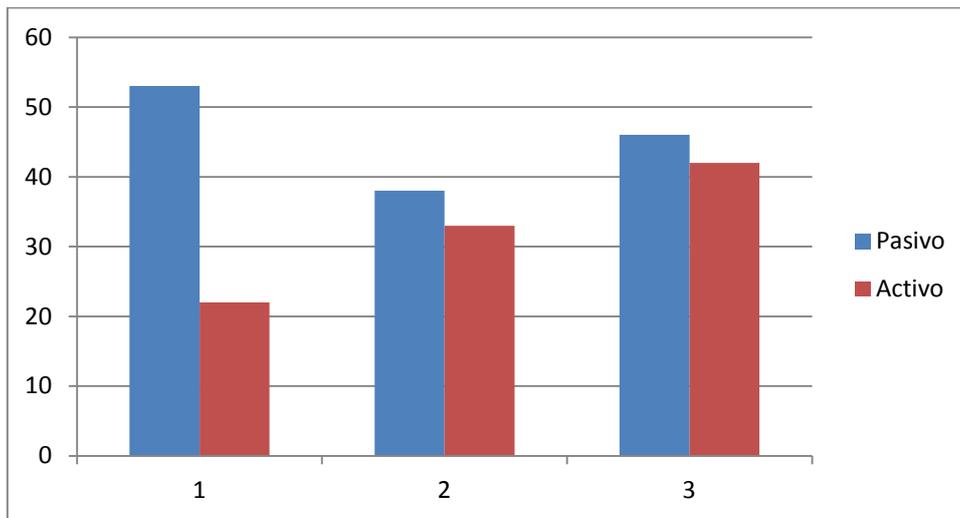


Tabla 4. Esta tabla representa las diferencias del deslizamiento neural entre la movilización pasiva y activa de la cabeza en 30° de abducción del hombro. El eje horizontal representa los tres puntos de medidas: 1 (muñeca), 2 (antebrazo) y 3 (codo).

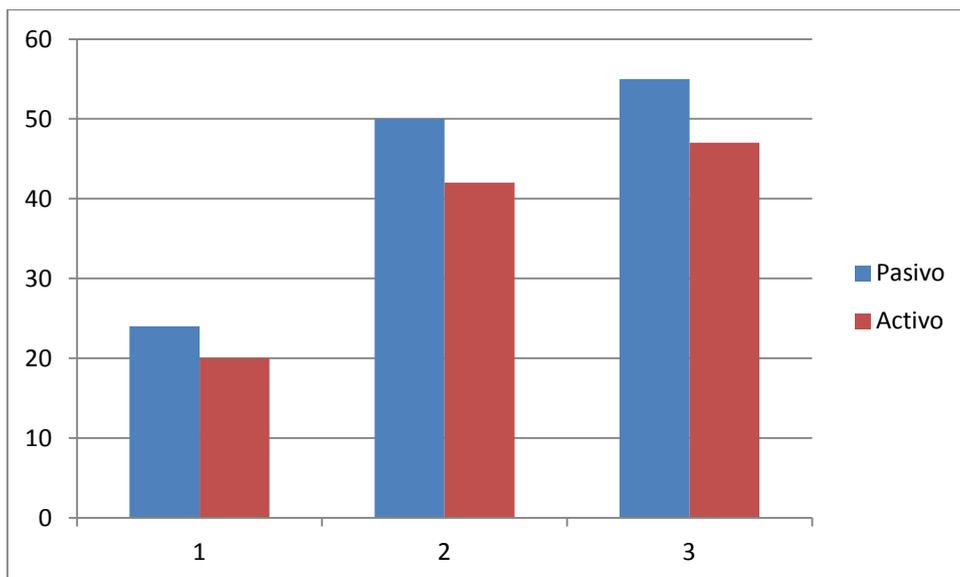


Tabla 5. Esta tabla representa las diferencias del deslizamiento neural entre la movilización pasiva y activa de la cabeza en 60° de abducción del hombro. El eje horizontal representa los tres puntos de medidas: 1 (muñeca), 2 (antebrazo) y 3 (codo).

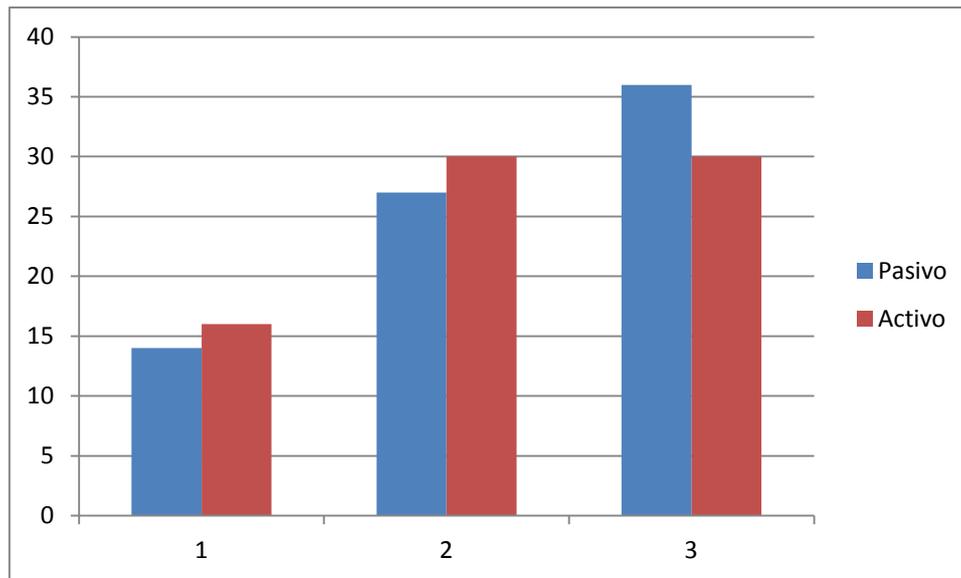


Tabla 6. Esta tabla representa las diferencias del deslizamiento neural entre la movilización pasiva y activa de la cabeza en 90° de abducción del hombro. El eje horizontal representa los tres puntos de medidas: 1 (muñeca), 2 (antebrazo) y 3 (codo).

5. DISCUSIÓN

El resultado de este estudio ha mostrado una diferencia de la intensidad de deslizamiento variable dependiendo de los grados de abducción del brazo estadísticamente significativa en un 5% ($p = 0.05$).

Encontramos que el mayor rango de deslizamiento global del nervio mediano se encuentra entre 30 y 60° de abducción, mientras que el rango de deslizamiento es significativamente menor a 0 y 90°. Esto confirma la teoría de Shacklock de la puesta en tensión del nervio (23). El nervio está estirado (rango de máximo deslizamiento) en el rango 30-60° mientras que pensamos que a los 90° el deslizamiento desciende por la tensión del nervio. A 0° grados nuestra hipótesis en base a los resultados puede ser o bien que el nervio esté en tensión o bien esté en fase de slack (relajado con falta de estiramiento completo), lo cual es importante a la hora de elegir un tratamiento eficaz para la movilización del nervio en pacientes sanos.

Encontramos diferencias en el deslizamiento en la muñeca y antebrazo-codo, esta diferencia pensamos que se debe a que el nervio puede comenzar a perder el slack primero en los extremos del nervio.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el deslizamiento conseguido en la movilización activa y pasiva del nervio, esto nos permite diferenciar que el deslizamiento del nervio no ha sido relacionado con la contracción activa de la musculatura del cuello.

Esta información nos permite reafirmar los estudios previos que confirman el continuo del sistema nervioso central-periférico y la transmisión de fuerzas a través de este continuo (1). Esta información es útil a la hora de poder planificar un auto-tratamiento rehabilitador.

El hecho de que el deslizamiento se encuentra presente en mayor o menor medida en todos los grados de abducción (0-90°), permite afirmar en la eficacia en la movilización del nervio aunque en menor intensidad en pacientes cuya inmovilización o características patológicas impidan un rango de movilidad del brazo.

6. CONCLUSIÓN

El presente estudio demuestra que con la inclinación de cabeza se provoca un deslizamiento del nervio mediano a nivel del codo, antebrazo y muñeca.

Se ha visto que no hay una diferencia significativa entre la inclinación de cabeza pasiva y activa.

Además, se ha observado un significativo aumento de la cantidad de deslizamiento en 30° y 60°. También, se ha visto que hay más cantidad de deslizamiento a nivel del codo y antebrazo respecto a la muñeca.

Una propuesta que hacemos como un futuro estudio sería aplicar este estudio a pacientes con patología, por ejemplo, Síndrome del Túnel Carpiano, y así poder comparar las diferencias que hay en el movimiento del nervio mediano.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Butler DS. Mobilisation of the nervous system.1ª ed.Melbourne: Churchill Livingstone;1991.
2. Breig A. Adverse mechanical tensión in the central nervous system. Stockholm: Almqvist and Willsell;1978.
3. Sunderland S. Nerves and nerve injuries. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978.
4. Sunderland S. Nerves and nerve injuries and their repair: A Critical Appraisal. Edinburgh: Churchill Livingstone;1991.
5. Szabo RM, Bay BK, Sharkey NA, et al. Median nerve displacement through the carpal canal. J Hand Surg. 1994;19A:901-6
6. Wilgis EFS, Murphy R. The significance of longitudinal excursión in peripheral nerves. Hand Clin. 1986;2:761-6.
7. McLellan D, Swash M. Longitudinal sliding of the median nerve during movements of the upper limb. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 1976;39:566-70.
8. Totten PA, Hunter JM. Therapeutic techniques to enhance nerve gliding in thoracic outlet syndrome and carpal tunnel syndrome. Hand Clin. 1991;7:505-20
9. Dilley A, Greening J, Lynn B, Leary R, Morris V. The use of cross-correlation analysis between high-frequency ultrasound images to measure longitudinal median nerve movement. Ultrasound in Medicine and Biology 2001;27(9):1211e8.
10. Fornage BD. Peripheral nerves of the extremities: imaging withUS. Radiology. 1998;167:179-82.
11. Smith C. Changes in length and position of the segments of the spinal cord with changes in posture in the monkey. Radiology. 1956;66:259-265.
12. Charnley J. Orthopaedic signs in the diagnosis of disc protusion.Lancet.1951;1: 186-192;

13. Shacklock M. *Clinical Neurodynamics a new system of musculoskeletal treatment*. Adelaide: Elsevier; 2005.
14. Shacklock M, Wilkinson M. Can nerves be moved specifically? Conference of the Musculoskeletal Physiotherapists' Association of Australia. Adelaide: November 2001: 47.
15. DL, Swash M. Longitudinal sliding of median nerve during movements of the upper limb. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1976;39:566-70.
16. Shacklock M. *Biomechanics of the nervous system: Breig Revisted*. Adelaide: Neurodynamic solution; 2007.
17. Elvey RL. Brachial plexus tension tests for the pathoanatomical origin of arm pain. In: Idczak R, editor. *Aspects of manipulative therapy*. Melbourne, Australia: Lincoln Institute of Health Sciences. 1979:105-10.
18. Muller M, Tsui D, Schnurr R, et al. Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome. *J Hand Ther*. 2004;17:210-28
19. Elvey RL. Treatment of arm pain associated with abnormal brachial plexus tension. *The Australian Journal of Physiotherapy*. 1986;32(4):225-30.
20. Butler DS, Gifford L. The concept of adverse mechanical tension in the nervous system part 2. *Examination and Treatment Physiotherapy*. 1989; 75:629-36.
21. Lundborg G, Rydevik B. Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit: a preliminary study of the intraneural circulation and barrier function of the perineurium. *Journal of bone and joint surgery*. 1973;35B:390-401
22. Millesi H, Zöch G, Rath T. The gliding apparatus of peripheral nerve and its clinical significance. *Annales de Chirurgie de la Main et du Membre Supérieur*. 1990. 9(2):87-97;
23. Shacklock M. *Clinical Neurodynamics e a new system of musculoskeletal treatment*. Adelaide: Elsevier; 2005: 5-30.
24. Maitland GD. *Peripheral Manipulation*. 4^a ed. London: Butterworth; 2005; Appendix 1:599-616.
25. Lohkamp M, Small K. Normal response to upper limb neurodynamic test 1 and 2A. *Manual Therapy*. 2011;16(2):125-30.
26. A.I. Kapandji. *Fisiología articular, Tronco y raquis*. Madrid: Panamerica; 1998.
27. Maitland GD. *Vertebral manipulation*. 5^a ed. London: Butterworth; 1986.
28. Génot, Leroy, Pierron, Péninou, Dufour, Neiger, Dupré. *Kinesioterapia III y IV. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas*. Madrid: Panamericana; 2005:1034-43.
29. Coppiters MW, Hough AD, Dilley A. Different nerve-gliding exercises induce different magnitudes of median nerve longitudinal excursion: an in vivo study using dynamic ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*. 2009;39(3):164-71.
30. Peter Brochwicz, Harry von Piekartz, Christoff Zalpour. Sonography assessment of the median nerve during cervical lateral glide and lateral flexion. Is there a difference in neurodynamics of asymptomatic people? *Man Ther*. 2013;18(3):216-9.
31. Echigo A, Aoki M, Ishiai S, Yamaguchi M, Nakamura M, Sawada Y. The excursion of the median nerve during nerve gliding exercise: an observation with high-resolution ultrasonography. *J Hand Ther*. 2008 Jul-Sep;21(3):221-7.

32. Coppiters MW, Alshami AM. Longitudinal excursion and strain in the median nerve during novel nerve gliding exercises for carpal tunnel syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*. 2007;25:972-80.
33. Lundborg G, Dahlin L. Anatomy, function and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clinics*. 1996;12:185-193.
34. Nakamichi K, Tachibana S. Restricted motion of the median nerve in carpal tunnel syndrome. *Journal of Hand Surgery, British Volume*. 1995;20B(4):460-4
35. Millesi H. The nerve gap: Theory and clinical practice. *Hand Clinics*. 1986; 4:651-663
36. Mackinnon S, Dellon A. *Surgery of the Peripheral Nerve*. New York: Thieme; 1988.
37. Hall TM, Elvey RL. Nerve trunk pain: physical diagnosis and treatment. *Manual Therapy*. 1999;4:63e73.
38. Coppiters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? an analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy*. 2008;13(3):213-21.
39. Lundborg G, Dahlin L. Function and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clinics*. 1996;12:185-193.
40. Vicenzino B, Collins D, Wright A. The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. *Pain*. 1996;68:69-74.

8. ANEXOS

8.1. Videos

8.2. Consentimiento informado.