



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

“Estudio sobre el efecto de la secuenciación neurodinámica en el test del nervio mediano en sujetos asintomáticos”

“Study on the effect of neurodynamic sequencing in the median nerve test in asymptomatic subjects”

Autor/es

Andrea Isabel Goñi Monreal

Director/es

Elena Bueno Gracia

Facultad de Ciencias de la Salud

2018

INDICE

Resumen	2
1. Introducción	3
2. Objetivos	9
3. Material y métodos.....	10
3.1. Diseño del estudio	10
3.2. Descripción de la muestra.....	10
3.3. Procedimiento general del estudio.....	12
3.4. Variables dependientes.....	13
3.5. Variables independientes	16
3.6. Análisis estadístico.....	22
4. Resultados	23
5. Discusión	33
6. Conclusiones	38
7. Bibliografía	39
8. Anexos	41
Anexo 1: "Mensaje para reclutar participantes".....	41
Anexo 2: "Documento informativo"	41
Anexo 3: "Documento de consentimiento informado"	44
Anexo 4: "Documento de recogida de datos"	45

RESUMEN:

Introducción: Los test neurodinámicos llevan a cabo una serie de movimientos corporales que producen acontecimientos mecánicos y fisiológicos en el sistema nervioso. El orden de los movimientos podría influir en las respuestas. Se desconoce el mecanismo subyacente más relevante por lo que existe necesidad de mayor investigación sobre la secuenciación neurodinámica en poblaciones asintomáticas, de tal manera que los signos en la clínica puedan interpretarse con respecto a hallazgos normales.

Objetivos: Analizar el efecto de la secuenciación neurodinámica en el test del nervio mediano en sujetos asintomáticos para las variables rango de movimiento articular, localización, intensidad y calidad de los síntomas.

Metodología: La muestra final la formaron 32 voluntarios asintomáticos (64 casos). Un evaluador llevó a cabo las secuencias próximo-distal y disto-proximal en el test del nervio mediano y otro examinador colocó el goniómetro para recoger el rango de movimiento articular. Se registró la localización (mapa corporal), intensidad (EVA) y calidad de los síntomas (descriptores).

Resultados: Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los rangos de movimiento al comparar ambas secuencias ($p < 0,001$). La extensión de codo es el movimiento que más síntomas ha generado. En la secuencia próximo-distal, un 57,8% de los síntomas se localizaron en las zonas más proximales del cuadrante superior, y en la disto-proximal, un 93,3% en las más distales. El descriptor más utilizado fue "estiramiento", y las intensidades fueron similares.

Conclusión: Los resultados parecen indicar que el orden de los movimientos del test neurodinámico para el nervio mediano en sujetos asintomáticos, influye en el rango de movimiento articular alcanzado. Las variables calidad e intensidad de los síntomas no mostraron diferencias entre secuencias.

Palabras clave: Neurodinámica, nervio mediano.

1. INTRODUCCIÓN

La diferenciación de los tejidos del cuerpo implicados en los distintos trastornos es un componente clave de la evaluación clínica y del tratamiento fisioterápico. La implicación de los trastornos neurógenos es frecuente y es probable que su incidencia esté subestimada.

Las técnicas para la evaluación y tratamiento de estos trastornos o técnicas neurodinámicas no son invasivas y han evolucionado desde los años veinte y cincuenta. Los enfoques iniciales conocidos como "tensión neural adversa" y "provocación neural" descritos por Breig y Butler se centraban de forma exclusiva en el tratamiento del componente mecánico del sistema nervioso. Debido a que no sólo se produce tensión en el tejido neural con el movimiento del cuerpo, y debido a que lo que se quiere conseguir es evocar síntomas y no provocar, estos términos son incompletos y se necesita incluir mecanismos tanto mecánicos como fisiológicos¹.

El desarrollo de estos enfoques ha permitido ampliar la conceptualización de la evaluación y tratamiento del sistema nervioso. Michael Shacklock introdujo el concepto de **neurodinámica clínica** hacia el 1995, y se incluyeron aspectos como la fisiología del sistema nervioso^{1, 2, 3}. Según Shacklock, la neurodinámica clínica es fundamentalmente la aplicación clínica de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso, ya que están relacionadas entre sí y se integran con la función musculoesquelética. Un concepto neurodinámico importante es que el sistema nervioso es una estructura mecánica y fisiológicamente continua desde el cerebro hasta los terminales nerviosos en la periferia^{1, 4}.

Los test neurodinámicos llevan a cabo una serie de movimientos corporales capaces de ayudar en el diagnóstico clínico de situaciones patológicas presentes a nivel del tejido neural. Producen acontecimientos **mecánicos y fisiológicos** en el sistema nervioso: deslizamiento de nervios, cambios en el área y la forma de la sección transversal, posición transversal, rotación axial, viscoelasticidad, flujo sanguíneo intraneural y mecanosensibilidad, entre otros. Una de las razones que se ofrecen para el uso de pruebas neurodinámicas es que son consideradas capaces de detectar un aumento en la **mecanosensibilidad** nerviosa⁴. Shacklock¹ describe el

fenómeno de mecanosensibilidad como "la facilidad con la que los tejidos nerviosos se vuelven activos cuando la fuerza mecánica se aplica a ellos". Cuanto más mecanosensible es el nervio, se necesita menos fuerza para provocar actividad y más intensa es la respuesta ¹. Nee y Butler ⁵ describen mecanosensibilidad como "mecanismo de protección que permite que los nervios respondan a las tensiones mecánicas impuestas sobre ellos durante el movimiento".

Todas las estructuras neurales son mecanosensibles si se aplica la fuerza suficiente sobre ellas. De este modo, los test neurodinámicos son test en los que se llevan a cabo una serie de movimientos con el fin de obtener una **respuesta** (aparición de síntomas, amplitud de movimiento reducida respecto a la normal o al miembro contralateral, o aumento de la resistencia del movimiento). En este punto, se realiza la maniobra de diferenciación estructural, la cual consiste en mover las estructuras neurales mediante movimientos articulares a distancia del área dónde se presentan los síntomas, sin mover el tejido musculoesquelético de esa región, para comprobar que la resolución de los mismos proviene de ese tejido al que se le ha cambiado la tensión desde el otro extremo. Cualquier cambio en los síntomas es indicativo de mecanismo neural. Si la respuesta es neural, se evalúa si es normal o anormal (correspondiente a lo descrito para cada prueba neurodinámica como normal o no). Para ello es indispensable una comparación con el lado contralateral, considerando el tipo de respuesta (neural o musculoesquelética), asimetrías en el rango de movimiento (ROM) o la localización de la respuesta. Si se obtiene una respuesta anormal, Shacklock propone diferenciar entre sintomática (la que reproduce los síntomas del paciente) o asintomática (en este caso se muestra una anomalía neurodinámica, pero sin reproducir los síntomas del paciente) ^{1, 6}.

Cuando se comienza a realizar el test neurodinámico, durante el movimiento de una articulación, al inicio del recorrido en la zona de aplicación de fuerza, el tejido neural pierde la holgura o relajación que tiene en posición de reposo, seguido por un deslizamiento neural rápido en el recorrido medio, y por último se produce una acumulación de tensión en el sistema nervioso a medida que el movimiento del nervio disminuye al final del recorrido ¹.

Se desarrollaron diferentes test neurodinámicos en la extremidad superior (Upper Limb Neurodynamic Tests: ULNT) utilizando técnicas específicas para influir en los nervios mediano, cubital y radial. Elvey en 1979 describió la ULNT1, mueve la mayoría de los nervios entre el cuello y la mano, incluyendo los nervios mediano, radial y cubital, plexo braquial, nervios raquídeos y raíces nerviosas cervicales. En personas sanas evoca síntomas en la distribución del nervio mediano, ya que las fuerzas generadas por esta prueba se desvían hacia esta estructura. La ULNT2A se describió más tarde como alternativa a aquellos que no pueden colocar sus hombros en la posición necesaria en la ULNT1. Éstas se idearon para añadir tensión de tracción en el nervio mediano ^{1, 7, 8}.

Uno de los tests neurodinámicos más utilizados es el test del **nervio mediano**, es un nervio mixto que se origina de los fascículos lateral y medial del plexo braquial (C5, C6, C7, C8, D1). El nervio mediano desciende en el paquete neurovascular medial del brazo, junto con el nervio cubital y la arteria braquial. A nivel del tercio distal del brazo, se ubica más lateral para cursar por la fosa coronoidea. Después pasa entre las dos cabezas del pronador redondo hacia un plano más profundo. En el tercio proximal del antebrazo, da origen al nervio interóseo anterior y en el tercio medio se ubica entre el músculo flexor superficial y profundo de los dedos. Antes de llegar a la muñeca, transcurre más superficialmente en la vecindad del extremo tendinoso del flexor superficial de los dedos, para luego transcurrir más profundamente, entre los tendones del palmar largo y flexor radial del carpo. En la mano penetra a través del túnel del carpo, junto con los tendones del flexor superficial y profundo de los dedos y del flexor largo del pulgar. Una vez emerge, se divide en sus ramas terminales (llegando al primero, segundo, tercer dedo y mitad radial del cuarto) ⁹. Las interfaces de este nervio son los agujeros de conjunción, escalenos, pectoral menor, bíceps, pronador redondo, flexores de muñeca y el túnel carpiano, y suelen ser trastornos relacionados con estas estructuras los que se evalúan y/o tratan con el test neurodinámico. Debido al recorrido que presenta, en el test neurodinámico para el nervio mediano se realizan los movimientos de abducción y rotación externa glenohumeral, supinación del antebrazo, extensión de muñeca y dedos y extensión del codo. La respuesta normal de este test se corresponde

a tirantez en la región anterior del codo, que se extiende hasta los tres primeros dedos. En ocasiones, se produce hormigueo en la distribución del nervio mediano y se puede sentir una sensación de tirantez en la cara anterior del hombro. El rango de movimiento que se alcanza está entre -60° y la extensión completa de codo ^{1,7}.

Parece ser que el orden en que se realizan los movimientos del test neurodinámico, influye en las respuestas obtenidas. La **secuenciación neurodinámica** se basa en el principio de que el sistema nervioso no se comporta de manera uniforme cuando los test neurodinámicos utilizan diferentes secuencias de movimientos para mover y aplicar tensión sobre el sistema nervioso. La secuencia de movimientos afecta a la localización y a la dirección y el orden de tensiones mecánicas concretas en el sistema nervioso. Según esta teoría:

- La secuencia de movimientos afecta a la distribución de síntomas en respuesta a pruebas neurodinámicas.
- Es más probable producir una respuesta localizada en la región que se mueve en primer lugar.
- Se produce mayor tensión en los nervios que se mueven en primer lugar.
- La dirección del deslizamiento neural está afectada por el orden con el que se realizan los movimientos de los componentes corporales ¹.

En cuanto a los estudios llevados a cabo sobre secuenciación neurodinámica en la extremidad superior, centrados en el nervio mediano, por un lado, Zorn et al. (1995) encontró que diferentes secuencias para el test del nervio mediano cambiaban la distribución de las respuestas sensoriales en participantes asintomáticos. Cuando la prueba para el nervio mediano se aplicó en una secuencia disto-proximal, las respuestas eran más prevalentes en la parte distal de la extremidad superior ¹⁰. Butler da una explicación para esto, la tensión dirigida a un segmento del nervio se cree que es mayor cuando la articulación más cercana a ese segmento se mueve en primer lugar en la secuencia del test neurodinámico ⁴.

Por otro lado, Nee et al. ¹⁰ (2009) realizaron la prueba neurodinámica del nervio mediano a siete cadáveres humanos frescos congelados aplicando los principales movimientos de este test según tres secuencias diferentes. Se

midieron en la zona distal del antebrazo la tensión y el deslizamiento longitudinal de este nervio. Al final de la prueba, la tensión y la posición relativa de los nervios entre las secuencias no variaron. En la secuencia donde la extensión de muñeca se realizó en primer lugar el nervio se sometió a niveles más altos de tensión durante más tiempo. El patrón de deslizamiento fue diferente para cada una de las secuencias. Los resultados ponen de manifiesto que el orden de movimiento no afecta a la tensión o posición relativa del nervio al final de una prueba cuando las articulaciones se mueven a través de rangos comparables de movimiento.

En la clínica se pueden aplicar diferentes secuencias de movimiento para el diagnóstico y tratamiento. Se pueden realizar técnicas que aumenten o reduzcan la tensión neural o presión, o produzcan una acción de deslizamiento en un nervio. Si un paciente presenta una lesión muy aguda, se puede realizar el test neurodinámico con una secuenciación que comience desde las articulaciones más distales a la zona afectada, para hacer menos agresivo el test. Por el contrario, si se quiere sensibilizar más el test, se podrá comenzar con la secuencia de movimientos articulares desde la zona afectada en primer lugar, y las respuestas del test serán más localizadas en esa zona^{1, 11}.

Actualmente en la bibliografía se encuentran pocos estudios en sujetos sanos que definan una respuesta que se pueda considerar normal en los test de secuenciación neurodinámica para el nervio mediano. Todavía se desconoce con exactitud cuál es el mecanismo subyacente más relevante que produce estas variaciones en cuanto a rango de movimiento articular hasta la aparición de los síntomas y localización de éstos al utilizar diferentes secuencias en sujetos asintomáticos y pacientes con patología neural. Por todo lo expuesto, existe la necesidad de mayor investigación que de evidencia y validez sobre la secuenciación neurodinámica en poblaciones asintomáticas puesto que, antes de examinar a pacientes con lesiones en nervios periféricos, es importante conocer las respuestas de participantes asintomáticos, de tal manera que los signos de un paciente individual puedan interpretarse con respecto a estos hallazgos normales. Una vez se lleguen a conocer estas respuestas normales, resultará más fácil identificar una respuesta de tipo anormal^{11, 12}.

Con el fin de que esto pueda contribuir a grandes avances en la clínica, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿el orden en el que se realizan los movimientos del test neurodinámico, influye en el rango de movimiento alcanzado y en la localización de la respuesta neural, de manera que ésta tienda a presentarse más cercana a la región dónde comienza la prueba, en sujetos asintomáticos? La hipótesis para este estudio es que la secuencia de movimientos utilizada en la realización del test neurodinámico del nervio mediano (secuencia disto-proximal o secuencia próximo-distal) influye en diferentes rangos de movimientos y la primera respuesta neural se localiza más próxima a la región dónde se ha comenzado el test, en sujetos asintomáticos.

2. OBJETIVOS:

El objetivo principal del estudio es analizar el efecto de la secuenciación neurodinámica en el test neurodinámico del nervio mediano en sujetos asintomáticos para las variables rango de movimiento articular y localización de los síntomas.

Los objetivos secundarios son:

- Analizar la fiabilidad de las medidas goniométricas.
- Describir las características de la muestra del estudio.
- Describir el movimiento generador de dichos síntomas y el rango de movimiento articular tras la secuencia próximo-distal y la secuencia disto-proximal.
- Describir la localización de los síntomas en cada secuencia neurodinámica.
- Describir la intensidad y calidad del síntoma referido durante la ejecución de cada secuencia.
- Comparar los rangos de movimiento articular entre la secuencia próximo-distal y la secuencia disto-proximal.

3. METODOLOGÍA:

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

El presente estudio sigue un diseño transversal, descriptivo, exploratorio. En primer lugar, el estudio adquiere un carácter transversal puesto que se desarrolla en momento temporal definido. En segundo lugar, teniendo en cuenta su finalidad, es un estudio descriptivo, que estudia o describe las características de una muestra e intenta generar alguna hipótesis de asociación entre tales características que, posteriormente analizará. En tercer lugar, es un estudio exploratorio ya que se centra en las relaciones existentes entre los factores.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de este estudio la formaron estudiantes de Fisioterapia, Enfermería y Terapia Ocupacional de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza. La muestra se reclutó a través de las redes sociales y de la aplicación WhatsApp. Se redactó un mensaje que las delegadas de las distintas carreras pasaron a los alumnos. (ANEXO 1)

Los participantes debían cumplir unos criterios de inclusión y exclusión que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión del estudio.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<input checked="" type="checkbox"/> Edad comprendida entre 18 y 65 años.	<input checked="" type="checkbox"/> Cualquier tipo de lesión en la columna cervical y/o en la extremidad superior en los últimos 6 meses
<input checked="" type="checkbox"/> Capacidad cognitiva para comprender, comunicarse y expresar sus sensaciones.	<input checked="" type="checkbox"/> Limitación del rango de movimiento articular o presentar hipermovilidad en estas articulaciones, fuera de los rangos que se consideran normales.
<input checked="" type="checkbox"/> Firmar un consentimiento informado que indique la participación de manera voluntaria en el estudio.	<input checked="" type="checkbox"/> Dolor, alteración de la sensibilidad, parestesias o disestesias, debilidad, a nivel de la columna cervical o extremidad superior en los últimos 6 meses.
	<input checked="" type="checkbox"/> Trastornos del sistema nervioso central o periférico.
	<input checked="" type="checkbox"/> Diabetes o trastornos tiroideos.

<input checked="" type="checkbox"/> No tener antecedentes o actualmente cualquier patología en la región cervical ni en las extremidades superiores.	<input checked="" type="checkbox"/> Artritis o cualquier tipo de enfermedad autoinmune.
<input checked="" type="checkbox"/> Rangos de movimiento completos y asintomáticos tanto pasiva como activamente en la columna cervical y en los miembros superiores.	<input checked="" type="checkbox"/> Cirugía previa en la columna cervical o extremidad superior.
	<input checked="" type="checkbox"/> Incapacidad o limitación para colocarse y mantener la posición necesaria para la realización de los test (decúbito supino).
	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio específico para este estudio, obtención de respuesta no neurodinámica tras la diferenciación estructural.
	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio específico para este estudio, ausencia de síntomas una vez realizados todos los movimientos del test neurodinámico.

En el momento en que los participantes se pusieron en contacto a través de WhatsApp, se les informó de los criterios de inclusión y de exclusión para saber si podían entrar a formar parte del estudio. Cuando los voluntarios acudían para la realización de la prueba, se comprobaba que se ajustaban a los criterios: que no presentaban o habían presentado trastornos del sistema nervioso periférico o central, se confirmó que presentaban todos los rangos de movimiento articular completos, que ningún movimiento aislado producía síntomas y que podían colocarse en la posición necesaria para la realización de los test sin sufrir ningún síntoma. Los dos criterios más específicos para este estudio, evocar una respuesta no neurodinámica tras la diferenciación estructural o la ausencia de síntomas una vez realizados todos los movimientos del test neurodinámico, se constataron tras la realización de la prueba. ^{2, 7, 13, 14}

Antes de comenzar con el estudio, se entregaron dos documentos. Uno de ellos era un documento informativo, explicado a su vez de forma verbal. Informaba a los participantes de manera veraz y comprensible el tema del estudio, los objetivos, procedimientos que se iban a llevar a cabo, las contraindicaciones y posibles riesgos, y los datos que se debían recoger. No se explicaron cuáles eran las hipótesis o las expectativas que se tenían del estudio, para no influenciar en las respuestas ¹³. El segundo documento era el consentimiento informado y se les informó del carácter libre, voluntario y consciente de éste. (ANEXO 2, ANEXO 3)

En el momento en que el colaborador aceptaba y firmaba el consentimiento informado, se pasó un cuestionario para recabar los datos como sexo, edad, dominancia, datos antropométricos (peso, altura). (ANEXO 4)

3.3. PROCEDIMIENTO GENERAL DEL ESTUDIO

Este estudio sigue los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki, última actualización de 2008 ¹⁵.

En el estudio participaron dos examinadores. Uno realizaba la prueba a los participantes, mientras que el otro se encargaba de realizar las mediciones necesarias con el goniómetro. Previamente se realizó una sesión de consenso para entrenar al examinador en el test de secuenciación neurodinámica para el nervio mediano y en las mediciones ².

Además del objetivo principal del estudio, se analizó la fiabilidad intra-examinador de las mediciones goniométricas para ambas secuencias, próximo-distal y disto-proximal. El análisis de fiabilidad se realizó en 10 casos, no incluidos en la muestra final de este estudio, dos veces en cada uno, con un intervalo mínimo de 30 segundos entre cada repetición y aleatorizando el orden de realización de la secuencia ⁷.

Todos los test neurodinámicos se realizaron los miércoles entre las 17 y las 20 horas en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Zaragoza.

En el momento en que el participante firmaba el consentimiento informado, se explicaba en qué consistía la prueba de secuenciación para el nervio mediano para conseguir que el sujeto estuviese relajado y que colaborase, omitiendo algunas instrucciones para no despertar expectativas o preocupaciones, de forma que el abordaje fuese lo más neutral posible ¹. Se indicó la posición que iba a adoptar el participante y las secuencias de movimientos que se iban a realizar, instruyéndolo para saber cuándo debía alertar al examinador. Cuando se produjese algún síntoma durante los movimientos, el participante debía, de manera verbal, nunca mediante gestos o movimientos corporales, alertar para que el examinador detuviese la prueba, e indicase, también verbalmente la localización de los síntomas. Se

le comentó que al final de cada procedimiento debía marcar en una planilla con un mapa corporal, el lugar y características de los síntomas. (ANEXO 4)

Realización del test:

- El examinador comenzaba realizando la primera secuencia neurodinámica para el nervio mediano. El orden de las secuencias fue elegido al azar mediante un programa del ordenador. En el momento en que el sujeto alertaba verbalmente, el examinador realizaba la diferenciación estructural dependiendo de la localización de los síntomas, para conocer si éstos eran neurales o no.
- Tras esto, el otro examinador medía el rango de movimiento de cada articulación y se volvía a la posición inicial de las articulaciones para mantener tensada la estructura neural el menor tiempo posible. Al terminar, el participante debía indicar el lugar y características de los síntomas como intensidad y calidad.
- Se realizaban las tres secuencias restantes para el nervio mediano siguiendo el mismo procedimiento ⁷.

3.4. VARIABLES DEPENDIENTES

Hay varios factores que el investigador ha observado o medido para determinar el efecto de la variable independiente o causa. Éstos son el rango de movimiento articular, la localización de la sintomatología, y, por último, la intensidad y calidad de los síntomas. Todos los datos obtenidos durante el estudio fueron registrados en una planilla. ANEXO 4

3.4.1. *RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR EN LA APARICIÓN DE LOS SÍNTOMAS:*

Se registró la amplitud de movimiento de las articulaciones al finalizar cada test neurodinámico con un goniómetro universal de dos brazos, uno fijo y otro móvil, con un eje común y un cuadrante dividido en grados. El

goniómetro es considerado el instrumento de preferencia para medir los rangos articulares ¹⁶.

Las mediciones pueden verse influenciadas por varios factores como la experiencia del evaluador o localizar las referencias anatómicas adecuadas. Por ello, se utilizaron las mismas referencias anatómicas estandarizadas para posicionar el goniómetro durante las mediciones, según la bibliografía revisada. Se dieron variaciones en cuanto a lo descrito sobre las técnicas goniométricas, puesto que el objetivo es la realización del test neurodinámico para evocar síntomas y observar en qué momento y lugar se producen éstos, no se busca medir el rango articular máximo ¹³.

Tabla 2. Colocación del goniómetro ^{2,7,16}

ABDUCCIÓN HOMBRO	EXTENSIÓN CODO	EXTENSIÓN MUÑECA
		

3.4.2. LOCALIZACIÓN DE LOS SÍNTOMAS:

Para registrar la localización de los síntomas, se entregó a los participantes la planilla donde aparecía dibujado un mapa corporal con la representación de la cabeza, cuadrantes superiores y tronco. El cuadrante superior estaba dividido en 6 zonas, lo cual es de gran utilidad para el análisis estadístico que se realizó posteriormente. Éstas eran: "cuello", "hombro", "brazo distal", "antebrazo proximal", "antebrazo distal" y "mano".

Al finalizar cada test neurodinámico, el participante debía marcar la zona donde había experimentado los síntomas, y mediante otra marca el punto en el que éstos eran más intensos. Por lo que, en el caso de aparición de síntomas en varias localizaciones, se tuvo en cuenta el área

correspondiente a los síntomas más intensos experimentados por el participante ^{2,7}.

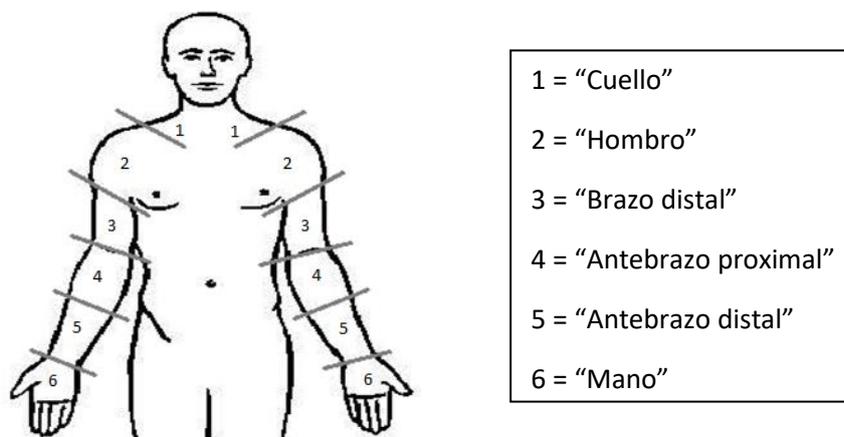


Imagen 1. Divisiones del mapa corporal.

3.4.3. INTENSIDAD Y CALIDAD DE LOS SÍNTOMAS:

La variable intensidad del dolor se registró mediante la Escala Visual Analógica (EVA) / Analog Visual Scale (VAS). Esta escala consiste en una línea horizontal de 10 cm, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma ¹⁷. Se le pidió al paciente que indicase el valor que más se identificaba con lo que había sentido, siendo el valor 0 la ausencia o menor intensidad del síntoma y el valor 10 el peor síntoma imaginable, la mayor intensidad.



Imagen 2. Escala EVA utilizada.

Para determinar la calidad de los síntomas, se realizaba una pregunta abierta sobre la naturaleza de la respuesta sensorial, y en la planilla se mostraron una serie de descriptores para que marcaran él o los que identificaban sus sensaciones. Las palabras clave fueron las siguientes: estiramiento, dolor, hormigueo, sensación punzante, entumecimiento, ardor, combinación de éstos, otros ².

3.5. VARIABLES INDEPENDIENTES

En este estudio encontramos una variable independiente, se trata de la **secuenciación neurodinámica en el test del nervio mediano**.

Previo a la realización de la prueba a los participantes, se realizó una sesión de consenso para que el examinador perfeccionase la técnica y para decidir la incorporación o no de los movimientos de la columna cervical y se adiestró al examinador para realizar el test de secuenciación correctamente, siguiendo unas pautas ¹:

- El objetivo en toda prueba neurodinámica era evocar síntomas, no provocar, como parte de la evaluación de la respuesta, producir un efecto, una producción breve de síntomas.
- Conforme se completaba un movimiento de la prueba, éste se debía mantener fijo mientras se añadían el resto de movimientos, no se debía “perder el movimiento” ya que la tensión del sistema nervioso se reduciría y se producirían alteraciones.
- La prueba se realizaba con delicadeza y sin prisas para no provocar síntomas adyacentes y poder notar las posibles anomalías, además esto le daba seguridad al paciente y podía protegerse si era necesario.
- Duración breve de las pruebas.
- Se observaba la localización de los síntomas para determinar si la distribución era normal y observar las características de éstos.
- Se prestaba atención a movimientos antiálgicos ya que reducirían las fuerzas sobre el sistema nervioso.
- Se realizaba la **diferenciación estructural** para no obtener falsos positivos o falsos negativos.

La diferenciación estructural se puede realizar gracias a la naturaleza continua del sistema nervioso, con el objetivo de conocer si los síntomas que el participante presenta son de origen neural o musculoesquelético. Consiste en mover las estructuras neurales mediante movimientos articulares a distancia del área dónde se presentan los síntomas, sin mover el tejido musculoesquelético de esa región, para comprobar que la resolución de los

mismos proviene de ese tejido al que se le ha cambiado la tensión desde el otro extremo. Se puede producir un aumento o una disminución de la tensión del sistema nervioso, cualquier cambio en los síntomas es indicativo de mecanismo neural.

El movimiento que se realiza depende de la localización de los síntomas; se trata del movimiento más distante del área sintomática. Si se deben diferenciar síntomas proximales, se mueve la articulación más distal. Si los síntomas son más distales, se mueve la articulación más proximal. En este estudio:

- Síntomas en la región de mano, muñeca y/o antebrazo → diferenciación estructural mediante la inclinación contralateral del cuello o depresión de la cintura escapular.
- Síntomas en la región del brazo, hombro y/o cuello → diferenciación estructural a través de la muñeca, realizando flexión palmar.
- Síntomas en el codo:
 - Si se irradiaban hacia el brazo o hacia el antebrazo → se seguía lo explicado anteriormente.
 - Si los síntomas no se irradiaban a ningún lado → se realizaba la diferenciación estructural mediante el movimiento del cuello^{1, 12}.

3.5.1. SECUENCIA NEURODINÁMICA PRÓXIMO-DISTAL DEL NERVIIO MEDIANO:

En esta secuencia se movilizaba el nervio mediano comenzando desde las articulaciones más proximales y terminando con las más distales.

La posición del participante era la siguiente: en decúbito supino sobre la camilla, sin almohada, piernas extendidas y brazos a lo largo del cuerpo, totalmente relajado, puesto que los movimientos que iba a realizar el examinador eran pasivos. Se utilizaba una marca de la camilla para que el paciente siempre se coloque a la misma altura^{13,14}.

El examinador se colocaba en finta craneal cercano al participante. Las tomas para la secuencia próximo-distal son las siguientes:

- La mano del examinador más cercana al participante se colocaba por encima del hombro, llegando hasta la camilla mediante un apoyo con los nudillos y los dedos doblados suavemente bajo la escápula. El codo del examinador se mantiene en extensión con el objetivo de estabilizar la escápula evitando la elevación y sin realizar depresión.
- La mano del examinador más lejana del participante realizaba una toma en pistola de la mano del participante, con el pulgar extendido para dar tensión a la rama motora del nervio mediano. Los dedos del examinador rodeaban los del voluntario, distales a las articulaciones metacarpofalángicas.
- De esta forma, el miembro en el que se iba a realizar la prueba partía de unos 30° de abducción de hombro, 90° de flexión de codo, pronosupinación intermedia y 0° de flexo-extensión de muñeca ¹.

Teniendo en cuenta todo lo explicado anteriormente, se realizaba la siguiente **secuencia de movimientos** para el nervio mediano:



Imagen 3: Posición inicial con inclinación contralateral de la columna cervical



Imagen 4: Abducción glenohumeral: el examinador apoyaba el codo del participante en su muslo y adelanta progresivamente el miembro inferior mientras realiza la abducción de hombro al participante. Para la rotación externa también se ayudaba del apoyo en el muslo.



Imagen 5: Rotación externa glenohumeral

Imagen 6: Supinación antebrazo



Imagen 7: Extensión codo

Imagen 8: Extensión muñeca (mano plana)

→ Paciente alerta de los síntomas:

Independientemente de cuál fuera el último movimiento que se estuviera realizando, se paraba la prueba en ese punto dónde el paciente alertaba de la presencia de síntomas.

→ Diferenciación estructural ¹

3.5.2. **SECUENCIA NEURODINÁMICA DISTO-PROXIMAL DEL NERVIO MEDIANO:**

El objetivo de esta secuencia neurodinámica era movilizar el nervio mediano comenzando desde las articulaciones más distales del miembro superior, continuando con el codo y finalizando con las más proximales.

El participante se colocaba como se ha indicado para la secuencia próximo-distal, pero esta vez posicionaba la extremidad superior de forma que sobresaliese de la camilla. El examinador se colocaba en finta caudal y las tomas que realizaba eran las siguientes:

- El investigador colocaba el muslo más cercano al sujeto en la cintura escapular del participante, con el objetivo de estabilizar, no realizaba depresión escapular.
- La mano del investigador más cercana al sujeto realizaba una toma en la mano del colaborador de forma que mantenía la mano plana.
- La mano del examinador más alejada del participante, la colocaba en el codo de éste, para mantenerlo y ayudarse en los movimientos.



Imagen 9: Posición inicial secuencia disto-proximal

La **secuencia** que se llevó a cabo es la siguiente:



Imagen 10: Extensión muñeca (con mano plana)



Imagen 11: Supinación antebrazo



Imagen 12: Extensión codo



Imagen 13: Rotación externa glenohumeral



Imagen 14: Abducción glenohumeral

- Paciente alerta de los síntomas.
- Diferenciación estructural. ¹

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez introducidas las variables en el programa estadístico, en primer lugar, se realizó el análisis de fiabilidad de las medidas goniométricas. Se calculó el índice de correlación intraclase (ICC) al 95% de intervalo de confianza (IC). Se seleccionó el modelo combinado bidireccional y tipo acuerdo absoluto. La interpretación de los ICC se realizó según los criterios de Portney y Watkins ¹⁸: de 0,00 a 0,250 = nada o poco acuerdo, de 0,26 a 0,50 = grado de acuerdo o relación baja, de 0,51 a 0,75 = relación entre buena y moderada y de 0,76 a 1,00 = relación entre buena y excelente.

En segundo lugar, se procedió a realizar las pruebas descriptivas de las características de la muestra. Se utilizaron tablas de frecuencias y porcentajes para el sexo y la dominancia, mientras que para la edad, altura y peso se buscó la media y desviación estándar.

También se realizó el análisis descriptivo de cada una de las siguientes variables: movimiento generador y rango de movimiento articular en el que se generan los síntomas, localización de los síntomas e intensidad y calidad de los mismos. Para todas ellas se usaron tablas de frecuencias y porcentajes, excepto para la intensidad de síntoma y rango de movimiento, a las que se le buscó media y desviación típica. Esto se realizó para cada una de las secuencias propuestas.

Tras realizar la parte descriptiva, se llevaron a cabo los cálculos comparativos de la variable rango de movimiento articular entre la secuencia próximo-distal y la secuencia disto-proximal. Se realizó el análisis de normalidad para esta variable, en todos los casos (n=64), utilizando el estadístico Kolmogorov-Smirnov. La variable rango de movimiento obtuvo una distribución no normal; por ello, para el análisis comparativo se utilizaron test no paramétricos, y la prueba U de Mann-Whitney.

4. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos en el estudio. En primer lugar, se muestra el análisis estadístico de la fiabilidad de las mediciones goniométricas. En segundo lugar, se presentan las características generales de la muestra reclutada y se describen los resultados de las variables de estudio al aplicar cada una de las secuencias propuestas para testar el nervio mediano. Además, se realiza un análisis comparativo de los rangos de movimiento articular entre la secuencia próximo-distal y la disto-proximal.

4.1. ANÁLISIS DE FIABILIDAD DE LAS MEDIDAS GONIOMÉTRICAS:

La fiabilidad de las mediciones goniométricas fue excelente para todos los rangos articulares (hombro, codo y muñeca) en ambas secuencias, próximo-distal y disto-proximal (tabla x), con un ICC entre 0,98 y 0,99 para todas las variables. En la secuencia próximo-distal, todos los casos refirieron la aparición de síntomas durante el movimiento de extensión de codo, por lo que para el ROM de hombro y de muñeca, no se calculó el ICC.

Tabla 4. Fiabilidad intra-examinador de las mediciones goniométricas de los tests neurodinámicos: secuencia proximo-distal y secuencia disto-proximal.

Variable	ICC	95% IC del ICC
Secuencia próximo-distal		
ROM hombro	-	-
ROM codo	0,98	0,93 – 0,99
ROM muñeca	-	-
Secuencia disto-proximal		
ROM hombro	0,99	0,96 – 1
ROM codo	0,99	0,99-1
ROM muñeca	0,99	0,96 – 0,99

ICC, Índice de correlación intraclase; IC, Intervalo de confianza; ROM, rango de movimiento.

4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA:

El reclutamiento inicial estaba formado por 34 sujetos, pero fueron excluidos 2 de éstos. La razón para uno de ellos fue la aparición de una respuesta musculoesquelética, para el otro sujeto la no aparición de síntomas al final del test.

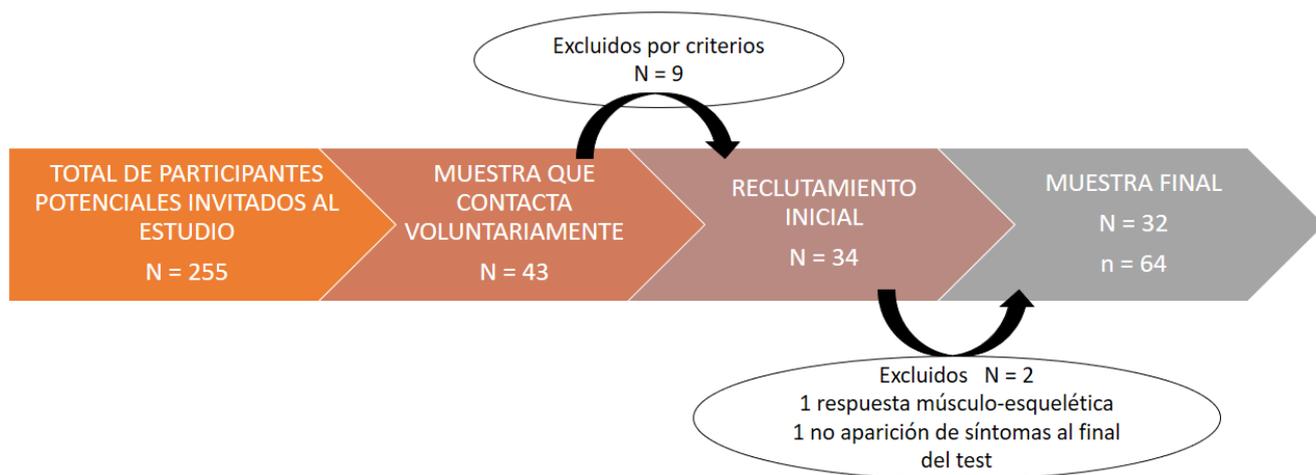


Imagen 15. Diagrama de flujo sobre la obtención de la muestra.

La muestra final estaba formada por 32 sujetos, a cada uno de ellos se les realizaron los test en ambos brazos, lo que incrementó el tamaño muestral a 64 casos. De los 32 sujetos, 14 eran hombres y 18 eran mujeres (43,8% y 56,3% respectivamente). Sus edades estaban comprendidas entre los 18 y los 55 años, con una media de 22,75($\pm 7,15$) años. En cuanto a los datos antropométricos recogidos de la muestra, la altura media eran 1,71m. ($\pm 0,09$), y el peso medio fueron 66,59Kg. ($\pm 9,64$).

De la muestra de 32 sujetos, 29 de ellos (90,6%) indicaron que su miembro superior derecho era su lado dominante, mientras que el resto, 3 sujetos (9,4%), señalaron el izquierdo.

Tabla 3. Características de la muestra final.

Número de sujetos	32
<i>Mujeres</i>	18 (56,3%)
<i>Hombres</i>	14 (43,8%)
<i>Edad</i>	22,75 ($\pm 7,15$)
<i>Altura</i>	1,71 ($\pm 0,09$)
<i>Peso</i>	66,59 ($\pm 9,64$)
<i>Con dominancia derecha</i>	29 (90,6%)
<i>Con dominancia izquierda</i>	3 (9,4%)
Número de casos en total	64

4.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CADA SECUENCIA NEURODINÁMICA PARA EL NERVIIO MEDIANO:

Se va a detallar las características de la diferenciación estructural, el movimiento generador de los síntomas y el rango de movimiento articular, localización de los síntomas en cada una de las secuencias y la intensidad y calidad de los mismos.

4.3.1. TEST NEURODINÁMICO PARA EL NERVIIO MEDIANO, SECUENCIA PRÓXIMO-DISTAL:

1) MOVIMIENTO GENERADOR DE LOS SÍNTOMAS / RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR

El movimiento generador de los síntomas en la secuencia próximo-distal fue principalmente la extensión de codo siendo señalado en 51 casos (79,7% de la muestra). En 9 casos (14,1%) fue la rotación externa de hombro, en 3 casos (4,7%) fue la supinación y únicamente en 1 caso (1,6%) el movimiento generador de los síntomas fue la extensión de muñeca.

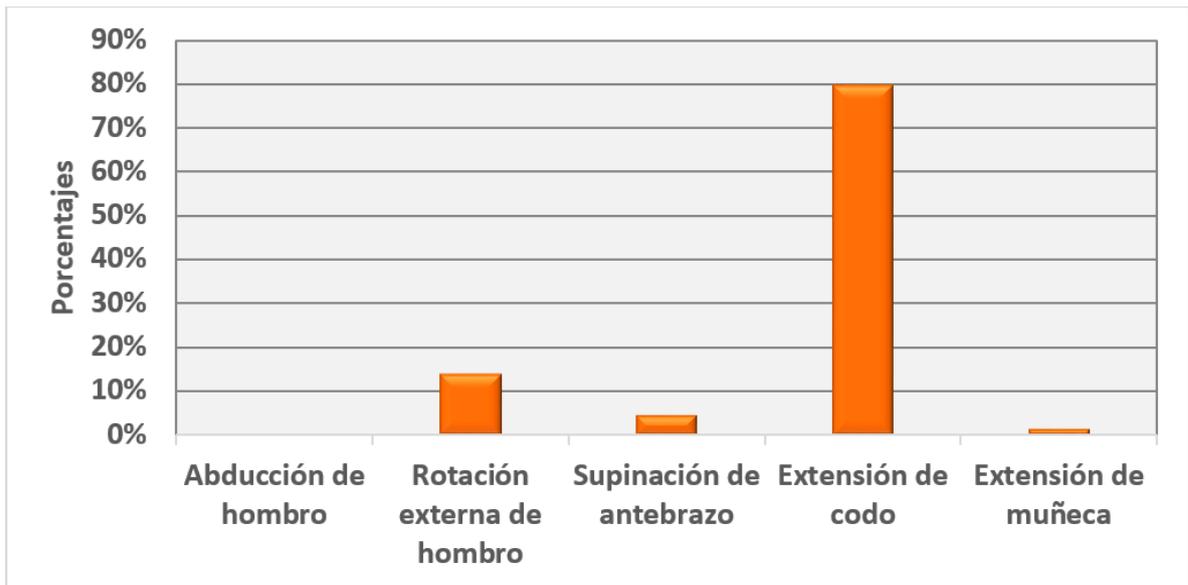


Imagen 16. Movimiento generador de los síntomas en la secuencia próximo-distal.

La amplitud media a la que se llegó tras la secuencia próximo-distal mediante el test del nervio mediano fue 90° (± 0) de abducción de hombro, $43,92^{\circ}$ ($\pm 27,58$) de extensión de codo y $0,7^{\circ}$ ($\pm 5,63$) de extensión de muñeca.

2) LOCALIZACIÓN DE LOS SÍNTOMAS

En cuanto a la localización de los síntomas en la secuencia próximo-distal, un 40,6% (26 casos) indicó presentar síntomas en la zona del brazo distal. 10 casos (15,6%), indicaron que sus síntomas se localizaban en el hombro, y en 1 caso (1,6%) se localizaron en la zona del cuello. En total un 57,8%, 37 casos, indicaron que los síntomas se localizaron en estas 3 zonas que representan la parte proximal del cuadrante superior.

La zona del antebrazo más proximal fue señalada en un 28,1% de los casos (18 casos), mientras que en el antebrazo más distal aparecieron síntomas en 4 casos (6,3%). En un 7,8% (5 casos), la aparición de síntomas fue en la zona de la mano, completando un total de 42,2% (27 casos) que mostraron síntomas en estas zonas que representan la parte distal del cuadrante superior.

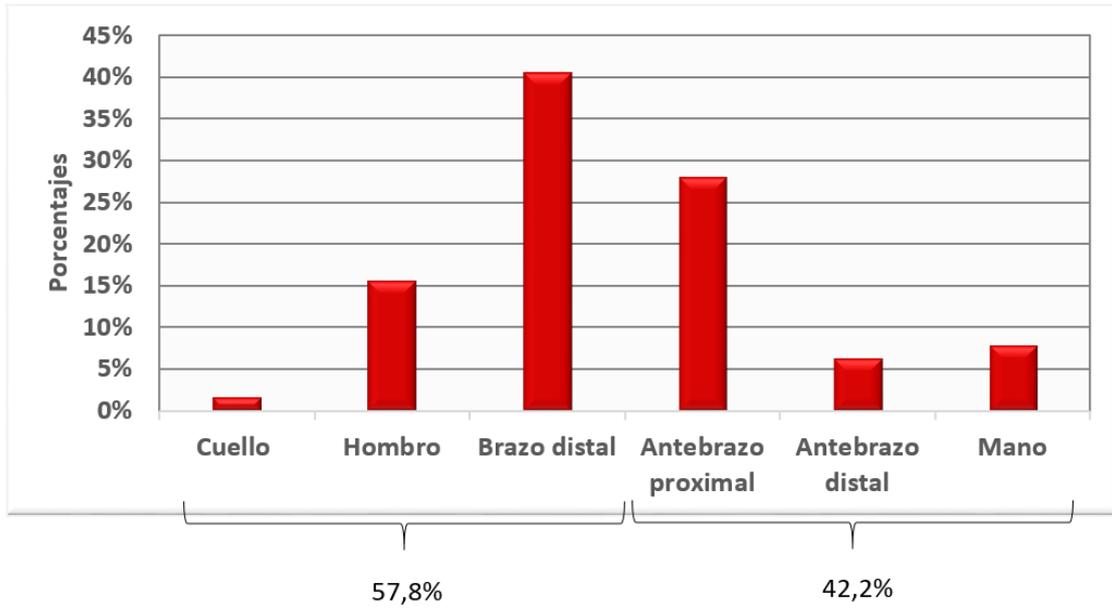


Imagen 17. Localización de los síntomas en la secuencia próximo-distal.

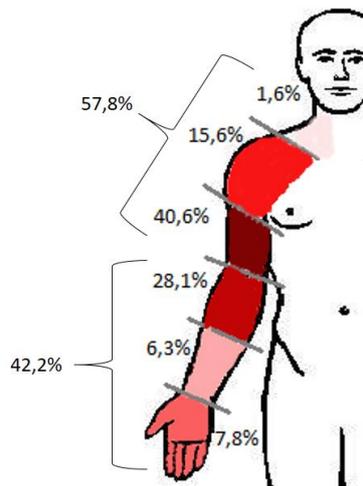


Imagen 18. Localización de los síntomas en la secuencia próximo-distal en el mapa corporal para todos los casos.

3) CALIDAD E INTENSIDAD DE LOS SÍNTOMAS

El síntoma que más veces se describió durante esta secuencia fue el "estiramiento", indicado en 27 casos (42,2%). Seguido de "hormigueo" en 10 casos (15,6%) y de "ardor" en 9 casos (14,1%). En un 12,5% de los casos se describió como "sensación punzante" (8 casos) mientras que 4 casos marcaron "dolor" y otros 4 "entumecimiento" (6,3% y 6,3%). Por último, en 2 ocasiones se marcó la casilla de "combinación de éstos" (3,1%).

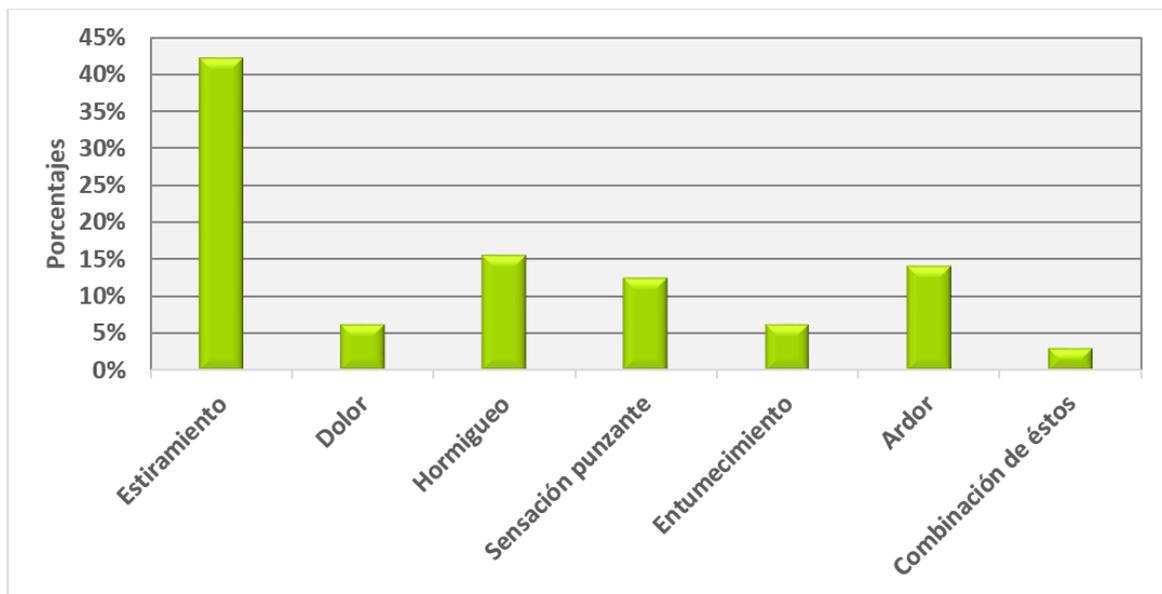


Imagen 19. Calidad de los síntomas en la secuencia próximo-distal.

En cuanto a la intensidad media de los síntomas, se obtuvo un puntaje de 2,85 ($\pm 1,47$) en la Escala Visual Analógica.

4.3.2. TEST NEURODINÁMICO PARA EL NERVIOS MEDIANO, SECUENCIA DISTO-PROXIMAL:

1) MOVIMIENTO GENERADOR DE LOS SÍNTOMAS / RANGO DE MOVIMIENTO

En la secuencia disto-proximal el movimiento generador de los síntomas fue principalmente, en un 43,8% de los casos (28 casos) la extensión de codo, seguido de la abducción de hombro en 24 casos (37,5%). La supinación produjo síntomas en 9 casos (14,1%), mientras que la extensión de muñeca en 3 casos (4,7%).

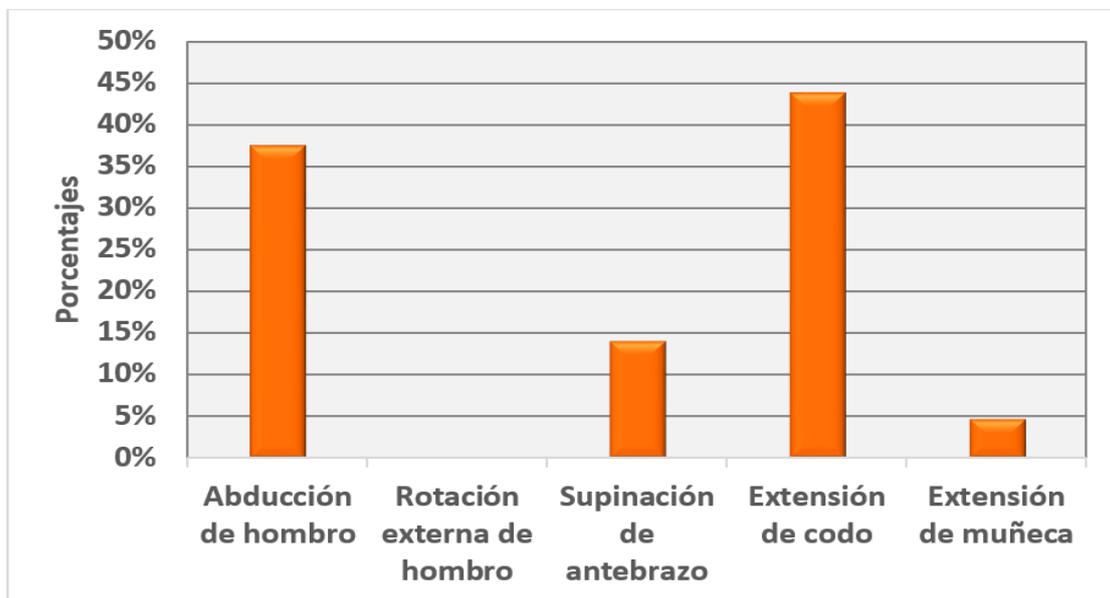


Imagen 20. Movimiento generador de los síntomas en la secuencia disto-proximal.

La amplitud media durante esta secuencia fueron $17,69^{\circ}$ ($\pm 24,55$) de abducción de hombro, $26,44^{\circ}$ ($\pm 36,47$) de extensión de codo y $89,48^{\circ}$ ($\pm 15,03$) de extensión de muñeca.

2) LOCALIZACIÓN DE LOS SÍNTOMAS

La localización de los síntomas en la secuencia disto-proximal fue señalada en la mayoría de los casos, concretamente en 25 casos (39,1%) en la zona del antebrazo distal; 19 casos indicaron la zona del antebrazo proximal (29,7%) y 16 casos (25%) marcaron la zona de la mano. Conformando un total de 60 casos (93,8%) los que indicaron la aparición de los síntomas en estas zonas más distales del cuadrante superior.

La zona del brazo distal fue señalada por el resto, un 6,3% de los casos (4 casos). En la zona del hombro y cuello no se refirieron síntomas.

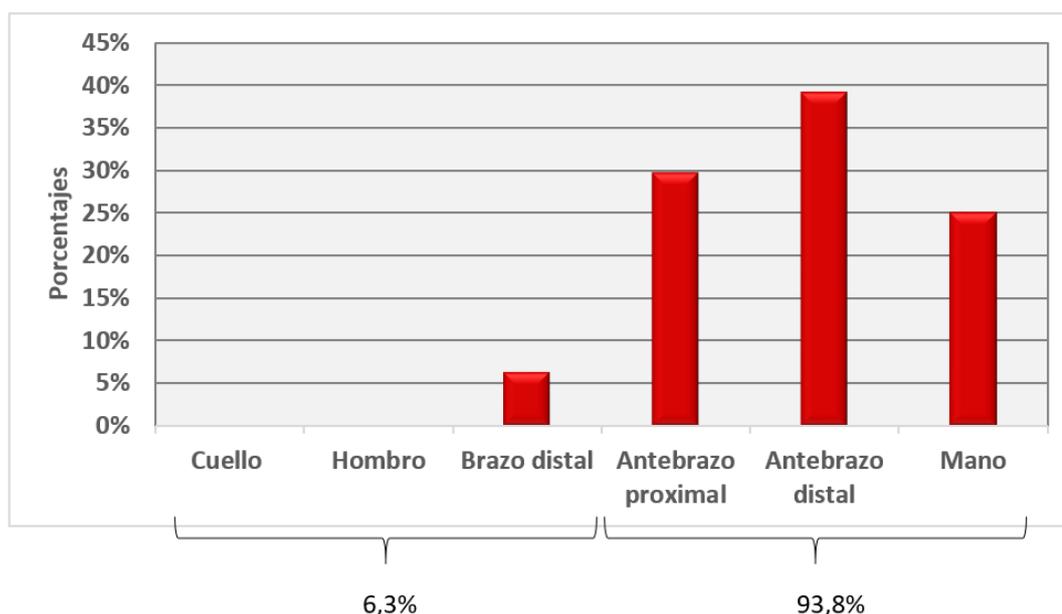


Imagen 21. Localización de los síntomas en la secuencia disto-proximal.

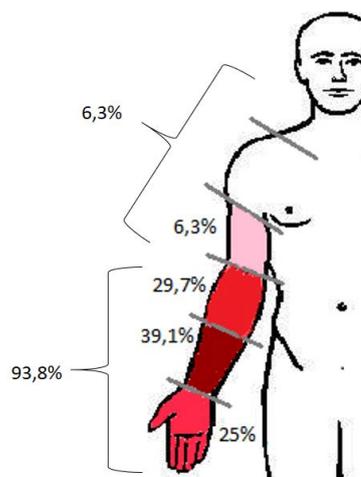


Imagen 22. Localización de los síntomas en la secuencia disto-proximal en el mapa corporal para todos los casos.

3) CALIDAD E INTENSIDAD DE LOS SÍNTOMAS

En 30 de los 64 casos (46,9%), "estiramiento" fue marcado como el síntoma principal. "Hormigueo" fue indicado en 9 casos (14,1%), mientras que en 7 casos (10,9%) se marcó "dolor" y en otros 7 (10,9%) "sensación punzante". En 6 casos (9,4%), "ardor" representó los síntomas de la respuesta neural y en 3 (4,7%) fue marcado "entumecimiento". Por último, 2 casos (3,1%) describieron el síntoma como "combinación de éstos".

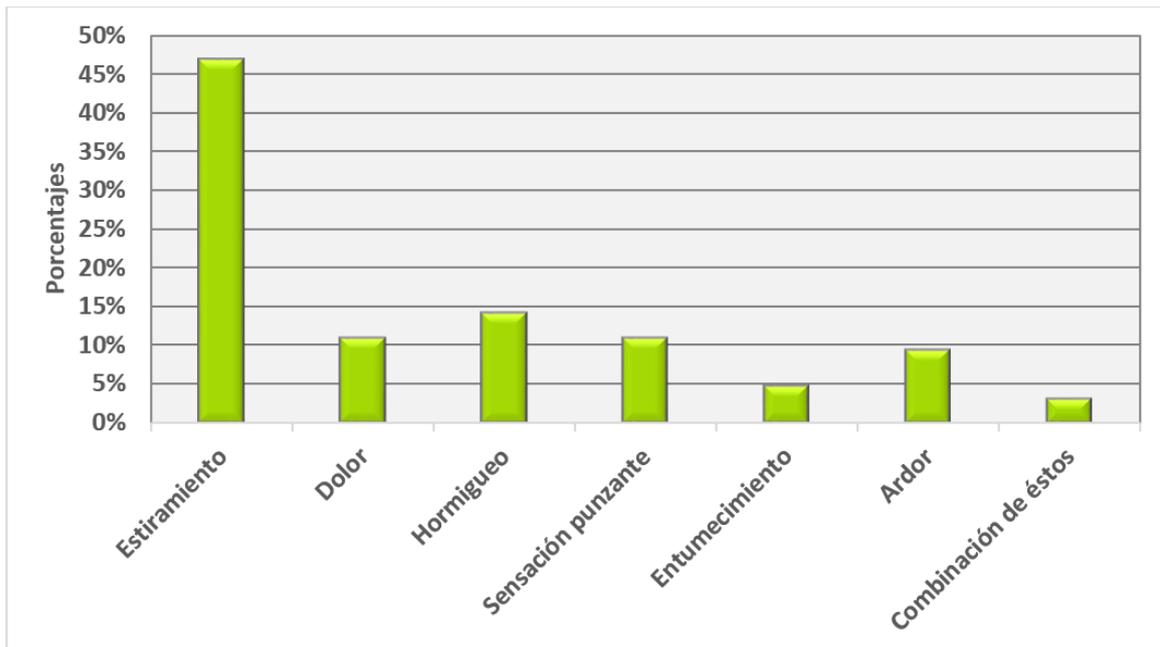


Imagen 23. Calidad de los síntomas en la secuencia disto-proximal.

La intensidad promedio del síntoma referido en la secuencia disto-proximal fue de 3,2 ($\pm 1,53$).

4.4. COMPARACIÓN DE LOS RANGOS DE MOVIMIENTO ARTICULAR ENTRE CADA UNA DE LAS SECUENCIAS

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en la comparación de los rangos de movimiento articular medios a los que se ha llegado tras cada una de las secuencias neurodinámicas. La prueba U de Mann-Whitney mostró diferencias estadísticamente significativas en todos los rangos de movimiento articular al comparar la secuencia próximo-distal y la disto-proximal ($p < 0,001$).

Tabla 5. Comparación de los rangos de movimiento articular entre la secuencia Próximo-Distal y la secuencia Disto-Proximal.

	P-D		D-P		p
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	
Abducción de Hombro	90°	±0	17,69°	±24,55	<0,001
Extensión de Codo	43,92°	±27,58	26,44°	±36,47	<0,001
Extensión de Muñeca	0,70°	±5,63	89,48°	±15,03	<0,001

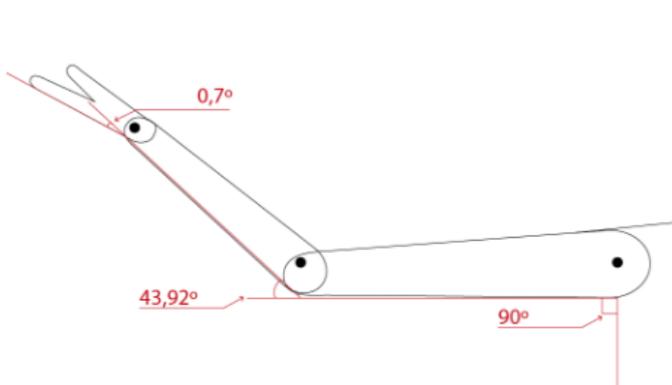


Imagen 24. ROM alcanzado en la secuencia próximo-distal

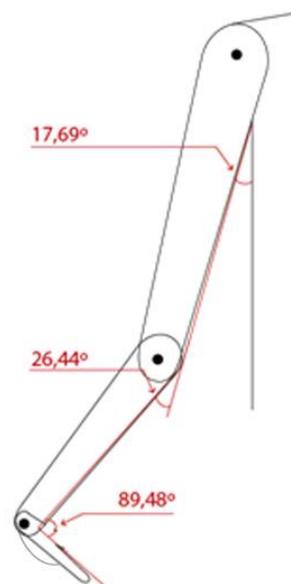


Imagen 25. ROM alcanzado en la secuencia disto-proximal

5. DISCUSIÓN

Los test neurodinámicos conllevan una serie de movimientos articulares que ponen a tensión el nervio con el fin de evocar una respuesta, con la que permiten evaluar y tratar fisioterápicamente trastornos neurales. Este estudio se ha centrado en el nervio mediano, ya que es del que más bibliografía se dispone. Parece ser que el orden en que se realizan los movimientos del test influye en la obtención de las respuestas, pero aún se desconoce el mecanismo por el que ocurre esto. Hay pocos estudios sobre secuenciación neurodinámica en sujetos sanos, por lo que existe la necesidad de realizar estudios en poblaciones asintomáticas para después extrapolarlos a la clínica. Es decir, si el orden de los movimientos del test influye en la respuesta obtenida, en el caso de que un paciente presente una patología muy aguda, se puede cambiar el orden de los movimientos del test para no actuar de manera agresiva y comenzar movilizándolo a distancia. Por otro lado, según esta teoría, si queremos sensibilizar más el test, podríamos comenzar moviendo más próximos a la patología.

El objetivo de este estudio era principalmente determinar el efecto de la secuenciación neurodinámica mediante el test del nervio mediano, en sujetos asintomáticos. Se proponía determinar si la aplicación de la secuencia próximo-distal y la aplicación de la secuencia disto-proximal mostraban diferencias en las distintas variables propuestas como: rango de movimiento articular en el que se generaban los síntomas, localización de éstos y calidad e intensidad de los mismos. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el rango de movimiento articular alcanzado en cada una de las secuencias. También se han observado diferentes localizaciones de los síntomas al realizar los movimientos del test del nervio mediano en uno y otro orden.

El principal **movimiento generador** de los síntomas en ambas secuencias es la extensión de codo. En cuanto al **rango de movimiento articular medio** al que se ha llegado con cada secuencia neurodinámica en el presente estudio; tras la secuencia próximo-distal, los grados de abducción

media de hombro han sido $90^{\circ} (\pm 0)$, $43,92^{\circ} (\pm 27,58)$ de extensión de codo y $0,7^{\circ} (\pm 5,63)$ de extensión de muñeca. Tras la secuencia disto-proximal se ha llegado a los siguientes rangos medios: $17,69^{\circ} (\pm 24,55)$ de abducción de hombro, $26,44^{\circ} (\pm 56,47)$ de extensión de codo y $89,48^{\circ} (\pm 15,03)$ de extensión de muñeca. Después de la realización del análisis estadístico comparativo, se ha comprobado que estas diferencias son estadísticamente significativas.

Estas divergencias en el rango de movimiento articular entre cada secuencia no las obtuvieron Nee et al. ¹⁰ (2010) en su estudio. Éstos concluyeron que los rangos de movimiento articular tras todas las secuencias neurodinámicas fueron similares en cada caso. Una posible explicación para estos resultados dispares es que en el estudio que se está mencionando, la muestra que se utilizó eran cadáveres, frente a sujetos sanos asintomáticos que participaron en esta investigación en la cual se detiene el test en el punto en el que el sujeto avisa de la aparición de síntomas; en el de Nee et al. ¹⁰, al ser cadáveres no se puede saber cuándo aparecen los síntomas y el test no se detiene. Otra diferencia es que el estudio de Nee et al. ¹⁰ no evaluó el impacto total de la secuenciación neurodinámica porque el hombro ya estaba en rotación externa al inicio de cada prueba. A pesar de esto, en el estudio de Byl et al. ¹⁹ (2002) encontraron que la adición de rotación externa durante ULNT1 para el mediano aumentó la tensión nerviosa en el antebrazo distal en menos del 0.5%.

Es probable que un movimiento articular alcance el rango completo cuando se realiza primero en una secuencia de prueba neurodinámica. Si se realiza el mismo movimiento articular en las últimas etapas de una prueba neurodinámica, con frecuencia no se alcanzará el rango completo de movimiento ²⁰. Esto sugiere que las articulaciones se moverán a través de diferentes rangos de movimiento cuando se aplican clínicamente diferentes secuencias neurodinámicas. Las diferencias entre las secuencias en los rangos de movimientos de la articulación probablemente estén asociadas con variaciones en la deformación de la posición final y la excursión longitudinal neta asociadas con la cantidad de carga mecánica aplicada al segmento nervioso ¹⁰. Esto sirve para justificar la aplicación de diferentes secuencias neurodinámicas en la clínica.

En cuanto a los resultados de la **localización de los síntomas** en cada una de las secuencias neurodinámicas en el presente estudio se encuentran diferencias. En la secuencia próximo-distal, la mayor parte de los síntomas se localizaron en las zonas más proximales del cuadrante superior (57,8%) frente a un 42,2% localizados en las zonas más distales del mismo. Durante la secuencia disto-proximal, un 93,3% de los síntomas se indicaron en las zonas más distales del cuadrante superior, frente a un 6,3% localizados en las zonas más proximales, concretamente en la zona del "brazo distal".

Estos resultados muestran diferencias con los obtenidos por Lohkamp et al. ⁷ (2011), quienes realizaron un estudio en el que el objetivo principal era establecer el rango de movimiento normal (ROM) y las respuestas sensoriales a la Prueba Neurodinámica de las Extremidades Superiores 1 (ULNT1) y ULNT2A en individuos sanos. Se describió que las áreas más frecuentes de distribución de las sensaciones se correspondían con la región anterior del codo y se extendía hasta la palma, primer, segundo y tercer dedo. También se obtuvieron algunas localizaciones en la parte posterior del brazo y hombro. Estas regiones de distribución sensorial del nervio mediano se correlacionan bien con la distribución dermatómica de las raíces nerviosas cervicales C5, C6 Y C7 ⁷. Estas áreas corresponden con los resultados obtenidos en el estudio llevado a cabo por Kenneally et al. para determinar las respuestas normales de estos test en la extremidad superior ⁷. Por todo lo expuesto, los resultados sobre la localización de los síntomas tras la aplicación de los test de secuenciación neurodinámica, se observan diferencias con respecto al test estándar para el nervio mediano y éstos concordarían con la teoría de secuenciación neurodinámica. En la secuencia próximo-distal también se observa una gran localización de los síntomas en una distribución similar a la del test estándar debido a que el orden de los movimientos en esos dos test es más parecido.

Los resultados de este estudio indican que las **respuestas sensoriales** más frecuentes en ambas secuencias neurodinámicas son el "estiramiento", seguido de "hormigueo" (42,2% y 15,6% respectivamente tras la secuencia próximo-distal; 46,9%, 14,1% respectivamente para la secuencia disto-proximal).

En el estudio de Lohkamp et al. ⁷ (2011), la sensación más frecuente también es el "estiramiento" seguido en este caso de "dolor". En otro estudio realizado por Martínez et al. ² (2014) para analizar la respuesta normal del test neurodinámico para el nervio cubital en individuos asintomáticos, se utilizan los mismos descriptores que en la presente investigación, y los más frecuentes son también el "estiramiento" seguido de "dolor". El hecho de que la principal respuesta sensorial sea el "estiramiento" y no una respuesta predominantemente neurógena (hormigueo, sensación punzante, entumecimiento, ardor), podría ser debido a que se trata de sujetos asintomáticos en los que se supone que el tejido neural es sano y, por lo tanto, el punto de tolerancia al dolor pudo no estar determinado únicamente por los tejidos neurales sino por otros tejidos que causan una respuesta estresante (estructuras musculotendinosas).

Sin embargo, sumando los descriptores que se asocian más a una respuesta neural, en la secuencia próximo-distal, son un 48,5%, y en la disto-proximal un 39,1%, incidencia relativamente alta. Los resultados que se recogen en este estudio únicamente son los que presentaron cambios en el síntoma con la maniobra de diferenciación estructural, por lo que, según esto se apoyaría que el origen es neural. De otra manera, dejándose llevar por el tipo de síntoma que refiere el paciente y no teniendo en cuenta la maniobra de diferenciación estructural, podría asociarse el "estiramiento" fácilmente a una respuesta muscular, lo cual se ha comprobado que no es así y reafirma el uso necesario de la diferenciación estructural ^{2, 10, 21}.

Los valores medios que se han obtenido en cuanto a la **intensidad de los síntomas** en la escala EVA son similares, 2,85 ($\pm 1,47$) y 3,2 ($\pm 1,53$) respectivamente para la secuencia próximo-distal y para la disto-proximal. La percepción del dolor durante un test clínico se ve influido también por las creencias y las expectativas del paciente o sujeto y no sólo por los procesos patobiológicos, y este es un aspecto que se debe tener en consideración, como se afirma en el estudio de Coppieters et al.²².

LIMITACIONES

Una limitación del presente estudio es que los sujetos pertenecen a un grupo de población concreto y el tamaño muestral es de 32 participantes o 64 casos, esto no sería extrapolable a la población general. En futuros estudios, esta muestra debería ser mayor y representativa de la población general.

La posición inicial en la que debían colocarse los sujetos se estandarizó mediante una marca en la camilla para que todos se colocasen igual. Quizás hubiese sido mejor contar con dispositivos externos de fijación que evitasen, por ejemplo, la elevación y/o depresión de la cintura escapular, ya que en algún momento se ha podido cometer algún fallo en esta estabilización por parte del evaluador; unas referencias más precisas que mejorasen la estandarización del test.

Otra limitación pudo ser el hecho de que el test de secuenciación neurodinámica se detiene en el momento en que el participante alerta de la presencia de síntomas, aunque se hizo hincapié durante la explicación de la prueba de que debían avisar en el primer momento en el que notasen cualquier tipo de sensación o síntoma, hay varios factores que pueden influir en el aviso del sujeto. El rango de movimiento que se alcanza durante el test podría considerarse un reflejo de la tolerancia al dolor de los participantes, que está influenciada por muchas características individuales y estímulos externos. La disposición de los sujetos a tolerar más o mayor intensidad de síntomas antes de decidir avisar al investigador pudo haber influido en los resultados (además del rango de movimiento, la localización, EVA o descriptores del síntoma).

El test neurodinámico estándar para el nervio mediano no se ha realizado en el presente estudio; para obtener algunas conclusiones se han utilizado otros artículos presentes en la bibliografía, por lo que hubiera sido interesante que el mismo investigador hubiera llevado a cabo también ese test neurodinámico para poder realizar mejores discusiones.

Se podrían realizar futuros estudios donde también se comparasen ambas secuencias neurodinámicas entre el lado dominante y el no dominante o ver si existen diferencias entre sexos.

6. CONCLUSIONES

La fiabilidad de las mediciones goniométricas fue excelente para todos los rangos articulares (hombro, codo y muñeca) en ambas secuencias.

Los resultados del presente estudio muestran que el orden en que se realizan los movimientos del test neurodinámico para el nervio mediano, influye en el rango de movimiento articular alcanzado mediante las secuencias neurodinámicas en sujetos asintomáticos, ya que las diferencias son estadísticamente significativas.

Los resultados de la localización de los síntomas en cada una de las secuencias parecen indicar que existen diferencias entre ellas y el test neurodinámico estándar. La mayor parte de las localizaciones en cada una de las secuencias se encuentran en la zona cercana a la primera región movilizada.

Los descriptores que tienden a ser utilizados con mayor frecuencia en ambas secuencias son el estiramiento y el hormigueo.

En cuanto a la intensidad de los síntomas, se obtienen valores similares durante ambas secuencias.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Shacklock M. NEURODINAMICA CLÍNICA. Un nuevo sistema de tratamiento musculoesquelético. 2005. 241 p.
2. Martínez MDA, Cubas CL, Girbés EL. Ulnar Nerve Neurodynamic Test: Study of the Normal Sensory Response in Asymptomatic Individuals. J Orthop Sport Phys Ther. 2014;44(6):450-6.
3. Shacklock M. Neurodynamics. Physiotherapy. 1995;81(1):9-16.
4. Butler D. The sensitive nervous system. Adelaide: 2000. 431 p.
5. Nee, RJ Butler D. Management of peripheral neuropathic pain: integrating neurobiology, neurodynamics and clinical evidence. Phys Ther Sport. 2006;7:36-49.
6. López Cubas C. Consideraciones para la positividad en las pruebas neurodinámicas. Fisioter y Divulg. 2014;2(4):32-40.
7. Lohkamp M, Small K. Normal response to Upper Limb Neurodynamic Test 1 and 2A. Man Ther. Elsevier Ltd; 2011;16(2):125-30.
8. Butler D, Gifford L. The concept of adverse mechanical tension in nervous system. 1989;75(11):622-36.
9. Herrera E, Anaya C, Abril AM, Avellaneda YC, Maria A. Descripción anatómica del plexo braquial. Salud UIS. 2008;40(2):101-9.
10. Nee RJ, Coppieters MW, Yang CH, Liang CC, Tseng GF. Impact of order of movement on nerve strain and longitudinal excursion:A biomechanical study with implications for neurodynamic test sequencing. Man Ther. Elsevier Ltd; 2010;15(4):376-81.
11. Coppieters MW, Stappaerts KH, Everaert DG, Staes FF. Addition of Test Components During Neurodynamic Testing: effect on range of motion and sensory responses. J Orthop Sport Phys Ther. 2001;31(5):226-37.
12. Shacklock M. Improving application of neurodynamic (neural tension) testing and treatments: A message to researchers and clinicians. Man Ther. 2005;10(3):175-9.
13. Oliver GS, Rushton A. A study to explore the reliability and precision of intra and inter-rater measures of ULNT1 on an asymptomatic population. Man Ther. Elsevier Ltd; 2011;16(2):203-6.
14. Stalioraitis V, Robinson K, Hall T. Side-to-side range of movement variability in variants of the median and radial neurodynamic test

- sequences in asymptomatic people. *Man Ther.* Elsevier Ltd; 2014;19(4):338-42.
15. Williams JR. The Declaration of Helsinki and public health. *Bull World Health Organ.* 2008;86(8):650-2.
 16. Norkin CC, White DJ. *Goniometría: evaluación de la movilidad articular.* Madrid: Marbán, cop.; 2006. 401 p.
 17. Sindhu BS, Shechtman O, Tuckey L. Validity, reliability, and responsiveness of a digital version of the visual analog scale. *J Hand Ther.* Hanley & Belfus; 2011;24(4):356-64.
 18. Portney L, Watkins M. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice.* Norwalk: appleton and Lange; 1993.
 19. Byl C, Puttlitz C, Byl N, Lotz J, Topp K. Strain in the median and ulnar nerves during upper-extremity positioning. *J Hand Surg Am.* 2002;27A(6):1032-40.
 20. Coppieters M, Stappaerts K, Janssens K, Jull G. Reliability of detecting «onset of pain» and «submaximal pain» during neural provocation testing of the upper quadrant. *Physiother Res Int.* 2002;7(3):146-56.
 21. Nee RJ, Jull GA, Vicenzino B, Coppieters MW. The Validity of Upper-Limb Neurodynamic Tests for Detecting Peripheral Neuropathic Pain. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2012;42(5):413-24.
 22. Coppieters MW, Hodges PW. Beliefs about the pathobiological basis of pain alters pain perception in diagnostic clinical tests. In: (IASP) IAftSoP, editor. 12th World Congress on Pain; Glasgow, Scotland (UK)2008.

8. ANEXOS:

ANEXO 1: MENSAJE PARA RECLUTAR PARTICIPANTES

iHola chic@s! Mi nombre es Andrea Goñi, estudiante de 4º Fisioterapia, y necesito voluntarios para llevar a cabo mi Trabajo Fin de Grado. Consistirá en la realización de varios test para el nervio mediano. Si podéis perder 20 minutos y estáis interesad@s en colaborar, os pido que contactéis conmigo vía correo electrónico: tfgndmediano@gmail.com y/o vía WhatsApp: 620218378. Muchas gracias de antemano, un saludo.

ANEXO 2: DOCUMENTO INFORMATIVO

Título del estudio: "Estudio sobre el efecto de la secuenciación neurodinámica mediante el test del nervio mediano en el rango de movimiento articular".

Investigadora: Andrea Goñi Monreal

Tutora: Elena Bueno Gracia. Profesora de Fisioterapia de la Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias de la Salud. Zaragoza.

- 1. Introducción:** nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Antes de tomar una decisión debe leer este documento entero, entender toda la información, puede realizar todas las preguntas que considere necesarias, consultar a su médico-persona de confianza. Debe tomar una decisión meditada.
- 2. ¿Por qué se le pide participar?:** se le solicita su colaboración porque es usted un sujeto sano sin patología previa en la zona cervical y extremidad superior. Se le ha elegido para realizarle un test que valora la integridad del sistema nervioso, concretamente el nervio mediano, y poder establecer así la respuesta normal en sujetos sanos. Este test no tiene efectos adversos para el participante.
- 3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?:** el objetivo de este estudio es conocer el rango de movimiento, las características y la localización de la

aparición de los síntomas en cada una de las dos secuencias del test neurodinámico del nervio mediano.

- 4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?:** el procedimiento de estudio se llevará a cabo durante aproximadamente 30 minutos. El estudio comenzará con el registro de diferentes variables antropométricas y datos generales. Posteriormente, se realizarán las secuencias mediante una serie de movimientos sobre el brazo para evaluar la respuesta del nervio mediano. Las secuencias pueden generar alguna sensación de hormigueo, adormecimiento, quemazón, tirantez o dolor que el paciente deberá referir en cuanto aparezcan al evaluador. Se registrarán los datos de rango de movimiento, localización y características de los síntomas en ambas extremidades superiores. Dichos datos serán analizados estadísticamente. Recuerde que su participación es voluntaria y si decide no participar esto no afectará a su asistencia o a su relación con el investigador.

- 5. ¿Qué riesgos o molestias supone?:** las mediciones que se van a realizar en el estudio son completamente inocuas y no implican ningún riesgo para su salud o efecto adverso.

- 6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?:** al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento es probable que no obtenga ningún beneficio directo por su participación si bien usted contribuirá al avance del conocimiento y al beneficio social. Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

- 7. ¿Cómo se van a gestionar mis datos personales?:** toda la información recogida se tratará conforme a lo establecido en la Ley Orgánica 15/99, de protección de datos de carácter personal. En la base de datos del estudio no se incluirán datos personales: ni su nombre, ni su nº de historia clínica ni ningún dato que le pueda identificar. Se le identificará por un código que sólo el equipo investigador podrá relacionar con su nombre. Para ejercer su derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición respecto a sus datos obtenidos durante el estudio debe ponerse en contacto con el investigador principal.

- 8. ¿Cómo se van a tratar mis muestras biológicas?** Dentro de este estudio vamos a recoger las siguientes muestras biológicas (medidas antropométricas y resultados del test), que serán analizadas.
- 9. ¿Quién financia el estudio?** Este proyecto carece de financiación. El conocimiento derivado de este estudio puede generar en un futuro beneficios comerciales que pertenecerán al equipo investigador. Los participantes no tendrán derecho a reclamar parte de ese beneficio.
- 10. ¿Se me informará de los resultados del estudio?** Usted tiene derecho a conocer o no, los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. En caso afirmativo, el investigador se los hará llegar. En ocasiones, al realizar un proyecto de investigación se encuentran hallazgos inesperados que pueden ser relevantes para la salud del participante. En ese caso nos pondremos en contacto con usted para que pueda acudir a su médico habitual.
- 11. ¿Puedo cambiar de opinión?** Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con manifestarlo al investigador. Si desea retirarse del estudio se eliminarán los datos recogidos y las muestras biológicas no utilizadas en ese momento.
- 12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?** Para cualquier consulta relacionada con su participación puede ponerse en contacto con la investigadora, D^a. Andrea Goñi, en el teléfono XXXXXXXXX o por correo electrónico en la dirección tfgndmediano@gmail.com

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

ANEXO 3: DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del proyecto: "Estudio sobre el efecto de la secuenciación neurodinámica en el test del nervio mediano en sujetos asintomáticos".

Yo, (nombre y apellidos del participante), mayor de edad y abajo firmante:

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con Andrea Goñi.
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - Cuando lo desee
 - Sin tener que dar explicaciones
 - Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí / no (marque lo que proceda).

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado.

Firma del examinador:

Fecha:

ANEXO 4: DOCUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

Rellene la siguiente ficha y marque con una **X** la casilla escogida.

SEXO: HOMBRE MUJER

EDAD: _____

LADO DOMINANTE: _____

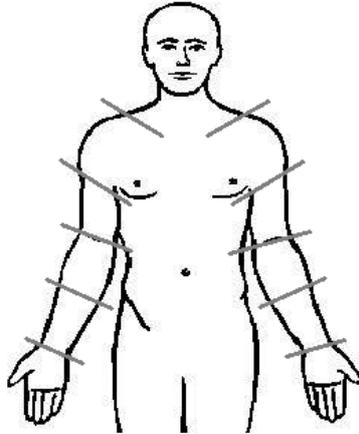
ALTURA: _____

PESO: _____

PARA CADA SECUENCIA NEURODINÁMICA:

LOCALIZACIÓN DE LOS SÍNTOMAS:

Marque o dibuje la zona donde ha experimentado los síntomas, y mediante otra marca el punto en el que los síntomas eran más intensos:



INTENSIDAD SÍNTOMAS (EVA):

Indique el valor que más se identifique con lo que ha sentido:

LADO DOMINANTE:

Una barra horizontal azul que representa una escala de dolor. A la izquierda, un recuadro azul contiene el texto "NADA DE DOLOR". A la derecha, un recuadro azul contiene el texto "EL PEOR DOLOR IMAGINABLE".

LADO NO DOMINANTE:

Una barra horizontal azul que representa una escala de dolor. A la izquierda, un recuadro azul contiene el texto "NADA DE DOLOR". A la derecha, un recuadro azul contiene el texto "EL PEOR DOLOR IMAGINABLE".

CALIDAD DE LOS SÍNTOMAS:

¿Qué sensación o sensaciones ha sentido? Marque con una X los siguientes descriptores o si es una sensación diferente, escríbala en "otros".

LADO DOMINANTE:

Estiramiento	
Dolor	
Hormigueo	
Sensación punzante	
Entumecimiento	
Ardor	
Combinación de éstos	
Otros:	



LADO NO DOMINANTE:

Estiramiento	
Dolor	
Hormigueo	
Sensación punzante	
Entumecimiento	
Ardor	
Combinación de éstos	
Otros:	



LADO DOMINANTE:

DIFERENCIACIÓN ESTRUCTURAL:

¿CAMBIO SÍNTOMAS? → SÍ / NO

RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR, GONIOMETRÍA:

ARTICULACIÓN	MUÑECA	CODO	HOMBRO
GRADOS			

LADO NO DOMINANTE:

DIFERENCIACIÓN ESTRUCTURAL:

¿CAMBIO SÍNTOMAS? → SÍ / NO

RANGO DE MOVIMIENTO ARTICULAR, GONIOMETRÍA:

ARTICULACIÓN	MUÑECA	CODO	HOMBRO
GRADOS			