



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Programa de doctorado en Ciencias de la Salud

Mecanosensibilidad del tejido nervioso en la evaluación del miembro superior afectado tras daño cerebral adquirido

Silvia Díez Valdés

Oviedo 2020

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Programa de doctorado en Ciencias de la Salud

**Mecanosensibilidad del tejido nervioso en la
evaluación del miembro superior afectado tras daño
cerebral adquirido**

Silvia Díaz Valdés

Directores

José A. Vega Álvarez

José A. Martínez Pubil

Oviedo 2020



RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español/Otro Idioma: CANOSENSIBILIDAD DEL TEJIDO NERVIOSO DEL MIEMBRO SUPERIOR AFECTADO TRAS DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO (DCA)	Inglés: MECHANOSENSITIVITY OF THE AFFECTED UPPER LIMB NEURAL TISSUE AFTER ACQUIRED BRAIN INJURY (ABI)

2.- Autor	
Nombre: SILVIA DÍEZ VALDÉS	DNI:
Programa de Doctorado: CIENCIAS DE LA SALUD	
Órgano responsable: CENTRO INTERNACIONAL DE POSTGRADO	

RESUMEN (en español)

MECANOSENSIBILIDAD DEL TEJIDO NERVIOSO DEL MIEMBRO SUPERIOR AFECTADO TRAS DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO (DCA)

El Daño Cerebral Adquirido (DCA) es una patología de origen súbito, de incidencia creciente en la población adulta, cuyos déficits generan, para una gran mayoría de los pacientes, una dependencia para las Actividades de la Vida Diaria (AVDs).

En el tratamiento de los déficits físico-funcionales tras el DCA, la rehabilitación física y el abanico de abordajes que la misma provee, son fundamentales. Dentro de los mismos, se incluye la Neurodinámica Clínica, que es el tratamiento clínico de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso, basado en los test neurodinámicos, altamente estudiados en patologías de carácter traumático como el síndrome del túnel carpiano pero con pocos estudios clínicos realizados en pacientes con patología del Sistema Nervioso Central.

Con el objetivo de evaluar la mecanosensibilidad (medida por medio de los test neurodinámicos) en población con DCA, relacionarla con parámetros de sujetos sanos y verificar la posible asociación con otras variables se diseña y lleva a cabo un estudio científico observacional, descriptivo y transversal, que tiene lugar en la Unidad de Daño Cerebral del Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA). El protocolo de evaluación en el estudio, centrado en el miembro superior (MS) tiene como variables principales la mecanosensibilidad bilateral de los nervios mediano, radial y cubital (respuestas sensitivas, diferenciación estructural y rango de movimiento máximo en los test neurodinámicos) y como variables secundarias, una evaluación físico funcional de MS incluyendo dolor (Escala Visual Analógica-EVA), actividad de MS (escala "Action Research Arm Test), sensibilidad de MS ("Nottingham Sensory Assessment"), hipertonía ("Modified Ashworth Scale) e independencia para las AVDs ("Barthel Index"); y una evaluación de calidad de vida relacionada con la salud ("World Health Organization Quality of life-BREF instrument" o "WHOQoL-BREF").

De los 138 pacientes incluidos, tan solo se puede realizar la evaluación en 47 de ellos. Los resultados de la evaluación permiten ver una diferencia clara en el comportamiento neurodinámico en los tres test de los miembros superiores (test del nervio mediano-ULNT1, test del nervio radial-ULNT2b y test del nervio cubital-ULNT3); manifestada por una asimetría en el rango máximo de movimiento para los test que, en consonancia con lo observado en la literatura, solo tiene tendencia a ser relevante en el caso del nervio cubital. Se observa también una correlación estadísticamente significativa entre la hipertonía y la positividad del test ULNT1 y la asimetría en el test ULNT2b; entre el rango máximo alcanzado durante la

evaluación del test ULNT2b y la funcionalidad del miembro superior afecto y; por último, una relación entre la asimetría de rangos máximos en el test ULNT3 y la percepción subjetiva del dolor en la extremidad hemiparética.

El estudio permite observar por primera vez una relación entre las variables neurodinámicas y las variables físico-funcionales en pacientes con DCA, que podría servir de base para la realización de estudios en base a nuevas hipótesis de trabajo, que guiarían en un futuro el uso de la Neurodinámica Clínica en el tratamiento de las patologías neurológicas de origen central.

RESUMEN (en Inglés)

MECHANOSENSITIVITY OF THE AFFECTED UPPER LIMB NEURAL TISSUE AFTER ACQUIRED BRAIN INJURY (ABI)

Acquired Brain Injury (ABI) is an injury, with a sudden onset and a growing incidence in adults. Its related deficits cause, for most of the patients, a dependency in Activities of Daily Living (ADLs).

When treating the physical and functional limitations, Physical Therapy and all its approaches are essential. Clinical Neurodynamics, which means the clinical application of mechanics and physiology of the nervous system, and has its base in the neurodynamic tests, is included within these approaches. Clinical Neurodynamics have been broadly studied in several orthopedic conditions as carpal tunnel syndrome, but the studies in the field of neurological rehabilitation of ABI are considerably lower.

With the goals of assessing and comparing bilateral upper-limb nerve mechanosensitivity and its relationship with physical and functional status in patients with hemiparesis or upper-limb paresis after ABI, a clinical, observational, descriptive and cross-sectional study was performed and carried out in the Brain Injury Unit, at the Servicio de Rehabilitación of the Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA), in Oviedo, Spain. The assessment protocol included as main outcomes: bilateral mechanosensitivity of median, radial and ulnar nerve (sensory responses, structural differentiation and maximum range of movement in Upper Limb Neurodynamic Tests) and as secondary outcomes some related with upper limb: pain (Visual Analogic Scale), hypertonia (Modified Ashworth Scale), sensory impairment (Nottingham Sensory Assessment), upper limb motor function (Action Research Arm Test), Activities of Daily Living (Barthel Index) and Quality of Life (WHOQoL-BREF).

From the 138 patients included in the study, only 47 could be evaluated. Results from assessments allow to perceive a difference between upper limbs in the three neurodynamic tests (median nerve-ULNT1, radial nerve-ULNT2b, ulnar nerve-ULNT3), especially when talking about asymmetry in the maximum range of motion (ROM), with a trend for clinical relevance only in ULNT3. A statistically significant correlation was found between hypertonia, ULNT1 structural differentiation and maximum ROM in ULNT2b; between the maximum ROM in ULNT2b and the upper limb motor function and; finally, between the max ROM asymmetry in ULNT3 and perceived pain in paretic upper limb.

The study allows to talk, for first time, about a relationship between neurodynamic variables and physical and functional variables in ABI patients, that could be the base for new studies, designed taking into account new hypotheses, which would guide in the future the use of Clinical Neurodynamics in the treatment of central nervous system conditions.

DEDICATORIA

*A mi madre,
que, aunque no haya vivido esta parte del camino,
es la responsable de él*

AGRADECIMIENTOS

A Jose Antonio y Toño, por el saber, la paciencia infinita, la simpatía, la cercanía y el apoyo continuos.

A Patricio, por hacer que los números fueran una realidad comprensible para todos.

A todos los profesionales del Servicio de Rehabilitación del Hospital Universitario Central de Asturias, especialmente a las fisioterapeutas de la Unidad de Daño Cerebral, por su ayuda desinteresada y el tiempo dedicado para este proyecto.

A mis pacientes, cada una de esas personas que me han ido enseñando, poco a poco, lo importante que es vivir la vida y lo preciosa que es una sonrisa, incluso cuando se está mal.

A mi padre y mi hermano, siempre modelos para fotos, acompañantes para compras, sustitutos para papeleos, encargados de transporte y todo lo que en la distancia se hace difícil.

A mi abuela, por esa sonrisa que siempre nos acompaña y nos anima a seguir hacia delante.

A todo el resto de mi familia, especialmente a mis tíos y tías, por el soporte y el cariño, en este reto y en todos los demás.

A mis amigos, en Oviedo, Barcelona o Santiago de Chile, por todas esas veces que he necesitado que me levantaran el ánimo y han estado ahí.

Gracias.

La vida hay que vivirla hacia delante,
Pero sólo se puede comprender hacia atrás.

KIERKEGAARD

ABREVIATURAS

ACV- Accidente Cerebro-Vascular

ARAT- Action Research Arm Test

AVDs-Actividades de la Vida Diaria

CAR- Covert Abnormal Response- Respuesta anormal no manifiesta.

CEIC- Comité Ético de Investigación Clínica

CIMT-Constraint-induced Movement Therapy – Terapia del movimiento inducido por restricción

DCA-Daño Cerebral Adquirido

Dif. ROM -Diferencia entre Rangos de Movimiento.

EVA- Escala Analógica Visual

EMG-Electromiografía

FNP- Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

HUCA- Hospital Universitario Central de Asturias

IC- Intervalo de confianza

MMII – Miembros Inferiores

MS - Miembro Superior

MMSS- Miembros Superiores

OAR- Overt Abnormal Response- Respuesta anormal manifiesta.

OR- Odds Ratio

PCI- Parálisis Cerebral Infantil

rNSA- Evaluación de Sensibilidad de Nottingham revisada

ROM- Range of movement- Rango de movimiento

ROM Máx- Rango de movimiento máximo

DE- Desviación estándar

SDT- Síndrome del Desfiladero Torácico

SDD- Smallest Detectable Difference- Diferencia minima detectable

SEM- Standard Error of Measurement- Error estándar de medida

SNC-Sistema Nervioso Central

SNP-Sistema Nervioso Periférico

STC-Síndrome del Túnel Carpiano

STD- Diferenciación estructural

TCE-Traumatismo Cráneo-Encefálico

ULNT- Upper Limb Neurodynamic Test- Test Neurodinámico del Miembro Superior

WHOQOL- World Health Organization Quality of Life

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2	ESTADO ACTUAL DEL TEMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1	¿QUÉ ES EL DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO?.....	25
2.2	¿CUÁLES SON LOS DÉFICITS DERIVADOS DEL DCA?	26
2.3	TRATAMIENTO DE REHABILITACIÓN TRAS EL DCA	29
2.4	NEURODINÁMICA: DEFINICIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.5	NEURODINÁMICA: HISTORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.6	NEURODINÁMICA: ABORDAJE	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.7	NEURODINÁMICA: EVALUACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.8	NEURODINÁMICA: TRATAMIENTO POSTURAL, MOVILIZACIÓN PASIVA Y ACTIVA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.9	NEURODINÁMICA DE MIEMBRO SUPERIOR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.10	MECANOSENSIBILIDAD EN PATOLOGÍAS NEUROLÓGICAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3	HIPÓTESIS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4	OBJETIVOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5	MATERIAL Y MÉTODOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.1	DISEÑO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.2	ÁMBITO Y SUJETOS DE ESTUDIO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.3	TAMAÑO MUESTRAL Y MUESTREO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.4	PROCEDIMIENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.5	RECOGIDA DE DATOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.6	CONSIDERACIONES ÉTICAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5.7	PLAN DE TRABAJO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6	RESULTADOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.1	EVALUACIÓN NEURODINÁMICA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.2	VALORACIÓN FÍSICO-FUNCIONAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.3	VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.4	VARIABLES SOCIO-DEMOGRÁFICAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

7	DISCUSIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.1	NATURALEZA Y DISEÑO DEL ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.2	EVALUACIÓN NEURODINÁMICA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.3	EVALUACIÓN NEURODINÁMICA Y FÍSICO-FUNCIONAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.4	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.5	INFLUENCIA DE LAS VARIABLES SOCIO-DEMOGRÁFICAS EN LA EVALUACIÓN NEURODINÁMICA ..	¡ERROR!
	MARCADOR NO DEFINIDO.	
7.6	EL CONCEPTO DE MECANOSENSIBILIDAD, SU MEDIDA Y SUS IMPLICACIONES ..	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.7	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7.8	APORTACIONES DEL ESTUDIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8	CONCLUSIONES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
9	BIBLIOGRAFÍA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
10	ANEXOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1

Introducción

1 Introducción

El Daño Cerebral Adquirido (DCA) es una lesión súbita en el cerebro que ocurre después del nacimiento y no está relacionada con enfermedades congénitas o degenerativas.¹ Puede tener diversas etiologías (accidente cerebro-vascular, traumatismo craneoencefálico, anoxia, ...) y, del mismo modo, cada paciente puede manifestar una clínica diferente con trastornos de diversos tipos (físicos, cognitivos, de lenguaje,...)^{2,3} que contribuyen con frecuencia a una generación de dependencia para la realización de actividades funcionales y, por tanto, una reducción de la participación del individuo⁴. Para tratar de minimizar los efectos de los déficits derivados de la lesión, así como para evitar un deterioro posterior de las capacidades del paciente, es fundamental la inclusión del tratamiento de rehabilitación, y dentro de éste, del proporcionado en la rehabilitación física y funcional⁵.

En el tratamiento de fisioterapia de esta patología se incluyen diferentes estrategias o abordajes que han ido evolucionando durante los últimos años, al amparo de aparición de nuevos estudios de investigación básica y traslacional sobre neuroplasticidad y aprendizaje motor⁶. Una de las más extendidas es la llamada "Neurodinámica Clínica"⁷, definida como *"el tratamiento clínico de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso, teniendo en cuenta su integración dentro de la función músculo-esquelética"*. Este tipo de abordaje, que incluye la realización de un test neurodinámico del nervio, se apoya en numerosos estudios de investigación clínica sobre patologías músculo-esqueléticas que afectan al nervio periférico⁸⁻¹², ya sea estudios que verifican la utilidad de los test neurodinámicos para la evaluación de la mecanosensibilidad del nervio como de técnicas de tratamiento para reducir la sintomatología relacionada. Y aunque en los últimos años ha aumentado el uso de las técnicas neurodinámicas en pacientes con daño cerebral y se han realizado nuevas investigaciones al respecto¹³⁻¹⁸, no se ha efectuado una investigación clínica sistemática que avale la utilidad del tratamiento o la evaluación neurodinámica en este tipo de pacientes.

El presente trabajo de tesis doctoral estudia la relación entre los resultados de la evaluación neurodinámica de tres nervios periféricos del miembro superior (tanto parético como no parético) y la de las evaluaciones de otros aspectos como sensibilidad,

rango de movimiento, funcionalidad de miembro superior o dolor en pacientes con hemiparesia tras DCA. Los resultados que se obtengan podrían, *ad futurum*, generar nuevos estudios que tuvieran en cuenta la mecanosensibilidad del sistema nervioso periférico en el proceso rehabilitador tras DCA.

2

Estado actual del problema

2 Estado actual del problema

2.1. ¿Qué es el Daño Cerebral Adquirido?

El DCA es una lesión súbita en el cerebro que ocurre después del nacimiento y no está relacionada con enfermedades congénitas o degenerativas ¹. Su etiología puede ser diversa: accidente cerebro-vascular (ACV), traumatismo craneo-encefálico (TCE), anoxias, tumores, etc. De la misma manera, la clínica que aparece también es variada y puede incluir déficits físicos, psíquicos, cognitivos, de lenguaje o sociales ^{2,3}.

Dentro de los déficits físicos se incluyen un amplio espectro de patologías que abarcan desde tetraparesias hasta hemiplejias pasando por hemiparesias, trastornos del tono muscular como espasticidad o trastornos del movimiento como dismetrías y temblores.

A estos déficits puramente motores, se unen otras afectaciones perceptivas como la hemiasomatognosia, la heminegligencia o los trastornos sensitivos periféricos (hiperestesia, hipostesia, etc...). Según un informe elaborado por Quezada en 2008 ¹⁹, el 89 % de los pacientes con cualquier tipo de daño cerebral sufren, en mayor o menor medida, problemas para el desarrollo de las Actividades de la Vida Diaria (AVD). Esta falta de independencia funcional genera, a su vez, una pérdida en la calidad de vida y grandes costes a nivel social ⁴.

De las lesiones consideradas DCA, las más frecuentes son el accidente cerebrovascular (ACV) y el traumatismo craneoencefálico (TCE). En *ictus o ACV* se define como “*el desarrollo rápido de alteraciones focales o globales en la función cerebral, de duración superior a 24 horas (excepto que se interrumpa por cirugía o fallecimiento), que no sea debido aparentemente a causa no vascular*”. Si la afectación dura menos de 24 horas, se habla de ictus transitorio ²⁰. En los últimos años cobran cada vez más importancia las enfermedades cardiovasculares como el infarto de miocardio o el ACV, afecciones de gran impacto en la población siendo las principales causas de muerte ²¹ y de discapacidad en el caso del ACV. El TCE, por su lado, es “*toda alteración de la función cerebral u otra evidencia de patología cerebral causada por una fuerza externa*” ²².

2.2. ¿Cuáles son los déficits derivados del DCA?

La clínica producida por un DCA varía según la naturaleza de la lesión, la etiología, el tamaño, la morfología, la topografía, la forma de instauración y la evolución posterior ²³. Tras un DCA pueden establecerse trastornos de diversa índole: trastornos motores, de la comunicación, de la percepción, emocionales, psicológicos y de la conducta ²⁴.

En las páginas siguientes, se detallan las alteraciones más frecuentes una vez que el paciente se encuentra en estado subagudo ²⁵, acompañadas por una tabla resumen obtenida de la Guía de Práctica Clínica modificada del Royal College of Physicians del Reino Unido ²⁶.

2.2.1. Alteraciones motoras y del tono muscular

Las alteraciones motoras, generalmente unilaterales y contralaterales a la localización de la lesión, se caracterizan por pérdida de fuerza muscular que puede ser completa (plejía) o parcial (paresia). Suelen acompañarse de alteraciones del tono muscular por disminución (hipotonía), aumento (hipertonía o espasticidad) y trastornos cambiantes (disonías). Las alteraciones del tono forman parte de las manifestaciones del llamado síndrome piramidal o síndrome de la motoneurona superior ²⁵.

En el ACV o ictus, la evolución de la patología motora de la siguiente manera: cuando aparece parálisis, es totalmente flácida (hipotónica) y posteriormente comienza la recuperación de algunos movimientos con patrones sinérgicos marcados por la espasticidad (hipertonía): en el miembro inferior domina un patrón sinérgico extensor mientras que en el miembro superior domina un patrón flexor. La deambulacion, en los casos en que es posible, está condicionada por un patrón de marcha alterado, siendo frecuente la falta de fuerza muscular, la ausencia de control de rodilla y la espasticidad con tendencia al equino-varo de tobillo. En el hemicuerpo afecto, también pueden aparecer sincinesias (movimientos involuntarios del lado afecto en relación a movimientos del lado sano, o coincidiendo con el bostezo o el estornudo) y otras alteraciones en el control motor ²⁴.

Además de los déficits anteriores, cuando hay afectación del tronco cerebral y/o del cerebelo, se asocian alteraciones de la coordinación: ataxia (disminución de la capacidad

para coordinar los movimientos), disimetría (dificultad para alcanzar la meta del movimiento por apreciación incorrecta de la distancia) o disdiadococinesia (dificultad para realizar movimientos alternantes rápidos) ²⁵.

2.2.2. Alteraciones sensoriales

Dentro de este espectro de alteraciones se incluyen las alteraciones visuales, auditivas, del gusto, del olfato y de la sensibilidad táctil. Es de vital importancia comprender, sobre todo, las manifestaciones visuales, ya que la visión está altamente integrada en las funciones complejas, y es clave para la recepción de información en el desarrollo de programas motores, cognitivos o de comunicación ²⁵.

El déficit sensitivo suele ser contralateral, con alteraciones de la sensibilidad al tacto, al dolor, a la temperatura, a la presión y al movimiento. Es interesante remarcar la importancia de la percepción del dolor tras un DCA, que puede variar desde hipoalgesia (disminución de la sensibilidad dolorosa), hiperalgesia (estímulos dolorosos son percibidos como más dolorosos) o incluso alodinia (estímulos no dolorosos son percibidos como dolorosos). Estas alteraciones en la percepción del dolor se relacionan con el llamado dolor de origen central, un dolor de tipo neuropático que afecta la evolución de los pacientes después de una lesión cerebral, pudiendo llegar a ser discapacitante^{23,27}.

Igualmente, la alta frecuencia de déficits en la propiocepción, o percepción de la posición en el espacio y el movimiento de los diferentes miembros, que se relaciona indudablemente con las alteraciones en la coordinación motora.

Además de lo ya mencionado, a nivel sensorial tampoco es infrecuente que aparezca disfunción vestibular tras un TCE, con la cual se puedan relacionar vértigo, problemas de equilibrio, problemas de visión y náuseas. El síntoma más frecuente es el vértigo posicional ²⁵.

2.2.3. Alteraciones de la comunicación y la deglución

Tras el daño cerebral, pueden aparecer alteraciones del lenguaje (afasias) ya sean de expresión o de comprensión y disartrias (alteraciones del habla) que pueden estar asociadas a disfagias (alteraciones de la deglución). Tanto la afasia como la disartria

ocasionan dificultades para las AVDs al no ser la comunicación totalmente eficaz. Cuando hay disfagia, deben establecerse diferentes pautas para la ingesta de alimentos según el grado de afectación, como puede ser el uso de espesantes la ingesta de purés o incluso la alimentación por vía enteral ²³.

2.2.4. Incontinencia urinaria o fecal

Los problemas para la contención urinaria y fecal son bastante frecuentes tras un DCA, siendo mayor la frecuencia de la incontinencia urinaria. Este tipo de alteraciones generan angustia, son mal aceptadas socialmente y representan una gran carga para los cuidadores, además de interferir en los procesos de otras áreas del tratamiento rehabilitador^{24,26}.

2.2.5. Alteraciones de la percepción y de la imagen corporal

Dentro de estas cabe destacar la heminegligencia, o lo que es lo mismo, dificultad del paciente para orientarse, actuar o responder a estímulos o acciones que ocurren por el lado contralateral a la lesión hemisférica, siempre y cuando no sea debida a trastornos elementales sensoriales o motores. Esta conducta negligente es más frecuente en lesiones del hemisferio derecho ²⁸.

2.2.6. Alteraciones emocionales o del comportamiento

Las alteraciones emocionales o del comportamiento tienen una notoria frecuencia tras un daño cerebral. Entre ellas destacan: ansiedad, sentimientos de frustración, cambios bruscos de estado de ánimo o incluso depresión o labilidad emocional ²³. Los cambios en la conducta pueden ser cruciales en el proceso rehabilitador; un ejemplo claro es la interferencia que se genera en la adhesión del paciente al tratamiento ²⁹ cuando existe apatía, es decir, falta de emoción, motivación o entusiasmo.

2.2.7. Alteraciones del sueño y la fatiga

Es frecuente la presentación de dos tipos de fatiga de manera precoz: fatiga mental (al desarrollar tareas cognitivas) y fatiga física (al realizar actividades físicas) y aparece aún más si hay alteraciones de los ritmos de sueño-vigilia o insomnio ²⁵.

Tabla 1. - Déficit frecuentes tras DCA, según el "Royal College of Physicians" de Reino Unido ²⁶, con ligeras modificaciones.

Físicos	Comunicativos	Cognitivos	Emocionales/de comportamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Déficit motores: <ul style="list-style-type: none"> -parálisis -tono muscular anormal -ataxia/ coordinación • Déficit sensoriales • Pérdida visual o auditiva • Síntomas como dolor de cabeza, fatiga, dolor, etc. • Incontinencia • Disfagia • Crisis convulsivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Déficit de lenguaje: <ul style="list-style-type: none"> -de expresión -de comprensión • Disartria • Dislexia • Disgrafía 	<ul style="list-style-type: none"> • Déficit de: <ul style="list-style-type: none"> -memoria -atención -percepción -resolución de problemas de entendimiento de conciencia de seguridad -autocontrol -juicio social 	<ul style="list-style-type: none"> • Labilidad emocional • Falta de iniciativa • Cambios de humor • Problemas de adaptación • Episodios de agresividad • Desinhibición • Comportamiento sexual inadecuado • Poca motivación • Psicosis

2.3. Tratamiento de Rehabilitación tras el DCA

El DCA, sea cual sea su etiología, genera una nueva situación en la cual las habilidades e independencia funcional del individuo sufren un menoscabo que necesita y conlleva un proceso rehabilitador para mejorar su interacción con el entorno de manera física, psíquica y/o social.

El proceso rehabilitador del paciente ha de comenzar con una valoración de las lesiones y el déficit funcional presente que permita estimar un pronóstico y establecer un plan de tratamiento específico para cada paciente. Debido a las amplias diferencias en la clínica, se considera difícil realizar una estandarización del tratamiento post-DCA. Sin embargo, hoy en día, se asume que el mejor abordaje terapéutico debe incluir un tratamiento precoz e intensivo, individualizado y especializado, y realizado siempre de forma coordinada por un equipo transdisciplinar ^{5,30-32}. Este abordaje debe realizarse en programas de rehabilitación con las dosis y duración adecuadas así como con los recursos adecuados ³³.

2.3.1. ¿Cuál es el tratamiento fisioterápico en la actualidad?

La fisioterapia aplicada en pacientes neurológicos o neurofisioterapia es la *“disciplina que estudia los efectos que una lesión, daño o funcionamiento anómalo en las estructuras del sistema nervioso causa sobre las funciones sensitivo-motoras de las personas, afectando*

su funcionalidad y por tanto su autonomía” ³⁴. Los objetivos del tratamiento neuro-fisioterápico son, por tanto, identificar las alteraciones sensorio-motoras y establecer las herramientas y estrategias para aumentar el potencial funcional de la persona, además de establecer medidas preventivas para las posibles complicaciones derivadas.

Tras el DCA, se establecen varias fases de recuperación ³⁵⁻³⁷ :

- Fase crítica, en la que el paciente se encuentra hemodinámicamente estable, pero continúa presente el riesgo de complicaciones de diversos tipos;
- **Fase aguda** caracterizada por estabilidad a nivel neurológico, sin riesgo de complicaciones, que permite comenzar a identificar y trabajar en los déficits a todos los niveles;
- **Fase subaguda** en la que puede existir una mejoría a medio y largo plazo. Se produce una reorganización cerebral que podría ocurrir de forma espontánea y que se ve potenciada por abordajes rehabilitadores a través del fenómeno de la neuroplasticidad. En esta fase se centran casi todas las intervenciones rehabilitadoras; y
- **Fase crónica** o de estabilización, caracterizada por una estabilidad en el tiempo de los déficits físicos, cognitivos, conductuales, con cambios más ligeros hacia la recuperación favorecidos por la rehabilitación.

Los objetivos y las características del tratamiento neuro-rehabilitador variarán según la fase en la que se encuentre el paciente y también según su nivel de afectación, que habrá de ser evaluado con diferentes escalas y métodos, pero puede ser clasificado según Castellanos-Pinedo et al ³ en los siguientes niveles: estado vegetativo permanente o estado de mínima consciencia, DCA grave, DCA moderado, DCA leve y trastorno neuroconductual. A medida que avanzan los niveles, el nivel de independencia funcional es mayor, y como tal, varía el entorno de rehabilitación, siendo en los últimos niveles, mayormente ambulatoria.

2.3.2. Técnicas de tratamiento

Los abordajes realizados para la reeducación física tras el DCA son variados, pero pueden ser clasificados según varios grupos ³⁸, principalmente atendiendo a los conceptos de recuperación motora y a diferentes bases de tratamiento:

- **Técnicas de compensación.** Tienen objetivo aumentar la independencia en las actividades funcionales. El entrenamiento se centra en la adaptación de las capacidades residuales o la sustitución de elementos motores, de tal manera que las tareas pasan a ser realizadas por otros efectores finales o partes corporales. El tratamiento compensatorio no es susceptible de generar una recuperación motora en los segmentos afectados por la lesión ^{39,40}. Este tipo de técnicas parece ser una opción lógica en pacientes con graves déficits motores y pocas expectativas de recuperación.

- **Técnicas de facilitación.** A partir de 1940, se desarrollan de forma independiente varios métodos cuyo objetivo común era mejorar o “facilitar” la calidad del movimiento en el segmento corporal afectado por una lesión del sistema nervioso central (SNC). Los métodos tradicionales de facilitación son cuatro: rood, terapia del neurodesarrollo (Bobath), terapia del movimiento de Brunnstrom y facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) o Kabat.

A pesar de la importancia que tiene este tipo de abordajes en la práctica clínica, hay pocos estudios que avalen su uso por encima de otras técnicas de tratamiento recuperador ^{41,42}.

- **Técnicas de enfoque moderno o basadas en el concepto de neuroplasticidad.** La idea de plasticidad neuronal hizo surgir las terapias de enfoque moderno. La neuroplasticidad permite la adaptación funcional del SNC para minimizar los efectos de las alteraciones estructurales o funcionales, sea cual sea su causa, y es posible gracias a factores tanto exógenos como endógenos. Estas terapias de enfoque moderno surgen a partir de 1980 pero es en los 90 cuando experimentan su mayor desarrollo.

Algunas de las terapias más conocidas y con mayor evidencia de efectividad son: la técnica Perfetti ⁴³, el Reaprendizaje Motor Orientado a Tareas (Carr y Sheperd) ^{44,45}, la terapia del movimiento inducido por restricción del lado sano (CIMT) ^{46,47}. También existen otros abordajes, que, si bien están siendo estudiados, cuentan con una menor efectividad: práctica mental, biofeedback electromiográfico unido a terapia convencional, estimulación eléctrica, terapia frente a espejo o terapia bilateral⁴⁸.

Tanto las técnicas de facilitación como las técnicas de enfoque moderno buscan la recuperación de las capacidades motoras del paciente en los segmentos corporales

afectados, para lo que integran trabajo de sensibilidad y percepción como de entrenamiento del movimiento.

2.3.3. Trabajo rehabilitador para miembro superior (MS)

La finalidad de las medidas rehabilitadoras para el MS afectado es lograr la máxima capacidad funcional del mismo, para que asista en todas aquellas tareas que requieran coordinación bimanual, o incluso realice tareas unilaterales específicas ⁴⁹. Dentro de este tratamiento de reeducación o fisioterapia se ha de trabajar por una normalización del tono, un mantenimiento de la amplitud articular, un desarrollo de la actividad muscular y la sensibilidad siempre intentando lograr una correcta integración perceptiva.

La rehabilitación del MS parético ha de empezar en las fases más tempranas con un buen posicionamiento del miembro de cara al mantenimiento de la amplitud articular (evitando rigideces o deformidades) y la flexibilidad de los tejidos. Desde el primer momento, se intenta una integración visual y la estimulación sensitiva, así como controlar el tono de los músculos hipertónicos (espásticos) y aumentar el tono de los hipotónicos. A medida que se van logrando cambios en la actividad muscular, se va incorporando una movilidad articular activa en todas las articulaciones, comenzando por movilidad global y avanzando hacia una movilidad articular fina, que requiere de gran precisión (prensión, pinza...).

En la práctica clínica actual, las intervenciones neurodinámicas se realizan, sobre todo, con fines de mantenimiento de rangos y flexibilización de los tejidos, sin que ello sea óbice de la búsqueda de cambios a otros niveles (percepción sensitiva, tono, etc...)

2.4. Neurodinámica

2.4.1. Introducción y definiciones

La neurodinámica o neurodinamia es, según Shacklock en 2005⁷, *“esencialmente la aplicación clínica de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso teniendo en cuenta la relación entre ellas y su integración dentro de la función músculo-esquelética”*.

Al hablar de neurodinámica, se hace imprescindible la definición del concepto de mecanosensibilidad, que será evaluada con los test neurodinámicos y comprende la

sensibilidad y la reacción del nervio al enfrentarse a diferentes estímulos mecánicos como la compresión y el estiramiento ^{50,51}. En la bibliografía se ha descrito la reacción habitual de los nervios periféricos sanos a los test ^{52,53}, que incluyen reacciones exarcebadas o reducidas (disminución de la sensibilidad térmica ⁵⁴, parestesias ⁵⁵, alteración en la actividad muscular ⁵⁶) , y en numerosas ocasiones, también se ha encontrado mecanosensibilidad aumentada a la realización de los test neurodinámicos en pacientes con patología en el sistema nervioso periférico⁵⁶.

Los test neurodinámicos son, por tanto, la base de la neurodinámica. Consisten en una secuencia de movimientos articulares de la extremidad que buscan inducir la mecanosensibilidad del nervio para así valorar sus capacidades físicas y su fisiología⁷ . Se describen individualmente para los diferentes nervios o plexos. Tradicionalmente, se denominan de forma numerada para cada extremidad y teniendo en cuenta algunos detalles de su realización; por ejemplo, el nombre que describe la prueba utilizada para valorar el nervio mediano es ULNT1 (Upper-Limb Neurodynamic Test 1 o test neurodinámico de Miembro Superior 1) ^{7,57}.

Para poder comprender la neurodinámica clínica es imprescindible definir el concepto de “diferenciación estructural”, usada en todos los test neurodinámicos para obtener información sobre la involucración o no del sistema nervioso en el mecanismo sintomático. La diferenciación consiste en una movilización de los tejidos nerviosos de la zona a evaluar sin movilizar los tejidos musculoesqueléticos de la misma zona, es decir, una movilización nerviosa “a distancia”. Cualquier cambio de los síntomas al realizar dicha maniobra indicaría un mecanismo neural ⁷, al haberse asegurado un aislamiento de los tejidos músculo-esqueléticos que podrían estar involucrados en la sintomatología observada durante la realización de la secuencia de movimiento.

Un ejemplo de diferenciación estructural se daría cuando, al realizar el test nombrado previamente (ULNT1), se encuentra una sensación de tensión aumentada en la zona anterior de la articulación del codo. Para discernir el origen del síntoma, podría realizarse un movimiento a nivel cervical como una inclinación lateral, que no involucrará a los tejidos músculo- esqueléticos de la zona en la que aparece la sensación (codo) pero que si involucrará a las raíces nerviosas cervicales y, por tanto al nervio que buscamos evaluar (Fig. 1). De haber cambio en los síntomas al realizar la maniobra cervical, se podría decir

que la diferenciación estructural es positiva y, por tanto, la sintomatología sería de origen nervioso.



Figura 1. Diferenciación estructural en test ULNT1 mediante inclinación cervical ipsilateral.

Además de la secuencia estándar bien descrita en la literatura, a los test neurodinámicos se les puede añadir los llamados movimientos de sensibilización o sensibilizadores, que aumentan las fuerzas sobre las estructuras neurales y, por tanto, hacen que el test evoque más sensaciones o éstas ocurran de forma más temprana. Estos movimientos de sensibilización son diferentes a los movimientos de diferenciación definidos anteriormente.

Las respuestas a los test se ven condicionadas por la fisiología del nervio, puesto que las fuerzas compresivas o de fricción pueden generar reacciones como un “efecto torniquete” sobre los *vasa nervorum* y una inflamación o edema intraneural derivado, o una irritación e inflamación mecánica del tejido conectivo circundante mediada por la hiperreactividad de los nociceptores de los *nervi nervorum*^{7,58}. Ambas se relacionan entre sí y pueden generar una reducción de la velocidad de conducción. Estas fuerzas mantenidas sobre el nervio pueden, a largo plazo, relacionarse también con una fibrosis o una isquemia neural⁵⁹. Todos estos procesos podrían relacionarse con alteraciones de la mecanosensibilidad y dolor neuropático, aunque se han observado respuestas paradójicas en afectaciones severas debido a la pérdida de función de las fibras amielínicas⁶⁰.

2.4.2. Historia

La neurodinámica es un término acuñado recientemente pero que, en realidad, refleja la historia de una práctica clínica que lleva desarrollándose y evolucionando desde hace milenios ⁶¹. La primera referencia a una prueba neurodinámica está en el papiro quirúrgico de Edwin Smith, un papiro egipcio de la dinastía XVII (1580-1550 a.C.) en el que se reflejan numerosas normas para el tratamiento de pacientes⁶², entre las que figuran casos clínicos, como el número 48, que describe a un hombre con “desgarro en la vértebra de la columna vertebral” al cual se le demanda que extienda y flexione las piernas para probar el origen del dolor ⁶³.



Figura 2.-Fotografía del Papiro Quirúrgico de Edwin Smith⁶⁴.

Ya en la Edad Contemporánea, a finales del siglo XIX, surgió lo que sería el prelude del desarrollo del conocimiento en el área del movimiento del sistema nervioso, el llamado “Estiramiento Neural”, una técnica quirúrgica usada a finales del siglo XIX en Francia e Inglaterra, sobre la cual varios estudiosos de la época como Cavafy (1881), Symington (1882) y Marshall (1883) ^{61,65} realizaron diferentes estudios. En el siglo XX, se producen grandes avances en lo referente a movilización del sistema nervioso. Bragard describió en 1929 la movilización neurodinámica del nervio cubital y Charnley, en 1951, describe el “Straight Leg Raising (SLR)” o test de elevación de la pierna recta para el diagnóstico de la protrusión discal ⁶⁶, como ya hubiera hecho en 1864 el médico parisino Charles Lasègue, con el llamado “signo de Lasègue” para el diagnóstico de hernias discales ⁶⁷.

En la segunda mitad del siglo XX aumentó la literatura sobre las afecciones del sistema nervioso. Grieve, en 1970, describió la patología inflamatoria del nervio periférico, relacionándola con respuestas adversas en los test de tensión neural. Poco después, Alf

Breig, en 1974, escribió el libro “*Adverse Mechanical Tensión in Central Nervous System*”⁶⁸, imponiendo las nomenclaturas de “tensión mecánica adversa” y “tensión neural adversa”. En este libro, se describen además con detalle pruebas como el SLR y los resultados de sus observaciones en cadáver, que hicieron patente un aumento de la tensión neural en encéfalo al realizar flexión de cuello. En 1979, Elvey describió el test de tensión del plexo braquial, denominado “test de Elvey” en numerosos estudios^{69,70}, y que sería el punto de partida para el estudio del test neurodinámico para el nervio mediano ULNT1.

A finales del siglo XX, el aumento de la investigación en fisioterapia y la mejora de los recursos clínicos disponibles, generó un incremento en los trabajos sobre movilización del sistema nervioso. Los estudios de Butler y Gifford⁷¹ y posteriormente Butler y Shacklock^{61,71-73} sentaron las bases científicas de la neurodinámica. Durante la primera década del siglo XXI, el conocimiento sobre neurodinámica clínica se relacionó más con el conocimiento sobre dolor, siendo referencia el grupo de estudio NOI Group, y sus miembros Butler y Moseley⁷⁴.

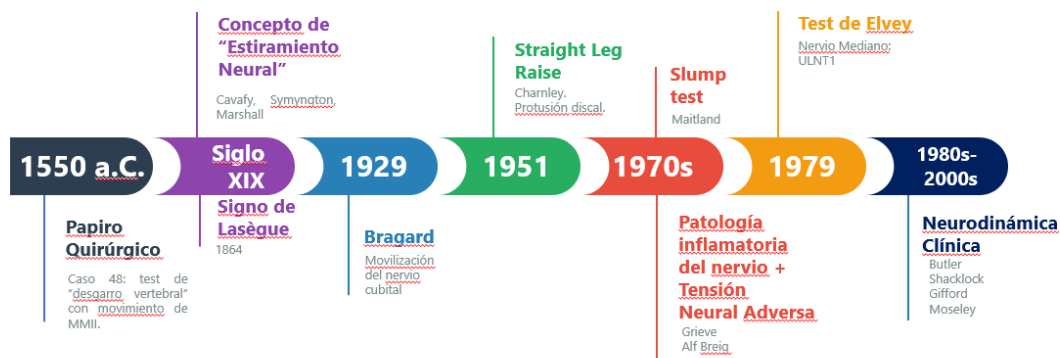


Figura 3. Cuadro cronológico de la historia de la neurodinámica.

En la actualidad, el empleo de la neurodinámica clínica es cada vez más frecuente en todos los contextos, con formaciones disponibles en todos los países y mayor inclusión en los programas educativos universitarios. Así mismo, se han desarrollado numerosos proyectos de investigación sobre neurodinámica y mecanosensibilidad nerviosa en diversos tipos de poblaciones: desde sujetos sanos hasta patologías del sistema nervioso central pasando por desórdenes del sistema nervioso periférico. Los objetivos de los

estudios realizados hasta la fecha han sido evaluar tanto la utilidad del test como mecanismo de evaluación como la efectividad del tratamiento neurodinámico.

2.4.3. Abordaje

La introducción de la neurodinámica clínica en el abordaje de los pacientes se da en diferentes procesos y conceptos de la terapia. Como describe Butler ⁶¹, se pueden diferenciar cinco usos de los test neurodinámicos:

- 1.- **Herramienta de evaluación y re-evaluación.** Los test neurodinámicos sirven como herramienta de evaluación, para medir en el tiempo la efectividad de cualquier abordaje que se realice con una patología para la cual sea relevante su uso.
- 2.- **Parte de la explicación de los mecanismos de dolor y sensibilización,** tanto periférica como de carácter central. La percepción de tensión nerviosa y la comprensión de la relación entre las diferentes estructuras permite una explicación posterior de los mecanismos de dolor, incluyendo incluso los mecanismos químicos involucrados. En patologías como el dolor lumbar crónico, esta explicación de carácter educativo puede redundar en una disminución del estrés del paciente.
- 3.- **Movilización pasiva,** teniendo siempre en cuenta la ubicación anatómica del nervio y las posiciones guiadas por los diferentes test neurodinámicos. Este abordaje debe estar integrado en una estrategia global y no ser la única estrategia de tratamiento. Siempre exigirá estar receptivo a las diferentes respuestas que podamos obtener y tener en cuenta que cuanto antes, mejor.
- 4.- **Movilización activa,** evitando el excesivo reposo, como se percibe cada vez más necesario en casos de dolor lumbar ⁷⁵. La movilización activa permite una mejor restauración de las cualidades mecánicas del tejido, especialmente si este es conectivo, y ayuda a la gestión de las respuestas maladaptativas que pudieran darse desde el Sistema Nervioso Central (SNC). En este tipo de movilizaciones, podemos adaptar el entrenamiento al paciente o bien descomponiendo la secuencia de movimientos o bien realizando cambios de orden de los mismos. Cuanto más funcional y relacionada con las AVDs, más significativa será la tarea.

5.- **Intervención postural o ergonómica.** Educación al paciente para evitar aquellas posturas mantenidas o movimientos repetitivos que puedan, a largo plazo, que se generen fuerzas mecánicas que lleven a la aparición de una neuropatía.

2.4.4. Evaluación

La evaluación y re-evaluación, uno de los principales usos de la neurodinámica, tiene en cuenta muchos factores relativos al movimiento y relacionados con el test neurodinámico escogido como el rango de movimiento (ROM), sensación final del movimiento, respuestas al dolor u otras reacciones (espasmos, actividad simpática, etc...). Es muy frecuente durante la valoración, la inclusión del miembro contralateral, a modo comparativo, para definir las posibles limitaciones en la realización del test.

Para tomar decisiones clínicas en base a la información obtenida en un test neurodinámico, encontramos distintos abordajes de razonamiento clínico, como deja patente el texto de Carlos López-Cubas⁷⁶ basado en los autores Shacklock y Butler.

Lo primero es ser consciente de que el hecho de encontrar una diferenciación estructural positiva es insuficiente para asegurar que el Sistema Nervioso sea origen de la sintomatología percibida, ya que la respuesta a los test neurodinámicos solo aporta información sobre la mecanosensibilidad o compromiso mecánico del tejido nervioso y no se considera patognomónica de ninguna patología en concreto: aunque los test neurodinámicos se han vuelto importantes a la hora de evaluar el dolor neuropático periférico, los estudios muestran que no deben ser usados como única herramienta de confirmación para el diagnóstico⁷⁷, tan solo como herramienta para ayudar al descarte, al menos en el caso de la radioculopatía cervical o el síndrome del túnel carpiano⁷⁸.

2.4.4.1. Clasificación de respuestas a los test neurodinámicos según Shacklock

Shacklock⁷ estructura la evaluación neurodinámica como un algoritmo, estableciendo nuevas categorías según las respuestas de los test neurodinámicos, según se observa en la figura 4. El primer paso es la realización de la secuencia para completar el test hasta obtener síntomas, lo cual es algo habitual ya que estos test, aún en sujetos asintomáticos, es normal que evoquen síntomas. Una vez percibido el síntoma, se procederá a usar una técnica de diferenciación estructural, tras la cual, se establecen dos categorías:

diferenciación estructural negativa, indica que el problema es músculo-esquelético; y diferenciación estructural positiva, que indica que el síntoma (cambio en el rango de movimiento, dolor, hormigueo, etc) es de origen neurodinámico.

Si se estima que la diferenciación estructural es positiva, el proceso posterior sería definir cómo es esa respuesta considerada neurodinámica: respuesta neurodinámica normal: dentro de lo considerado normal en sujetos sanos; y respuesta neurodinámica anómala: fuera de lo considerado normal en los sujetos sanos.

Una vez comprobado que la respuesta a la realización del test es neurodinámica, si se percibe que la misma es anormal, habrá que hacer un análisis más para definir qué tipo de respuesta neurodinámica anómala se encuentra:

1.- Respuesta anormal manifiesta (En inglés Overt Abnormal Response, OAR). La sintomatología al realizar el test coincide con la descrita por el paciente previamente (normalmente la causante de decisión de la realización de una evaluación neurodinámica). La definición del origen de esta respuesta anormal manifiesta vendrá tras el análisis del resto del examen clínico.

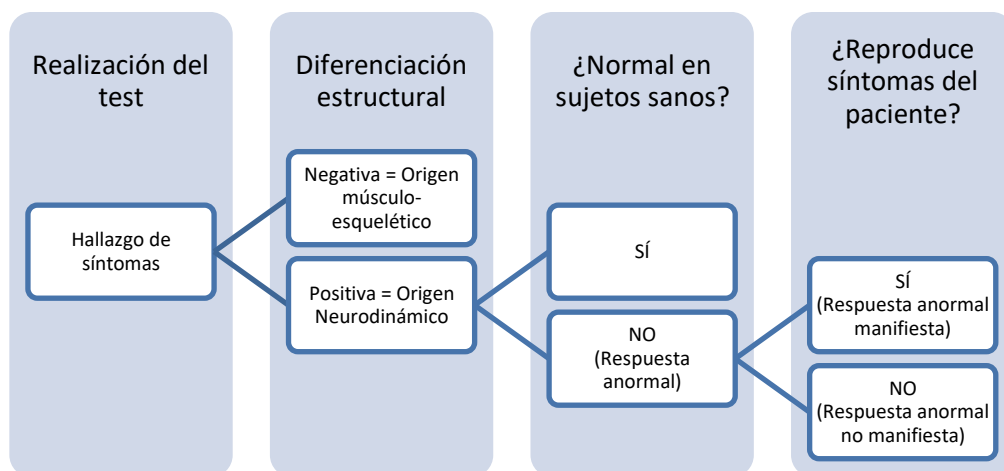


Figura 4. Flujo para la clasificación de las respuestas neurodinámicas⁷.

2.- Respuesta anormal no manifiesta (En inglés, Covert Abnormal Response, CAR). La sintomatología no coincide con la sufrida por el paciente, pero sí se da una anomalía como puede ser una asimetría a la evaluación bilateral, una disminución del rango de movimiento, una diferencia en la resistencia al movimiento, una anomalía en la ubicación de los síntomas o la generación de movimientos compensatorios.

Además del algoritmo con el flujo para clasificar las respuestas a las pruebas neurodinámicas, también se definen en la literatura cinco tipos de respuestas neurodinámicas:

- 1.- Relevantes. Relacionadas de alguna forma con el problema clínico evaluado;
- 2.- Irrelevantes. No conectadas con el problema clínico evaluado;
- 3.- Subclínicas. Respuestas que, pese a aparecer, no generan síntomas en el paciente;
- 4.- Anómalas. Respuestas fuera de lo normalmente descrito, con paciente asintomático (por ejemplo, aparición de dolor en zona no relacionada con la prueba); y
- 5.- Atípicas pero normales para la persona. Respuestas atípicas pero bilaterales para una persona asintomática (por ejemplo, limitación bilateral del rango que no genera síntomas).

2.4.4.2. Pirámide para la descripción de una alteración mecanosensitiva según Butler

Según Butler ⁶¹ para dar relevancia a los resultados de una prueba neurodinámica se han de tener en cuenta no solo los síntomas, habituales en sujetos sanos, sino también otros factores como el comportamiento bilateral, la comparación con lo usual en sujetos asintomáticos o la situación en un marco de razonamiento; y describe cinco condiciones que debe cumplir una prueba neurodinámica para ser considerada positiva y clínicamente útil:

- 1.- Reproducción de los síntomas del paciente. Entre ellos cabe destacar el espasmo muscular, que con frecuencia aparece al finalizar el test ^{53,79};
- 2.- Diferenciación estructural positiva, que da a pensar en síntomas de carácter neurogénico;
- 3.- Asimetría, diferencias entre ambos miembros a la realización del mismo test. Esta asimetría puede ser relacionada con la dominancia del miembro ^{52,80};
- 4.- Diferencia con las respuestas encontradas habitualmente en sujetos sanos. Estas diferencias pueden darse tanto en el tipo y ubicación de los síntomas como en los rangos de movimiento máximos; y

5.- Soporte con otros datos como pueden ser: historia clínica, percepción subjetiva del paciente, área de la sintomatología, pruebas de imagen, pruebas de conducción, etc...

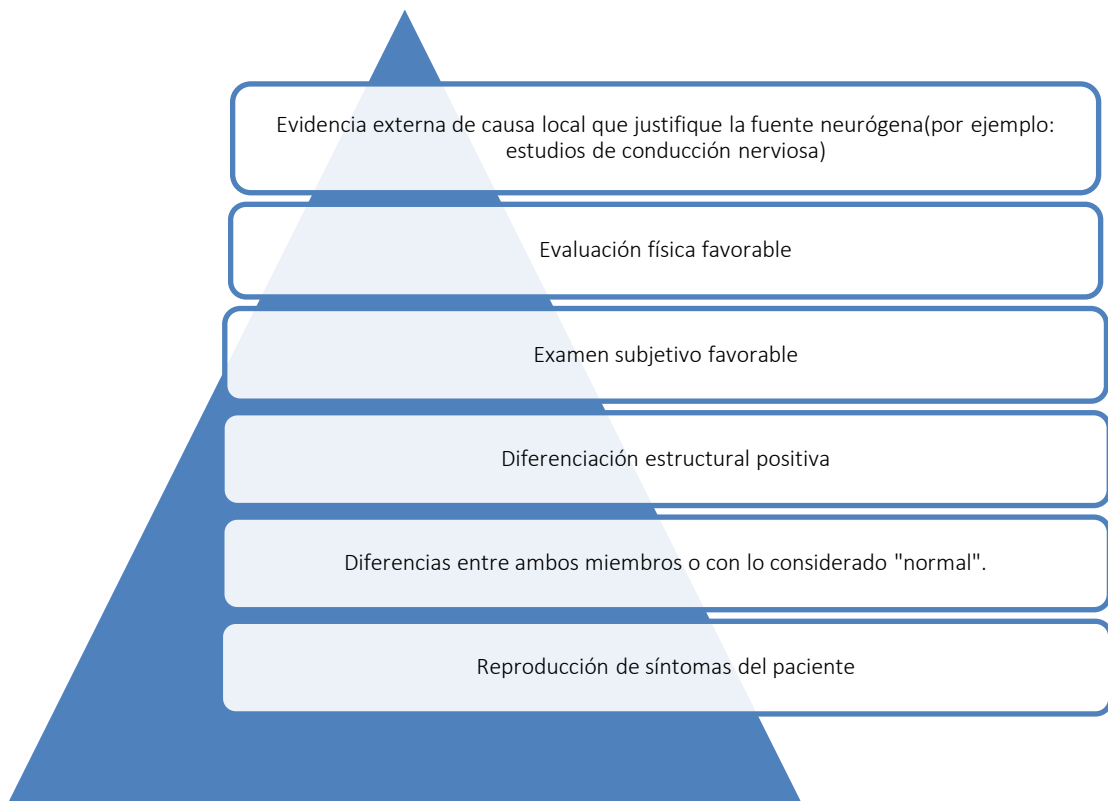


Figura 5. Pirámide de evaluación neurodinámica según Butler⁶¹.

Por lo tanto, para poder considerar positivo un test de mecanosensibilidad del nervio, es necesario acumular diversos datos y la recomendación para evaluar esta “positividad del test” es seguir la pirámide descrita en la figura 5, según la cual, cada uno de los escalones va apoyando la hipótesis de una alteración mecanosensitiva del tejido neural y cuanto más arriba se llegue en dicha pirámide, mayor será la base para afirmar que un sistema nervioso sensitivo/mecánicamente afectado está envuelto en la patología. Este proceso permitirá dar el primer paso para el diagnóstico clínico, negando o dando soporte a la hipótesis de mecanosensibilidad nerviosa aumentada.

Además de las diferentes visiones de las pruebas neurodinámicas como herramientas diagnósticas que engloban el flujo de clasificación y la pirámide sumatorio de factores, hay que tener en cuenta algunas características a la hora de realizar una evaluación:

1.- A pesar de que el resultado a nivel de “tensión final” para el nervio evaluado es siempre igual, independientemente del orden de la secuencia utilizada, sí que pueden verse cambios en la aparición de los síntomas al cambiar la misma⁵⁷.

2.- La repetición del test neurodinámico en varias ocasiones puede generar una “mejora” en la respuesta a él que puede traducirse, por ejemplo, en un aumento de rango a medida que aumenta el número de repeticiones⁸¹.

3.- En ocasiones, la sintomatología no sigue pautas dermatómicas y se encuentra fuera de la distribución de la inervación ⁸².

4.- Se ha observado que la inflamación del nervio que causa un aumento de su mecanosensibilidad no tiene por qué causar una alteración en la velocidad de la conducción nerviosa⁸³.

5.- La forma de expresar el contenido de la evaluación podría condicionar el resultado de la misma ⁷⁶.

Aparte de estos criterios para considerar la positividad del test neurodinámico, Butler también establece unos factores o criterios que harán que un test sea relevante:

1.- El test tiene relación con la disfunción del paciente. La mejora en la función se ve acompañada de una mejora en el resultado de la prueba.

2.- En el caso de la aparición de dolor, la evaluación incluye un análisis de los procesos de dolor que pueden haberse activado ha de estar presente.

3.- Todos los tejidos que podrían estar implicados entran en consideración para la realización de la evaluación.

Otras pruebas o informaciones de interés en la valoración será el área de presentación de sintomatología (siga esta la distribución de los dermatomas o no), la presencia de alteración de los reflejos o cambios a nivel motor, la respuesta a la palpación y el examen de los tejidos circundantes.

Se tiende a relacionar los algoritmos descritos para definir la positividad del test neurodinámico en función de la diferenciación estructural y la asimetría de rangos como la única manera de evaluar la mecanosensibilidad, pero existen más, en varios estudios

^{78,84}, se emplea la palpación y los resultados de la misma (alodinia o no alodinia) como método de medición para evaluar la mecanosensibilidad del tejido nervioso⁷⁸.

También se han usado otros medios de imagen para la medición del deslizamiento del nervio, como la ecografía⁸⁵⁻⁸⁹ y la sonoelastografía ⁹⁰, basándose en la medición transversal y longitudinal del nervio. Las pruebas de conducción nerviosa han sido en numerosas ocasiones base comparativa para los estudios de mecanosensibilidad.

Es importante destacar que, en ocasiones, se pueden objetivar cambios en los resultados de la evaluación neurodinámica que no son de carácter relevante para el proceso rehabilitador, por lo que se indica la realización de pruebas de carácter funcional, que permitan ver si las mejoras son clínicamente relevantes.

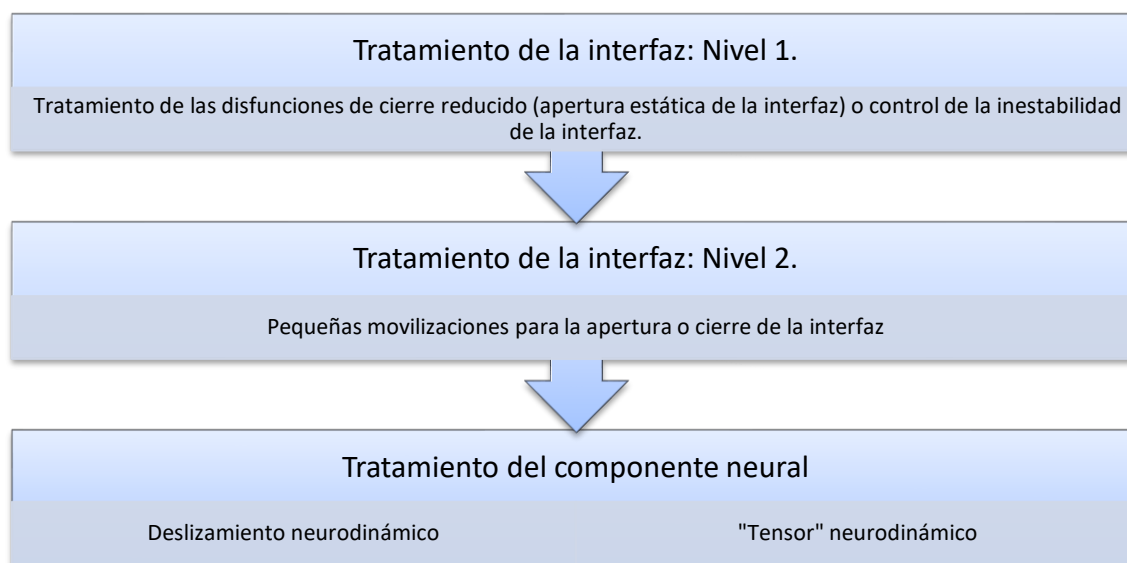


Figura 6. Progresión del tratamiento neurodinámico.

2.4.5. Tratamiento postural, movilización pasiva y activa

En el caso de patologías periféricas y de origen traumático, el tratamiento, que se lleva a cabo siempre tras la realización de los test previos, habrá de ser de progresión sistemática que, en función del dolor del paciente y de acuerdo con Shacklock ⁷, será como se indica en la figura 6. En ella se aprecia una progresión en el tratamiento desde la búsqueda del abordaje de los tejidos circundantes al nervio o interfaz hasta la búsqueda del movimiento del propio nervio, en una estrategia que parte de un abordaje desde estático y avanza hacia un abordaje dinámico.

El tratamiento puede ser de dos tipos, según los componentes que se traten:

1.- **Tratamiento de la interfaz mecánica.** El objetivo del mismo no es la intervención sobre el tejido nervioso puramente dicho, sino sobre los tejidos circundantes, llamados también interfaz mecánica. Y existen dos estrategias principales para el tratamiento de la interfaz mecánica:

1a.- Movimientos de apertura. Servirán para lograr más espacio alrededor del nervio, van dirigidos hacia articulaciones, músculos y fascia.

1b.- Movimientos de cierre. Buscan lograr una reducción del espacio alrededor del nervio, se usan en casos de inestabilidad de la interfaz.

Con estos dos objetivos, se pueden realizar dos abordajes bien diferenciados, que se separan en dos niveles:

1c.- Abordaje estático-Nivel 1. En este caso, se busca el cambio en las estructuras de la interfaz mediante el mantenimiento de una postura, sea esta favorable al cierre o a la apertura.

1d.- Abordaje dinámico-Nivel 2. El objetivo de facilitación de cierre o apertura se producirá mediante pequeñas movilizaciones en el área a tratar.

2.- **Tratamiento del componente nervioso**, ya sea de carácter pasivo o activo. Es el abordaje más específico de la Neurodinámica, se realiza mediante dos tipos de técnicas:

2a.- Deslizamiento neural. Esta técnica permite mover el nervio con respecto a los tejidos circundantes, siempre sin generar un aumento de la tensión mecánica sobre él. Este tipo de movilización, que consiste en movimientos de gran amplitud, se utiliza en casos de dolor. Se pueden aplicar entre 5 y 30 repeticiones por sesión y, de producirse un nuevo síntoma por su aplicación, deberían dejar de ser utilizados, salvo que se realicen modificaciones en los mismos. Existen dos tipos de deslizamiento:

- *De un punto.* El movimiento se produce en un extremo de sistema neural, con una sola parte móvil. Por ejemplo: en la prueba del nervio ciático, manteniendo la cadera en una posición de flexión, realizar pequeños movimientos de extensión de rodilla.

- *De dos puntos*. Este deslizamiento se produce aumentando la tensión en un punto del sistema mientras disminuye en otro punto. Por ejemplo: en la prueba del nervio ciático, realización sincrónica de flexo-extensión de cadera y extensión-flexión de rodilla, de tal manera que nunca coincida una extensión completa de rodilla con una flexión completa de cadera (forma de generación de tensión con el test neurodinámico dirigido a este nervio).

2b.- Tensor neural. En esta técnica se realiza un movimiento que imprime mayor tensión al nervio, llevándolo más cerca del límite de tensión soportado y aumentando la posibilidad de generar reacciones adversas a la movilización. De la misma manera que el deslizamiento, puede realizarse un tensor de un punto o de dos puntos. Normalmente, el mantenimiento de la posición de tensión en el test sería un tensor, al cual le podría ser añadido un movimiento sensibilizador, si así se considerara necesario (ver figura 7).

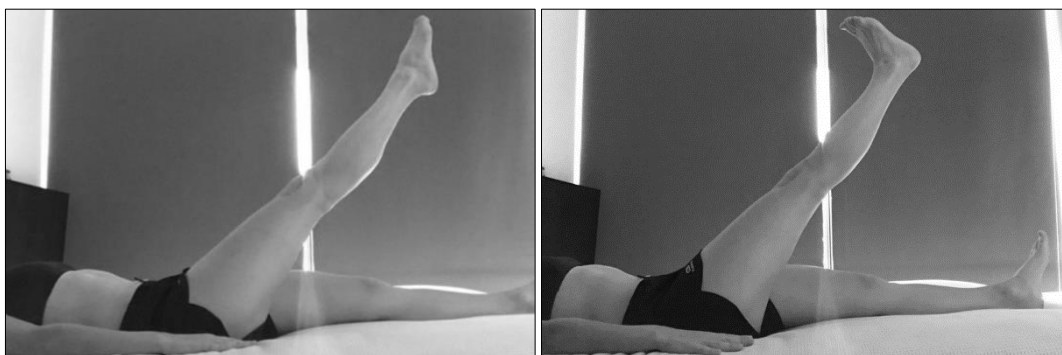


Figura 7. Test de Elevación de la pierna recta (izquierda) y test de elevación de la pierna recta con dorsiflexión de pie como movimiento sensibilizador (derecha).

Las estrategias de tratamiento neurodinámico más estudiadas son siempre aquellas que se dirigen al tratamiento del componente nervioso o neural, tanto los deslizamientos como los tensores ^{91,92}, siendo los primeros los más usados para patologías en estado agudo, en las cuales el dolor puede ser un limitante. Si la realización de la técnica es activa, además, se establece un ritmo de progresión adaptado a las personas para lograr un avance gradual en las movilizaciónes que, deberán ser, en la medida de lo posible, basadas en actividades funcionales, de mayor relevancia para el paciente.

Además de estas estrategias de control postural y movilización existen también otros abordajes como la movilización manual de la interfaz, ya sea fascia, músculo, articulación o el llamado masaje neurogénico, en el que se realizan fricciones directamente sobre el

nervio. En el caso de la movilización manual de la interfaz, se realizará casi siempre acompañada de un tratamiento postural teniendo en cuenta el test neurodinámico elegido.

2.4.6. Neurodinámica del miembro superior

2.4.6.1. *Recuerdo anatómico*

El Sistema Nervioso Periférico (SNP) está formado por todos los nervios y ganglios que se encuentran fuera del Sistema Nervioso Central, es decir, fuera del encéfalo y la médula espinal ⁹³. Los nervios periféricos son los elementos que relacionan el encéfalo y la médula espinal con los diferentes tejidos y órganos que conforman el cuerpo humano⁹⁴. Esta relación se basa en la comunicación de dos tipos de información o estímulos: información aferente o sensitiva. Información sobre el entorno procedente de los tejidos y órganos, se transmite hacia el Sistema Nervioso Central (SNC); e información eferente o motora. Órdenes motoras procedentes del SNC, se transmiten hacia los tejidos y órganos ⁹⁵.

Los nervios raquídeos son los que “nacen de la médula espinal y atraviesan los agujeros de conjunción para encaminarse a los territorios orgánicos a los que están destinados” ⁹⁶. Estos nervios nacen de dos raíces raquídeas, una anterior (motriz, que se origina en las motoneuronas del asta anterior de la médula) y otra posterior (que penetra en la médula espinal, ya que los somas de las neuronas se localizan en los ganglios raquídeos) y son mixtos, motores y sensitivos. Al igual que las vértebras, los treinta y un pares de nervios raquídeos se dividen en cinco tipos según su localización: ocho cervicales, doce dorsales o torácicos, cinco lumbares, cinco sacros y uno coccígeo ⁶⁸. Para referirse a estos nervios se utiliza una combinación de letra y número: cada letra corresponde a una zona (C-cervical; T-torácica, L-lumbar, S-sacra) y los números avanzan de uno en uno siguiendo un orden cráneo-caudal ⁹⁸.

La inervación, motora y sensitiva, del miembro superior corre a cargo de ramas de los nervios raquídeos cervicales y torácicos, que, tras agruparse en los plexos cervical y braquial, dan lugar a los diferentes nervios periféricos. El plexo cervical está formado por las anastomosis de los nervios raquídeos C1, C2, C3 y C4 ⁹⁷ mientras que el plexo braquial

está formado por los nervios raquídeos C5, C6, C7, C8 y T1 ⁹⁹; ocasionalmente recibe fibras de C4 (plexo braquial prefijado) y de T2 (plexo braquial postfijado).

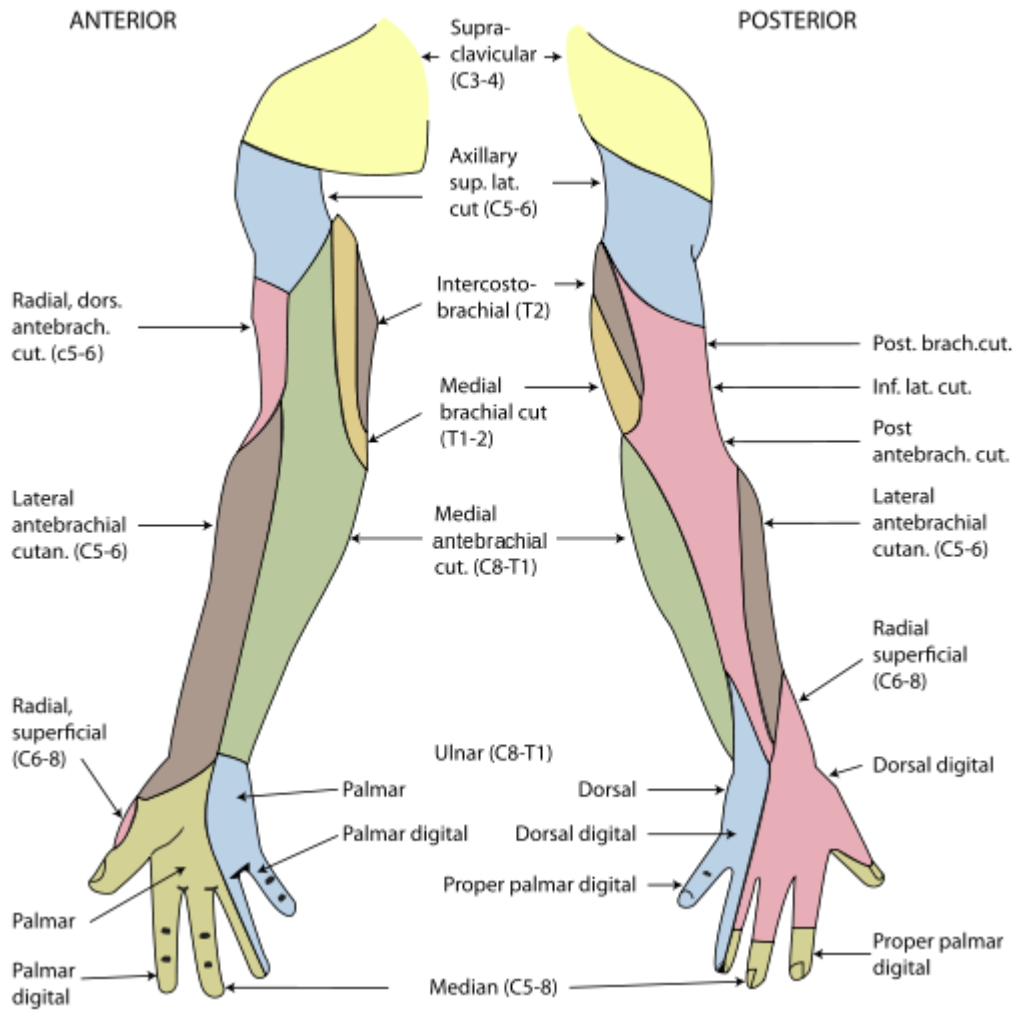


Figura 8.- Mapa sensitivo del miembro superior, incluyendo nervios raquídeos y ramas del plexo braquial ¹⁰⁰

La inervación del miembro superior por el plexo cervical se limita a la zona proximal, zona del muñón del hombro, donde la rama supraclavicular (C3-C4) inerva sensitivamente tanto la cara anterior como la posterior (ver figura 8). El resto de la inervación tanto motora como sensitiva del miembro superior la realizan ramas del plexo braquial.

2.4.6.2. Plexo braquial

El plexo braquial, una vez constituido con la unión de los nervios raquídeos C5 a T1 se unen formando los troncos primarios superior (C5-C6), medio (C7) e inferior (C8-T1). Posteriormente los troncos primarios se dividen una rama anterior y otra posterior. De la

unión de las tres ramas posteriores se origina el tronco secundario posterior; las ramas anteriores superior y media forman el tronco secundario póstero-externo, y la rama inferior por si sola se transforma en el tronco secundario antero-interno.

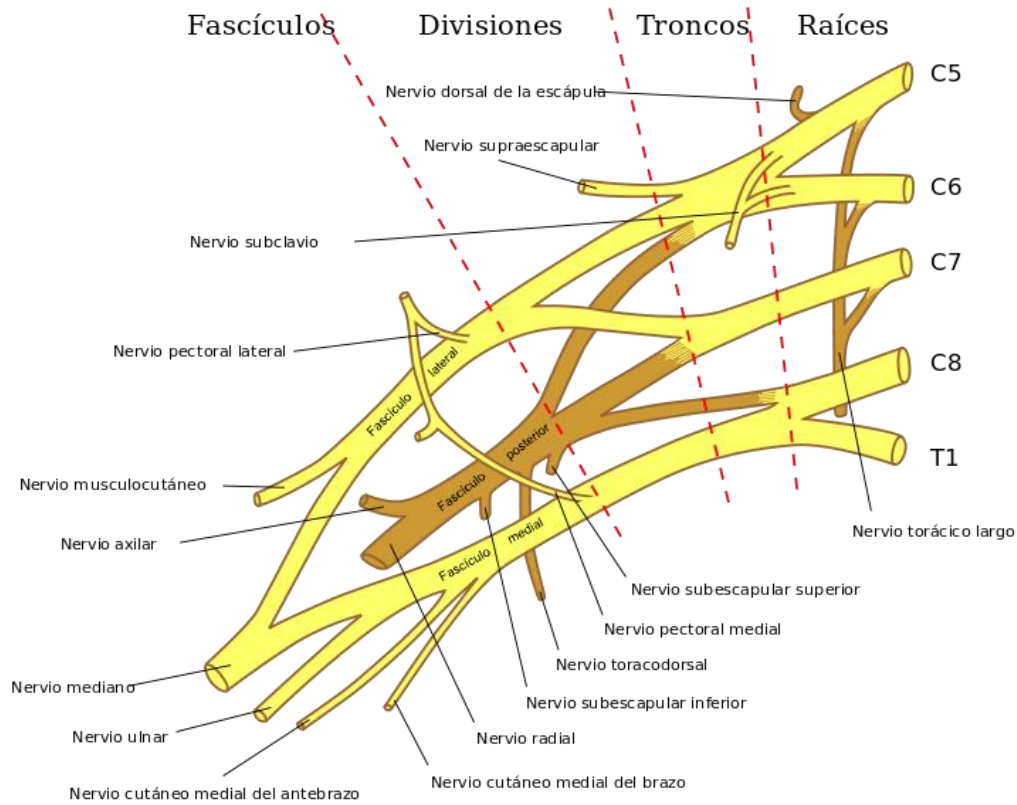


Figura 9. Plexo braquial: troncos, fascículos y ramas colaterales y terminales.¹⁰¹

Del cuerpo del plexo se desprenden ramas colaterales (anteriores y posteriores), que parten para inervar sensitivamente los tejidos más proximales del miembro superior y propiciar también inervación motora a los grupos de la zona escapular y pectoral^{96,99,102} (ver figura 9).

El plexo braquial, acompañado del paquete vascular del miembro superior, se encuentra ubicado en el llamado espacio inter-escalénico, entre el escaleno anterior y el medio. En ocasiones, en esta zona se puede dar un atrapamiento del paquete neuro-vascular denominado Síndrome del Desfiladero Torácico (SDT) o síndrome del opérculo torácico¹⁰³.

Las ramas terminales del plexo braquial son seis: nervio circunflejo o axilar, nervio braquial cutáneo interno, nervio músculocutáneo braquial, nervio mediano, nervio radial y nervio cubital o ulnar (figura 10).

Para los tres primeros, así como para las ramas colaterales del plexo braquial mencionadas anteriormente, aunque existen test neurodinámicos específicos, no existe mucha experiencia clínica e investigación. Para las tres últimos, sin embargo, existen test neurodinámicos específicos altamente usados e investigados por lo que la descripción del recorrido y las relaciones anatómicas es de gran importancia.

1.- **Nervio circunflejo o axilar** (*nervus axillaris*). Nacido de un fascículo común con el nervio radial, se desplaza hacia abajo y hacia fuera para acabar en el deltoides. Las ramas colaterales de este nervio dan inervación motora a los músculos redondo menor y deltoides e inervación motora a la cara externa del muñón del hombro.

2.- **Nervio braquial cutáneo interno** (*nervus cutaneous brachii medialis*). Encargado de inervar sensitivamente la cara interna del brazo hasta el codo y posteriormente, tras dividirse en dos ramas, la cara interna del antebrazo.

3.- **Nervio músculocutáneo braquial** (*nervus musculocutaneous*). El trayecto de este nervio va hacia abajo y hacia externo, situándose entre el bíceps braquial y el braquial anterior y finalizando en el antebrazo. Durante este trayecto aporta inervación motora a los músculos coracobraquial, bíceps braquial y braquial anterior e inervación sensitiva a la cara lateral del antebrazo.

4.- **Nervio mediano** (*nervus medianus*). **Recorrido:** El nervio mediano parte en la axila situado por detrás del pectoral mayor, sigue el borde interno del bíceps durante su descenso por el brazo y se sitúa en la parte media de la cara anterior del antebrazo para terminar entre los tendones de los músculos palmar mayor y menor a nivel de muñeca y llegar a la mano por la eminencia tenar.

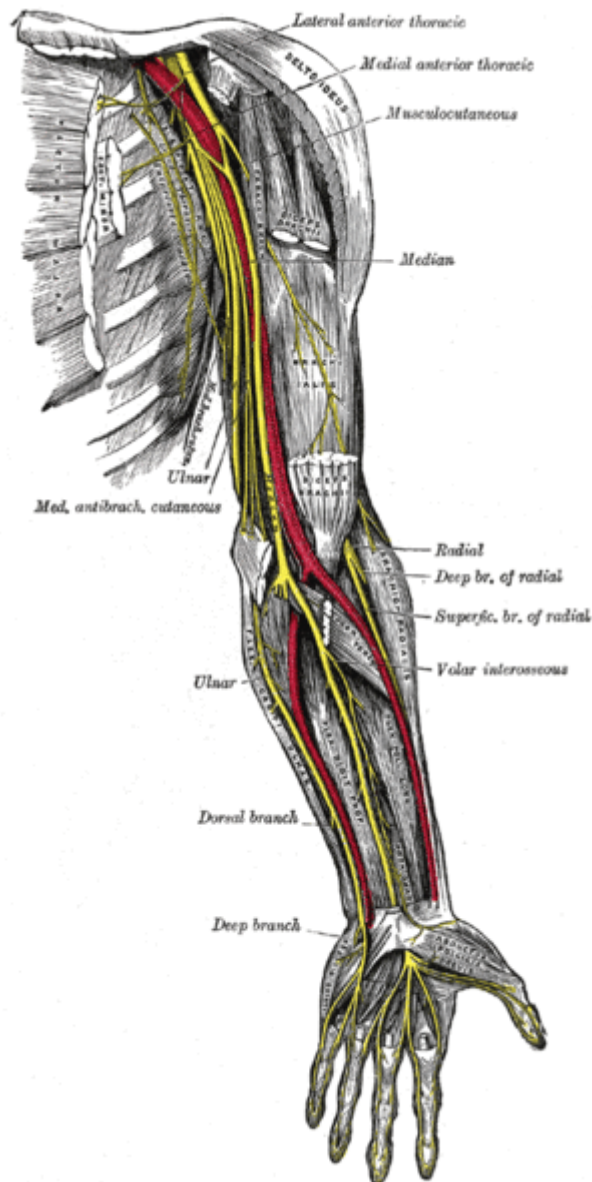


Figura 10.- Visión del recorrido de los nervios mediano, cubital y radial por la cara anterior de brazo y antebrazo.¹⁰⁴

Ramas: Durante su recorrido, se separan cinco ramas colaterales y, al final del mismo, se dividirá en seis ramas terminales.

Inervación: Las funciones de este nervio son tanto motoras (inervación de la principal musculatura pronadora de codo y flexora de muñeca y dedos) como sensitivas (inervación compartida con el cubital de la cara palmar de la mano y de la cara palmar y la cara dorsal de la última falange de los tres primeros dedos y parte del cuarto).

Relaciones y puntos de conflicto de importancia¹⁰⁵: Pronador redondo, túnel del carpo y zona interósea anterior.

5.- **Nervio cubital (*nervus ulnaris*) Recorrido:** El nervio cubital parte desde la axila hasta el extremo de los dedos. A nivel proximal parte acompañando de cerca al mediano hasta llegar a la articulación del codo, donde se coloca por detrás del canal epitrocleo-olecraniano. Desde ahí desciende por el antebrazo acompañando al músculo cubital anterior, pasando a hacer más superficial y externo al mismo hasta entrar en la zona palmar por el canal de Guyón, formado por el ligamento anular y los huesos gancho y pisiforme (figura 11)

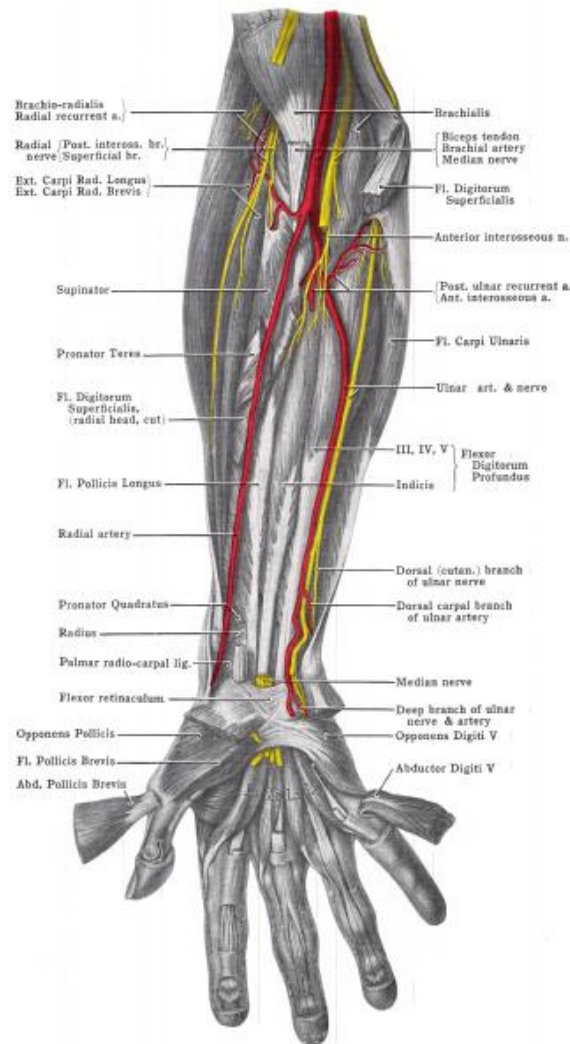


Figura 11. Recorrido de los nervios cubital y radial en la cara anterior del antebrazo ¹⁰⁶.

Ramas: Del nervio cubital derivan cuatro tipos de ramas colaterales (articulares, musculares, anastomóticas con el nervio braquial cutáneo interno y el nervio cutáneo dorsal de la mano). Además, se divide al llegar a la muñeca en dos ramas terminales: una rama superficial y una rama profunda.

Inervación: El nervio cubital provee inervación motora a varios músculos de la región del antebrazo (cubital anterior y parte del flexor profundo de los dedos), a los músculos de la eminencia hipotenar, a parte de los de la eminencia tenar (aductor y flexor corto del pulgar) y a los interóseos tanto dorsales como palmares.

Relaciones y puntos de conflicto de importancia¹⁰⁵: canal Cubital y canal de Guyón

6.- **Nervio radial** (*nervus radialis*) **Recorrido:** El nervio radial sale de la fosa axilar por detrás del nervio mediano, atraviesa y se dirige hacia afuera, hacia abajo y hacia atrás por el canal de torsión del húmero, situado en la cara posterior de este. Desciende por la fosa bicipital y poco después de la interlínea articular del codo, se divide en sus ramas terminales (figura 12).

Ramas: El nervio radial da lugar a ocho ramas colaterales y dos ramas terminales: una rama anterior o cutánea y una rama posterior o muscular.

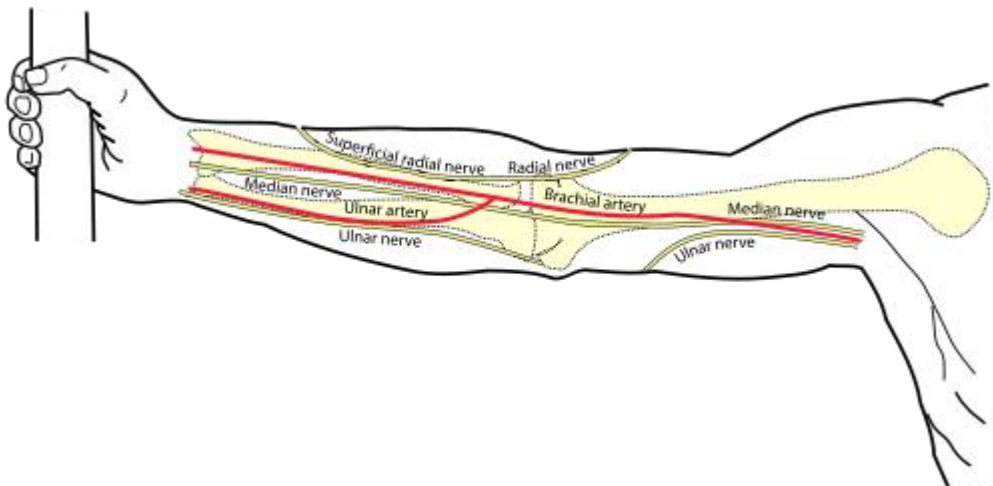


Figura 12. Esquema de recorrido de nervios y arterias de miembro superior.¹⁰⁷

Inervación: El nervio radial y sus ramas proveen inervación tanto sensitiva como motora. A nivel motor, se encarga de los músculos extensores de codo (tríceps y anconeo) así como de los supinadores (largo y corto), primer y segundo radial, cubital posterior y extensores tanto comunes como propios de los dedos.

Relaciones y puntos de conflicto de importancia¹⁰⁵: Supinador corto y zona interósea posterior.

2.4.6.3. Test neurodinámicos

Durante los últimos años, se ha producido un notable desarrollo del estudio de la tensión-comprensión de los tejidos nerviosos. Progresivamente, han ido surgiendo diferentes pruebas y test para cada estructura nerviosa periférica, tanto de miembro inferior como de miembro superior. Todos los test, que combinan diferentes secuencias de movimiento para evaluar los diferentes nervios, han sido recopilados y evaluados en varios libros ^{7,61,72}. Varios de ellos han sido estudiados en sujetos sanos ^{52,53} para entender los resultados habituales en caso de ausencia de patología y también, han sido estudiados en numerosas situaciones patológicas para tratar aprovechar al máximo su utilidad diagnóstica ^{56,108}.

Los diferentes test reciben y han recibido diferentes nombres con el paso del tiempo siendo los propuestos en el libro de Butler "*The sensitive nervous system*" ⁶¹ los más extendidos y, por tanto, los que aparecerán en el siguiente texto explicativo. Estos nombres incluyen siempre las siguientes siglas:

ULNT = Upper Limb Neurodynamic Test = Test Neurodinámico del Miembro Superior

Estas siglas vienen acompañadas de una cifra (1, 2 ó 3) que denota el tipo de movimiento sensibilizador que se realiza para llevar a cabo la prueba. Las correspondencias son las siguientes.

- 1.- Abducción de hombro.
- 2.- Depresión del muñón del hombro.
- 3.- Flexión de codo.

Los test neurodinámicos, en general, pueden utilizarse de forma activa por parte del paciente o de forma pasiva, con acompañamiento y realización de los movimientos por parte del terapeuta. La opción adecuada se escogerá dependiendo de la capacidad de movimiento del paciente y el objetivo del terapeuta, teniendo en cuenta que algunas de las posiciones son difíciles de alcanzar de manera activa (ver figura 13).



Figura 13. Fotografías de test neurodinámico de Miembro Inferior “Elevación de la Pierna Recta” realizado de forma activa (izquierda) y pasiva (derecha)

A continuación, se describe la forma de realizar los diferentes test neurodinámicos de los nervios mediano, radial y cubital de forma pasiva, además de aportar información sobre otras características e indicaciones de los mismos. Podrían, en cualquier caso, realizarse adaptaciones en los test que permitan reducir la incomodidad producida por los mismos; se podría, por ejemplo, no realizar un test de forma completa si ya evoca respuestas de forma parcial o añadir movimientos sensibilizadores, útiles ambos para ayudar a una correcta impresión diagnóstica.

2.4.6.3.1. Test neurodinámicos para el nervio mediano: Upper limb Neurodynamic test 1 and Upper limb Neurodynamic test 2

En el caso del nervio mediano se establecen dos maneras de realizar el test neurodinámico, uno con abducción de hombro con movimiento sensibilizante y otro con depresión del muñón del hombro (UINT1 y ULNT2a).

Test ULNT1 para Nervio Mediano

Fue descrito por Elvey en 1979⁶⁹ y conocido inicialmente como “test de tensión para el plexo braquial” moviliza tanto el nervio mediano como el resto de estructuras nerviosas del miembro superior, pero genera la mayoría de la sintomatología en la zona del nervio mediano, ya que está más dirigido al mismo.

Preparación para el test pasivo⁷: El paciente en decúbito supino con el cuerpo alineado al borde la camilla y sin almohada bajo la cabeza mientras que el terapeuta se posiciona

en bipedestación con una pierna adelantada y con la cadera próxima a la camilla, mirando hacia la cara del paciente (ver figura 14).



Figura 14. Realización pasiva del test ULNT1 para el nervio mediano.

Realización del test pasivo (ver posición final en figura 15): El test ULNT1 comprende la realización los siguientes movimientos en el orden descrito⁷²:

1. Abducción de hombro hasta 90°-110°, evitando la elevación del muñón del hombro.
2. Extensión de muñeca y dedos.
3. Supinación de antebrazo.
4. Rotación externa de hombro hasta un máximo de 90° si es posible.
5. Extensión de codo.

Diferenciación estructural: liberación de la extensión de muñeca (en caso de discomfort a nivel proximal), inclinación cervical contralateral-ipsilateral (en caso de discomfort a nivel distal).

Según los diferentes autores, este test puede ser realizado en diferente orden. Por ejemplo, en su libro “Neurodinámica Clínica”, Shacklock aboga por anticipar la rotación externa de hombro a la extensión de muñeca y dedos y la supinación de antebrazo⁷. El mismo Butler en el libro “The sensitive Nervous System” explica el Test ULNT1 inverso, en el que se comienza con extensión de muñeca y dedos, se continúa con supinación, extensión de codo y rotación externa de hombro y se finaliza con abducción de hombro⁶¹. Algunos movimientos sensibilizadores que podrían ser añadidos son: mayor extensión

de hombro, proyección escapular o test de elevación de la pierna recta para miembro inferior.

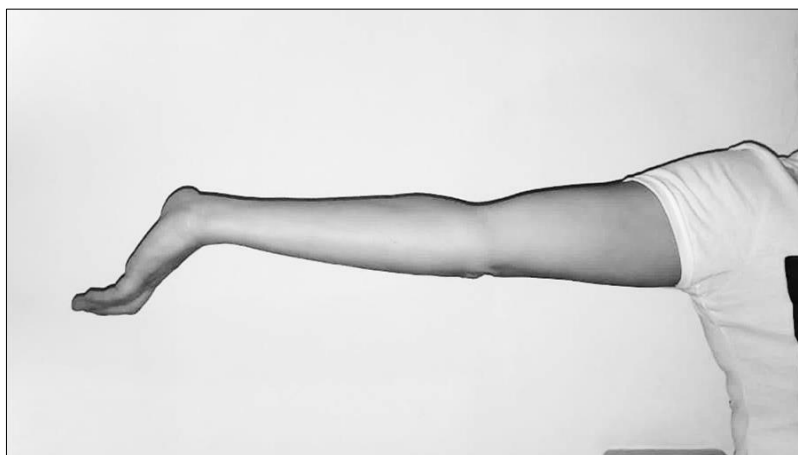


Figura 15. Realización del test ULNT1 de forma activa.

Respuestas normales al test pasivo. Al realizar este test en población sana se ha observado con mucha frecuencia (99% de los casos) la aparición de una sensación de estiramiento fuerte o molestia en la fosa cubital que se desplaza en dirección caudal por la zona radial del antebrazo y la mano. Además, en muchos casos se describe una sensación de hormigueo en los cuatro primeros dedos. Estas molestias se vieron evocadas por la inclinación cervical contralateral en un gran número de casos (entorno al 90 % de los sujetos evaluados) y decrecieron con la inclinación cervical ipsilateral con frecuencia (entorno al 74% de los casos)^{61,109}. También ha sido estudiado el rango de movimiento normal en que aparecen síntomas, que está, según Pullos entre 16.5° y 53.2° y según Coppietters entorno a los 47.2°^{110,111}.

Test ULNT2 para Nervio Mediano.

El test ULNT2 para Nervio Mediano (también conocido como test ULNT2a) tendrá como principal factor diferenciador del altamente conocido test ULNT1 la facilitación de una depresión escapular como primer movimiento y requisito del mismo.

Preparación del test pasivo⁷. El terapeuta se situará en bipedestación con la pierna más próxima a la camilla adelantada y mirando hacia los pies del paciente por detrás del miembro superior a evaluar. El muslo del terapeuta tocará el muñón del hombro con el fin de realizar una facilitación de la depresión escapular con posterioridad. El paciente se

encuentra en decúbito supino con el cuerpo alineado al borde la camilla y sin almohada bajo la cabeza.

Realización del test pasivo: El test ULNT2 para el Nervio Mediano comprende la realización los siguientes movimientos en el orden descrito⁷²:

1. Depresión escapular.
2. Extensión de codo máxima.
3. Rotación externa de hombro + supinación de antebrazo.
4. Extensión de muñeca y dedos.
5. Abducción de hombro.

Diferenciación estructural: Esta vendrá dada en su mayor medida por las modificaciones en la abducción de hombro o la depresión escapular.

Respuestas normales al test pasivo⁷: Las respuestas normales son muy parecidas a las que se encuentran en el test ULNT1, aunque estos se darán en rangos de movimiento diferentes como son la extensión de codo máxima y una abducción de hombro de menos de 50°.

2.4.6.3.2. Test neurodinámicos para el nervio radial: Upper limb Neurodynamic test 1 and Upper limb Neurodynamic test 2

El test neurodinámico del nervio radial, test ULNT2 para el radial o test ULNT2b se estructurará de forma similar al test ULNT2 para el nervio mediano. Sin embargo, la posición final del miembro superior será diferente.

Test ULNT2 para Nervio Radial.

Preparación del test pasivo⁷. El terapeuta se situará en bipedestación con la pierna más próxima a la camilla adelantada y mirando hacia caudal por detrás del miembro superior del paciente a evaluar. El muslo del terapeuta tocará el muñón del hombro con el fin de realizar una facilitación de la depresión escapular con posterioridad. El paciente se encuentra en decúbito supino con el cuerpo alineado al borde la camilla y sin almohada bajo la cabeza.

Realización del test pasivo: El test ULNT2 para el Nervio Radial comprende la realización los siguientes movimientos en el orden descrito⁷²:

1. Depresión escapular.
2. Extensión de codo máxima.
3. Rotación interna de hombro + pronación de antebrazo.
4. Flexión de muñeca con inclusión de pulgar y desviación cubital.

Diferenciación estructural: Esta vendrá dada en su mayor medida por las modificaciones en la depresión escapular.



Figura 16.-Realización del test ULNT2 de radial de forma activa.

Algunas variaciones interesantes son la adición de una protracción escapular o una abducción o extensión del hombro como movimientos sensibilizadores. De hecho, en sujetos sanos, se ha visto que una abducción de hombro de unos 40° es posible al final del test ¹¹². Además, el test también puede ser realizado en el otro sentido, comenzando con la flexión de muñeca máxima y finalizando con la depresión escapular ⁷².

Respuestas normales al test pasivo⁷: Al realizar este test la respuesta más frecuente obtenida fue un dolor de estiramiento fuerte en la zona radial del antebrazo (84 % de los sujetos sanos según el estudio de Yaxley y Jull ¹¹²) acompañada en ocasiones con molestias en la zona lateral del brazo, la cara dorsal de la mano y el pulgar.

2.4.6.3.3. Test neurodinámicos para el nervio cubital: Upper limb Neurodynamic test 3

El test neurodinámico del nervio radial o test ULNT3 para el cubital comenzará de forma similar al test ULNT1 para el nervio mediano, al menos en lo que se refiere a posición del terapeuta.

Test ULNT3 para Nervio Cubital o Ulnar.

Preparación del test pasivo⁷. El paciente se encuentra en decúbito supino con el cuerpo alineado al borde la camilla y sin almohada bajo la cabeza mientras que el terapeuta se posiciona en bipedestación con una pierna adelantada y con la cadera próxima a la camilla, mirando hacia la cara del paciente (ver figura 17). Con el miembro superior más cercano a la camilla, se controla la posición de la escápula para que no haya elevación del muñón del hombro.

Realización del test pasivo: El test ULNT3 para el Nervio Cubital comprende la realización los siguientes movimientos en el orden descrito partiendo de una flexión de codo de aproximadamente 90° con unos 90° de abducción de hombro^{61,72}:



Figura 17. Realización activa parcial del test ULNT3 para el nervio cubital.

1. Extensión de muñeca.
2. Pronación de antebrazo.
3. Flexión de codo.
4. Rotación externa de hombro.
5. Depresión escapular.

6. Abducción de hombro.

Diferenciación estructural: reducción de la depresión escapular.

Este test también puede ser realizado comenzando los movimientos desde las articulaciones más proximales con una depresión-abducción escapular y una rotación externa seguida de la flexión de hombro, la extensión de muñeca y dedos y la pronación de antebrazo.

Respuestas normales al test pasivo: Si bien se pueden producir síntomas en todo el miembro superior, los más frecuentes ocurren en el territorio del nervio cubital a nivel de muñeca y región hipotenar (82% de los pacientes según el estudio de Flanagan que comparten Butler y Shacklock^{7,61}). Se ha observado que, con una depresión escapular de unos 6 kg, el rango máximo de flexión de codo alcanzable se sitúa entre los 90 y los 120° aproximadamente.

2.4.7. Mecanosensibilidad en patologías neurológicas

La evaluación de la mecosensibilidad del nervio se realiza frecuentemente en patologías compresivas que afectan al SNP. En otras patologías neurológicas, se ha comenzado a realizar estudios en los que la neurodinámica se incluye con fines de evaluación o tratamiento; este es el caso de los pacientes con parálisis cerebral infantil (PCI)¹¹³⁻¹¹⁵ y, como se detallará en profundidad, en daño cerebral adquirido^{14,116}.

La existencia de poca e incipiente investigación que relacione las técnicas neurodinámicas y las patologías neurológicas no significa que no se hayan desarrollado otros protocolos para verificar la presencia de afectación en el nervio periférico tras lesión del SNC. De hecho, hay numerosos estudios que incluyen en su evaluación variables como la velocidad de conducción nerviosa, la actividad electromiográfica o la imagen ecográfica del nervio periférico en diversas patologías neurológicas, como el DCA¹¹⁷ o la PCI¹¹⁸.

4.4.7.1. Evaluación del nervio periférico en pacientes con DCA

El nivel de afectación del nervio periférico tras DCA ha sido estudiado desde hace años, con registros de estudios cadavéricos e incluso biopsias *in vivo*. Concretamente, en 1984, se realizó un estudio en el que se biopsió ambos nervios surales en pacientes post-ictus, percibiéndose una desmielinización mayor en el miembro inferior afectado¹¹⁹.

En la valoración clínica, el 34 % de los pacientes del estudio realizado por Stone et al en el año 1988 (17 de 50) mostró sintomatología de lesión del nervio periférico además de su diagnóstico principal de ingreso al centro rehabilitador: traumatismo cráneo-encefálico ¹¹⁷. Esta realidad fue observada en la evaluación mediante estudios de conducción y electromiografía, aunque sin ningún tipo de sintomatología percibida por el paciente que indicase al personal médico la necesidad de realizar este tipo de pruebas, hecho que pudo darse, en parte, por la clínica cognitiva presente en los pacientes. Por orden, lo más frecuente fue la aparición de patología en el nervio cubital, en el plexo braquial y en el nervio peroneo. Los mecanismos neuropáticos más comunes fueron tracción y compresión. Así mismo, se han realizado otros estudios que muestran la presencia de afectaciones como lesión del nervio axilar, síndrome del túnel carpiano ¹²⁰ o, en el caso de población pediátrica, lesiones en los nervios tibial, peroneo o ciático¹²¹ .

En varios estudios, como el de İsaç¹²², realizado en 2019, el de Picelli¹²³ (2017) o el de Uğurlu¹²⁴ (2015), se llevaron a cabo pruebas de conducción y ecográficas en varios nervios (ciático, tibial, cubital y mediano) en pacientes con hemiparesia post-ictus. Los resultados arrojan cambios electrofisiológicos y morfológicos en los nervios periféricos del hemicuerpo parético en comparación con el hemicuerpo no parético. Odabas et al ¹²⁵ detectaron una alteración de la conducción nerviosa compatible con STC en el 35% de los miembros superiores hemiparéticos de una muestra post-ictus y síndrome del túnel cubital en el 15%.

Esta afectación puede ocurrir en ambos miembros superiores, como se ha verificado que ocurre desde el primer mes de la lesión ¹²⁶. Se percibe en la activación muscular voluntaria¹²⁷ en la conducción nerviosa ¹²⁸ y en la medición del área transversal con medios ecográficos¹²⁹ , lo que permite hacer diagnósticos de síndromes del túnel carpiano o cubital tanto en el miembro superior afecto como en el no afecto¹³⁰⁻¹³³.

2.4.7.2. Test neurodinámicos y DCA

En el tratamiento de las secuelas físicas tras un ictus, son numerosas las estrategias o abordajes utilizados por los profesionales ⁴⁵. Uno ellos en la actualidad es el uso del tratamiento de movilización neural o neurodinámico ⁶⁵. Este abordaje, que incluye la realización previa de un “test neurodinámico” para la percepción de la mecanosensibilidad en el nervio periférico escogido y ha sido estudiado en patologías

traumáticas como el síndrome del túnel del carpo ⁸⁻¹¹ o las cervicalgias ^{12,134}, no presenta sin embargo evidencia clara para su aplicación en patologías a nivel de SNC.

No existe suficiente evidencia para respaldar la aplicación de técnicas neurodinámicas a pacientes con DCA. Sin embargo, de un tiempo a esta parte, su uso se ha convertido en frecuente entre los terapeutas de buena parte del mundo, como permite ver la realización durante el año 2016 de una revisión sistemática con las características descritas en la figura 18 ¹³⁵.

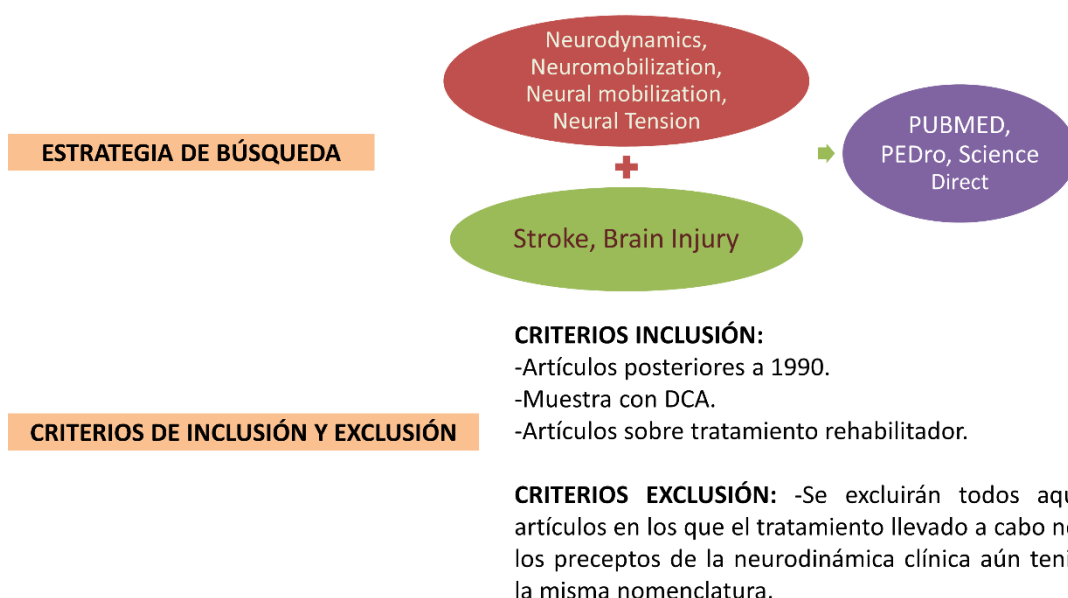


Figura 18.-Revisión sistemática sobre Neurodinámica en Daño Cerebral.

El diseño de los estudios de investigación realizados hasta la actualidad en pacientes con DCA ha llevado en muchos casos a buscar una merma en el grado de hipertensión o espasticidad del músculo ^{13,15,16,136} y en otros, a buscar una mejora de la sensibilidad propioceptiva ¹⁷ o de la sensibilidad discriminativa superficial ¹⁸.

Los resultados obtenidos han sido variados habiéndose observado una mejoría en la espasticidad en varios estudios como el de Villafañe et al ¹³, quienes emplearon en un caso clínico técnicas de deslizamiento neurodinámico de radial y mediano para tratar a un sujeto con espasticidad en flexores de codo. Lo combinaron con la aplicación de toxina botulínica, viéndose una mejora que se mantenía 3 meses después del final del tratamiento neurodinámico y la última infiltración con toxina botulínica. También

Castilho et al ¹³⁶ midieron con electromiografía (EMG) la actividad muscular de los bíceps braquiales espásticos del miembro superior hemiparético de 6 pacientes con un grado leve-moderado de hipertonia antes y después de recibir tratamiento neurodinámico para el mediano el miembro contralateral. Se observó una disminución de actividad en bíceps en flexión de codo y extensión no forzada tras el tratamiento. Del mismo modo, Godoi et al ¹⁶ comprobaron un descenso en la actividad electromiográfica del bíceps braquial con hipertonia leve tras el tratamiento con movilización del nervio mediano. Sin embargo, ningún tipo de diferencia significativa fue hallada según el tratamiento en el estudio diseñado por Lorentzen et al ¹⁵ comparando tratamiento neurodinámico en espasticidad de flexores de rodilla con movilización pasiva.

En cuanto a la mejoría sensitiva, Wolny et al ¹⁷ dividieron su muestra en 3 grupos que aplicaron: i) terapia convencional; ii) facilitación neuromuscular; iii) facilitación neuromuscular y tratamiento neurodinámico. Su objetivo era lograr una mejoría en la sensibilidad propioceptiva, siendo el grupo iii el que más avances mostró cuando se compara la cantidad de mejora entre grupos y nuevamente dicho autor llevó a cabo un estudio con 64 pacientes post-ictus ¹⁸ para comprobar si la adición de este tipo de tratamiento en el grupo experimental generaba mejoras en la sensibilidad discriminativa superficial del miembro superior parético. Dicho estudio demuestra una mejora significativamente mayor del grupo que recibió tratamiento neurodinámico asociado.

Además de los estudios relacionados en la revisión de 2016, durante el año 2018 Kang et al ¹³⁷ objetivaron un aumento de la actividad cerebral en las áreas motoras de C3 y C4 en encefalograma tras la realización tanto de una movilización neurodinámica como de una movilización neurodinámica dinámica del nervio radial, siendo ligeramente mayor en el tipo de abordaje.

Estos ensayos son la única fuente de información del tratamiento neurodinámico en daño cerebral. No aportan información real sobre los resultados de los test neurodinámicos de todos los pacientes participantes sino que usan como variables de resultado otros test como valoración de rango articular máximo, EMG, test de sensibilidad o funcionales. Sin duda, esto se debe a las dificultades para evaluar la mecanosensibilidad del tejido nervioso de un paciente con lesión central que suele aunar síntomas como la falta de

movilidad, la pérdida de sensibilidad o el aumento de tono y que puede llevar a una difícil descripción de la patología presente.

Si además unimos a este la falta de sintomatología exclusivamente periférica y común a todos nuestros pacientes como dolor en una zona u hormigueo periférico previo, que ayuda a la consideración de una prueba neurodinámica del nervio positiva, la valoración de dicha mecanosensibilidad se ve claramente dificultada. Es por ello, que debemos revisar de nuevo el modelo de evaluación neurodinámica para adaptar las pruebas ya existentes a la población y la patología presente en dicho tipo de pacientes.

Esta re-evaluación ya fue considerada en la tesis de Carlos Rodríguez (2017), donde se valora por primera vez el test ULNT1, y se encuentran, en comparación con sujetos sanos, diferencias ecográficas en el nivel de deslizamiento del nervio mediano para ambos miembros superiores, tanto el parético como el no parético, en una muestra de pacientes post-ictus⁸⁶.

Durante el año 2019, **fue publicado un estudio piloto**, que se describe posteriormente, con los resultados de la evaluación de la prueba ULNT1 para el nervio mediano en población con daño cerebral, siendo descrita en el mismo una clara diferencia de rangos máximos en la comparación bilateral que queda reflejada en la Tabla 2¹¹⁶.

Tabla 2.- Resultado de la comparación de rangos de movimiento bilateral en prueba ULNT1¹¹⁶

	V	P-valor
ROM máx. ULNT1 no parético ROM máx. ULNT1 parético	169	0,017**
MS parético dominante MS no parético dominante	90	0,727

3

Hipótesis y objetivos

3 Hipótesis y Objetivos

Las **hipótesis** de trabajo fueron tres:

- 1ª.- El daño cerebral ocasiona secundariamente un aumento de la mecanosensibilidad en el tejido nervioso del miembro superior.
- 2ª.- A mayor tiempo transcurrido tras el DCA mayor mecanosensibilidad de dicho tejido.
- 3ª.- A mayor mecanosensibilidad del tejido neural del miembro superior afecto, peores condiciones de dicho miembro: mayor espasticidad, peor sensibilidad, peor puntuación en escalas de funcionalidad del MS, más dificultades para realizar las Actividades de la Vida Diaria (AVDs) y peor calidad de vida.

Objetivo principal

Evaluar la mecanosensibilidad del tejido nervioso del miembro superior hemiparético de pacientes con DCA: verificando si se producen síntomas a la realización de los test neurodinámicos, analizando si la diferenciación estructural es positiva y comparando los rangos articulares con el miembro sano y los rangos normales en la población.

Objetivos secundarios

- 1.- Comprobar si esta sintomatología se modifica según el tiempo de evolución de la patología.
- 2.- Estudiar la asociación de las condiciones físicas del miembro, la independencia funcional y la calidad de vida con los resultados obtenidos en las pruebas neurodinámicas.
- 3.- Verificar si existe relación entre esta sintomatología y otras características del paciente tales como: variables sociodemográficas, sintomatología asociada a la lesión u otras patologías presentes.

4

Material y métodos

4 Material y métodos

4.1. Diseño

Para la verificación de las hipótesis descritas, se propone la realización de un estudio científico, observacional, descriptivo y transversal.

4.2. Ámbito y sujetos de estudio

Pacientes atendidos por el Servicio de Salud del Principado de Asturias (SESPA) que hayan sufrido un DCA (ictus, TCE, encefalitis, tumor, etc...). Serán susceptibles de acceder al estudio pacientes mayores de 18 años con cualquier grado de evolución.

Criterios de inclusión.

- Aparición de una hemiparesia o paresia de MS tras el DCA.

Criterios de exclusión.

- Mostrar una espasticidad de carácter moderado o intenso (puntuación mayor o igual a 2 en la escala modificada de Ashworth: incremento del tono moderado, con resistencia a la movilización en todo el rango articular).
- Mostrar graves déficits de sensibilidad en el MS afecto (se utilizará una pequeña prueba sensitiva de ambos miembros superiores para realizar esta diferenciación).
- Padecer alguna otra enfermedad que involucre a los miembros superiores (ya sea neurológica, reumática o traumática).
- Padecer problemas cognitivos y/ o de comunicación que alteren la libre realización de las pruebas.

4.3. Tamaño muestral y muestreo

El tamaño muestral se realizó estimando que el porcentaje de pacientes con alteración de la mecanosensibilidad en el MS afecto (puntuación > 0 en el *outcome* principal) fuera del 50% (peor de los supuestos $p=q=0,5$). Para una precisión del 10% y un nivel de confianza de 95 % serían necesarios 97 pacientes con reposición de pérdidas.

El muestreo será no probabilístico. La muestra estará formada por sujetos voluntarios.

4.4. Procedimiento

1.- Prospección de pacientes interesados en participación voluntaria. Se basará en contacto con entidades y profesionales sanitarios colaboradores.

2.- Una vez llevado a cabo el primer contacto se realizarán una o dos reuniones de evaluación con el paciente (una si no cumple criterios, dos si los cumple). En estas reuniones se realizará la evaluación fisioterápica.

3.- Organización y análisis de datos. Se organizarán todos los datos individuales para estudiar estadísticamente los resultados.

4.5. Recogida de datos

Variables e Instrumentos de Evaluación

Medidas de evaluación principales

Las variables principales obtenidas en este estudio estarán basadas en los test neurodinámicos ULNT1 para mediano, ULNT2b para radial y ULNT3 para cubital. Basándonos en estos test obtendremos la siguiente información para cada uno de los test neurodinámicos en el miembro superior afecto:

- Resultado de la diferenciación estructural, que puede ser positiva o negativa, por lo que cada una de las variables se define como cualitativa dicotómica.
- Rango máximo de movimiento (ROM máx) en el último paso de la secuencia del test. Este rango es designado por el dolor máximo tolerable por el paciente o la localización de un tope o resistencia firme al movimiento. Para su medida, se utilizará un goniómetro convencional. En el caso del test del mediano, se toma una medida de extensión de codo (tomando como referencia la flexión máxima) y para los test de radial y cubital, la abducción de hombro⁵¹. Este tipo de variables son cuantitativas continuas.

Además, se tomará una nueva variable cuantitativa derivada del cálculo de la diferencia entre los rangos máximos para cada miembro superior (rango máximo del MS sano – rango máximo del MS afecto) que será llamada diferencia de rangos. Esta variable cuantitativa continua será, de nuevo, obtenida para cada uno de los tres test neurodinámicos.

Medidas de evaluación secundarias

Además de dicha variable principal se evaluarán otras variables secundarias:

- Datos socio-demográficos del paciente y características del DCA. Se realizará una entrevista inicial donde se obtendrán los datos requeridos (formulario de entrevista propio, ver anexos).
- Dolor de miembro parético: Escala Analógica Visual de Dolor graduada numéricamente (EVA). Esta escala permite evaluar de manera subjetiva el dolor, clasificándolo en intensidad entre 0-no dolor y 10-dolor máximo¹³⁸.
- Hipertonía de la musculatura del Miembro Superior parético: Escala de hipertonía de Ashworth modificada¹³⁹. Esta escala permite medir el grado de hipertonía (aumento de tono) en los diferentes grupos musculares. Puntúa en un rango de 0 a 4 de la siguiente manera:
 - 0- Tono muscular normal
 - 1- Hipertonía leve.
 - 1+- Aumento ligero del tono muscular, manifestado por captura, seguido de resistencia mínima
 - 2- Hipertonía moderada.
 - 3- Hipertonía intensa.
 - 4- Hipertonía extrema.
- Capacidad sensitiva del Miembro Superior parético: Escala de Nottingham de sensibilidad revisada (rNSA)¹⁴⁰. Esta escala evalúa la capacidad del paciente de percibir estímulos en las diferentes zonas corporales (cara, tronco, hombro, codo, muñeca, mano, cadera, rodilla, tobillo y pie) usando tres subescalas: sensibilidad táctil, propiocepción y estereognosis. Las puntuaciones de los ítems de la primera subescala (tacto ligero, presión, pinchazo, temperatura, localización táctil y toque simultáneo) son recogidas de la siguiente manera: 0-ausente, 1-alterado, 2-normal. Las puntuaciones de la segunda subescala (propiocepción) van de 0-ausente a 3-normal según la capacidad para percibir y repetir movimientos articulares realizados por el evaluador y, en el caso de la estereognosis, el reconocimiento de los distintos

objetos se puntúa de 0- asterognosis a 2-esterognosis normal. Para este estudio, tan solo se utilizará esta escala en hombro, codo, muñeca y mano.

- Capacidad funcional de Miembro Superior Afecto según la escala Action Research Armtest (ARAT). Evalúa la capacidad del paciente para manejar objetos que difieren en tamaño, peso y forma. Puede, por tanto, ser considerada una medida específica de limitación activa de Miembro Superior ¹⁴¹. Está formada por 19 ítems divididos en cuatro secciones: prensión palmar, presa digito-palmar, pinza digital y movimiento grueso (de todo el MS). Los ítems pueden ser puntuados entre 0 y 3 según la capacidad para llevar a cabo el test (0-no puede realizar, 1-realiza parcialmente, 2-realiza con mucha dificultad o empleando mucho tiempo y 3-realiza normalmente), por lo que la puntuación máxima es de 57 puntos ¹⁴².

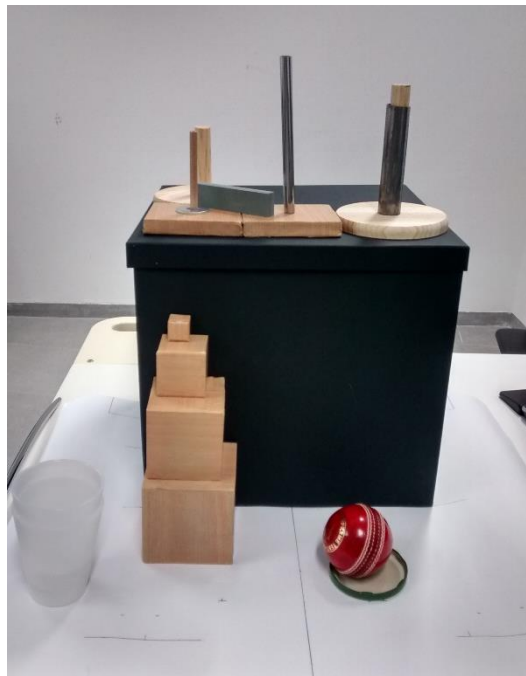


Figura 19. Equipamiento del test ARAT.

- Capacidad para la realización de las Actividades de la Vida Diaria (AVDs): Índice de Barthel modificado (IB). El IB es una medida genérica que valora el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas actividades básicas de la vida diaria (AVD). Mediante esta escala se asignan diferentes puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto

examinado para llevar a cabo diez actividades de la vida diaria. Las puntuaciones pueden ir desde -2 hasta 15 dependiendo de la capacidad para realizar la actividad de manera independiente del paciente (las puntuaciones suben en relación inversa a la ayuda necesaria) ¹⁴³.

- Auto-percepción de calidad de vida: World Health Organization Quality of life-BREF instrument (WHOQOL-BREF). Herramienta de evaluación de calidad de vida cuyo diseño fue realizado por más de 15 centros a nivel mundial con el amparo de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Existen dos test: WHOQOL-100, con 100 cuestiones y WHOQOL-BREF, una versión reducida de solo 26 preguntas clasificadas en 4 apartados (capacidad física, bienestar psicológico, relaciones sociales y entorno) y puntuadas por el propio paciente de 0 a 5 (17). Está indicado para afecciones de diversos tipos.

Evaluación de participantes

Reunión inicial con el participante.

Se explicará el modo de realización del estudio, el paciente firmará el consentimiento de participación y se realizarán las pruebas necesarias para verificar que cumple los criterios de inclusión y exclusión: ver cuadernillo de evaluación 1 (ver anexos). Si el paciente cumple los criterios, se hará entrega del test WHOQOL de calidad de vida y será citado para una segunda reunión.

Evaluación fisioterápica y recogida final de resultados.

Se tomarán los datos que sean considerados necesarios sobre el paciente en una fase de entrevista y, posteriormente, se realizará la evaluación fisioterápica pertinente. Esta evaluación será siempre realizada por la misma fisioterapeuta: ver cuadernillo de evaluación 2 (anexos).

Análisis estadístico

Análisis descriptivo o univariante

Se expresarán en medidas de frecuencia y porcentaje en el caso de las variables cualitativas y de media y desviación estándar (DE), así como mínimos y máximos en el

caso de las variables cuantitativas. En caso de desviaciones elevadas se utilizarán la mediana y el rango intercuartílico.

Análisis bivariante

Se comprobarán las relaciones entre las diferentes variables usando un cálculo de intervalos de confianza al 95 %, de la siguiente manera:

- Comparación de medias (caso de evaluaciones de rangos máximos bilaterales): t de Student para muestras pareadas.
- Contraste de independencia entre variables cualitativas mediante chi-cuadrado de Pearson.
- Contraste de relación entre una variable cualitativa dicotómica (positividad del test) y una cuantitativa (variables físico-funcionales): t de Student para muestras independientes.
- Contraste de relación entre variables cuantitativas mediante test de correlación de Pearson.

Análisis multivariante.

Por medio de una regresión logística o un análisis discriminante se estudiará la relación entre la variable principal y las demás variables relacionadas tales como datos socio-demográficos o relacionados con la historia de la enfermedad.

4.6. Consideraciones éticas

Los investigadores se comprometen a respetar todos los aspectos establecidos en la legislación vigente sobre investigación clínica (Declaración de Helsinki para la Investigación Médica con Sujetos Humanos -WMA, 2004-, Ley Orgánica 15/99 de Protección de Datos de Carácter Personal y Ley 41/2002 de Autonomía del Paciente).

El proyecto del estudio se ha sometido para su aprobación al Comité Ético de Investigación Clínica Regional del Principado de Asturias.

Se ofrecerá un consentimiento informado detallado a todos los participantes del estudio de acuerdo a la declaración de Helsinki, previo a su inclusión en el mismo.

4.7. Plan de trabajo

Preparación del estudio.

Solicitud de aprobación al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Principado de Asturias y elaboración de materiales.

Reclutamiento/ captación de voluntarios.

Comenzará al obtener la aprobación para el estudio y permanecerá abierta hasta que se obtenga el número necesario de pacientes voluntarios (97).

Contacto y Evaluación de pacientes.

Comenzará tras el reclutamiento del primer paciente y finalizará con la valoración del último. Es en este momento cuando se firmará el consentimiento informado, se evaluará la inclusión en el estudio y se realizará la evaluación fisioterápica.

Análisis de resultados

Se establecerán dos análisis:

- Análisis de resultados de muestra piloto: incluirá los datos de los pacientes reclutados durante los 6 primeros meses.
- Análisis de la muestra total: incluirá los datos obtenidos con el tamaño muestral especificado.

5

Resultados

5 Resultados

El número total de pacientes en tratamiento en la Unidad de Daño Cerebral del Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA) que cumplió los criterios de inclusión durante el tiempo de reclutamiento fue de 138, como puede observarse en la figura 20. Del total de pacientes incluidos, 66 cumplían alguno de los criterios de exclusión mencionados anteriormente: espasticidad moderada-alta (10), graves problemas de sensibilidad (4), presencia de otras patologías de miembro superior (28) y problemas cognitivos o de comunicación (24).

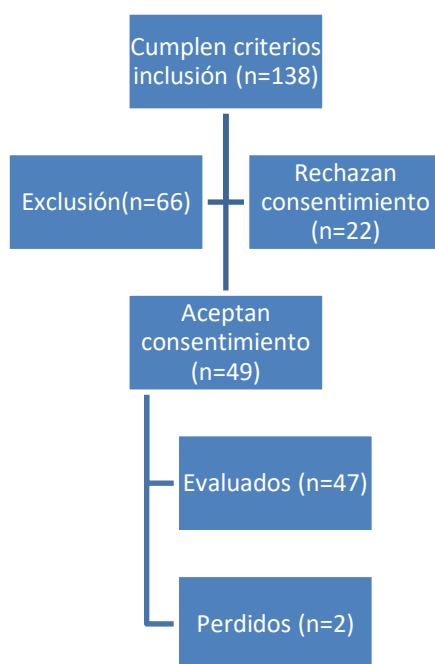


Figura 20. Diagrama de flujo de pacientes en el estudio.

De los 71 restantes, 22 rechazaron el consentimiento y se recibió el consentimiento firmado de otros 49. Dos de los pacientes se consideran perdidos al no haberse podido completar la evaluación después de la prestación de consentimiento.

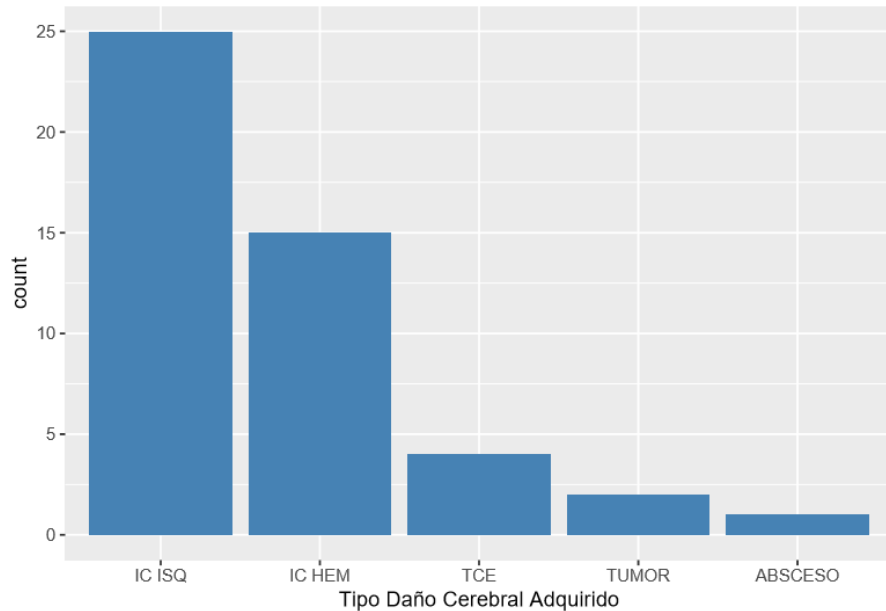


Figura 21. Descripción de la muestra según etiología del DCA.

La muestra evaluada en este estudio está formada por 27 hombres y 20 mujeres con una media de 57 años de edad, de los cuales, 15 permanecían en régimen de hospitalización y 32 acudían al Servicio de Rehabilitación de forma ambulatoria (ver tabla 4). Dentro de las patologías, la más frecuente en la muestra era el ictus isquémico (53,19 % de la muestra), junto con el ictus hemorrágico (31.91 %), como se puede ver en la figura 21. El tiempo medio de evolución del DCA al momento de la evaluación fue de 104 días. De los pacientes evaluados, 10 estaban diagnosticados de diabetes y 32 de hipertensión arterial.

Tabla 3.-Descripción de la muestra: factores socio-demográficos y relacionados con la enfermedad (n = 47)

		Media/ Frecuencias	DE	Mín.	Máx.	Mediana	Rango interc.
Sexo	Hombre	27	-	-	-	-	-
	Mujer	20	-	-	-	-	-
Edad		57,66	12,99	29	84	61	15
DCA	Ictus Hemorrágico	15	-	-	-	-	-
	Ictus Isquémico	25	-	-	-	-	-
	TCE	4	-	-	-	-	-
	Tumor	2	-	-	-	-	-
	Absceso	1	-	-	-	-	-
Evolución DCA (días)		104,15	70,61	23	326	91	87,5
Régimen	Hospitalizados	15	-	-	-	-	-
	Ambulatorios	32	-	-	-	-	-

En cuanto a lateralidad de la hemiparesia o paresia de miembro superior, en 27 de los casos fue derecha y en 20 izquierda. En 27 de los casos, el miembro superior hemiparético es, además, el miembro superior dominante.

5.1. Evaluación neurodinámica

Después de completar la valoración neurodinámica, se obtuvieron como variables principales: diferenciación estructural o STD (ver tabla 5) del miembro parético (+/-), rango de movimiento máximo final en los test del miembro superior afecto, rango de movimiento máximo final en los test del miembro superior no afecto y diferencia entre ambos ROM.

Tabla 4.-Evaluación neurodinámica de la muestra- respuesta a diferenciación estructural.

		Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
STD ULNT1 Mediano Parético (n=40)	+	26	65
	-	14	35
STD ULNT2b Radial Parético (n=46)	+	27	58,7
	-	19	41,3
STD ULNT3 Cubital Parético (n=40)	+	26	65
	-	14	35

5.1.1. Nervio mediano – Test ULNT1

El test del nervio mediano no pudo ser completado en 7 de los pacientes debido a la aparición de dolor extremo o algún tipo de restricción severa al movimiento antes de completar la secuencia completa.

La mayoría de los pacientes en los que se pudo llevar a cabo la medición (32/40) refirió sentir tensión en la realización del test ULNT1 en su miembro superior hemiparético; en dos de los casos, la tensión se acompañó de un hormigueo; en uno de ellos el dolor acompañó a la tensión y en otro de ellos una sensación de cambio de temperatura fue percibida por el paciente.

La diferenciación estructural fue encontrada positiva en 26 de los pacientes evaluados (55,3 %), la media del rango máximo en el miembro superior parético fue de 155.15° (DE= 16,70°) mientras que en el miembro no afectado fue de 160° (DE= 12,83°). La media de las diferencias alcanzó 7,22° (DE= 14,71 °), como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 5.-Evaluación Neurodinámica-ROM máx y diferencia de ROMs para el nervio mediano (ULNT1)

	Mín.	Máx.	Media	DE	Mediana	Rango interc.
ROM máx ULNT1 no parético	120	180	160	12,83	160	15
ROM máx ULNT1 parético	105	180	155,15	16,70	160	15
Diferencia entre ROMs máximos ULNT1	-40	50	7.22	14,71	5	11,25

5.1.2. Nervio radial – Test ULNT2b

El test ULNT2b para el nervio radial fue realizado en 46 de los 47 participantes en el estudio, la única participante en la que no se pudo completar la evaluación, mostraba gran dolor al comienzo de la secuencia de movilización, por lo que ni este ni ninguno de los otros dos test pudieron ser finalizados.

Para el resto de los participantes, el síntoma más frecuente durante la realización del test ULNT2b fue la sensación de tensión, presente en 35 de los 46 pacientes, incluso de forma bilateral (33/46). En uno de los pacientes, la movilización en el test producía un espasmo muscular en ambos MMSS (miembros superiores), siendo este acompañado por hormigueo en el caso del MS hemiparético. En seis de los pacientes la sensación de tensión llegó a ser sustituida por sensación de dolor agudo y, en otros dos pacientes, la sensación de tensión se vio acompañada de un hormigueo.

La diferenciación estructural fue encontrada positiva en 27 de los pacientes evaluados (57,4 %), la media del rango máximo en el miembro superior parético fue de 65,52° (DE= 16,81°) mientras que en el miembro no afectado fue de 70,96° (DE= 13,83°). La media de las diferencias alcanzó 5,73° (DE=13,17 °), como puede observarse en la tabla 7.

Tabla 6.- Evaluación neurodinámica-ROM máx y diferencia de ROMs para el nervio radial (ULNT2b)

	Mín.	Máx.	Media	DE	Mediana	Rango interc.
ROM máx ULNT2b no parético	40	103	70,96	13,83	70	13
ROM máx ULNT2b parético	30	100	65,52	16,81	67	21,5
Diferencia entre ROMs máximos ULNT2b	-25	40	5,73	13,17	5	14

5.1.3. Nervio cubital – Test ULNT3

La evaluación neurodinámica del nervio cubital mediante el test ULNT3 fue realizada con éxito en 40 de los 47 participantes en este estudio.

La realización de este test condujo, al igual que sucediera con los test ULNT1 y ULNT2b para mediano y radial, a una sensación general de tensión (28/40), sustituida en dos ocasiones por hormigueo y en otras dos por dolor. Además, en otros dos casos la tensión se acompañaba de dolor y en otro caso de hormigueo. Llama la atención un caso en el que el paciente, con sensibilidad preservada según el test de Nottingham, llega a un límite de movimiento con final firme sin haber llegado a sufrir ninguno de los síntomas frecuentes en el resto de los casos.

La diferenciación estructural fue encontrada positiva en 26 de los pacientes evaluados (55,3 %), la media del rango máximo en el miembro superior parético fue de 92,95° (DE= 29,52°) mientras que en el miembro no afectado fue de 104,40° (DE= 27,35°). La media de las diferencias alcanzó 12,71° (DE= 21,55 °), como puede observarse en la tabla 8.

Tabla 7.- Evaluación neurodinámica-ROM máx y diferencia de ROMs para el nervio cubital (ULNT3)

	Mín.	Máx.	Media	DE	Mediana	Rango interc.
ROM máx ULNT3 no parético	30	140	104,4	27,35	112	20
ROM máx ULNT3 parético	30	142	92,95	29,52	100	46
Diferencia entre ROMs máximos ULNT3	-20	70	12,71	21,55	5	25

5.1.4. Comparación entre los rangos máximos de ambos miembros superiores

Los resultados de la medición de los rangos de movimiento máximos en cada uno de los test neurodinámicos para cada uno de los miembros superiores, fueron comparados mediante una t de Student para muestras apareadas, a un nivel de confianza del 95%. En la tabla 9 se muestran los resultados de las comparaciones acompañados del correspondiente intervalo de confianza (IC).

Tabla 8. Comparación de medias entre los rangos máximos obtenidos en los diferentes test neurodinámicos (*t Student muestras pareadas. Nivel de confianza 95 %)

Nombre de las variables	Diferencia de medias	IC 95 % diferencia
ROM máx ULNT1 sano. ROM máx ULNT1 afecto.	6,98	2,23 a 11,72
ROM máx ULNT2b sano. ROM máx ULNT2b afecto.	5,84	1,85 a 9,84
ROM máx ULNT3 sano. ROM máx ULNT3 afecto.	10,54	3,34 a 17,73

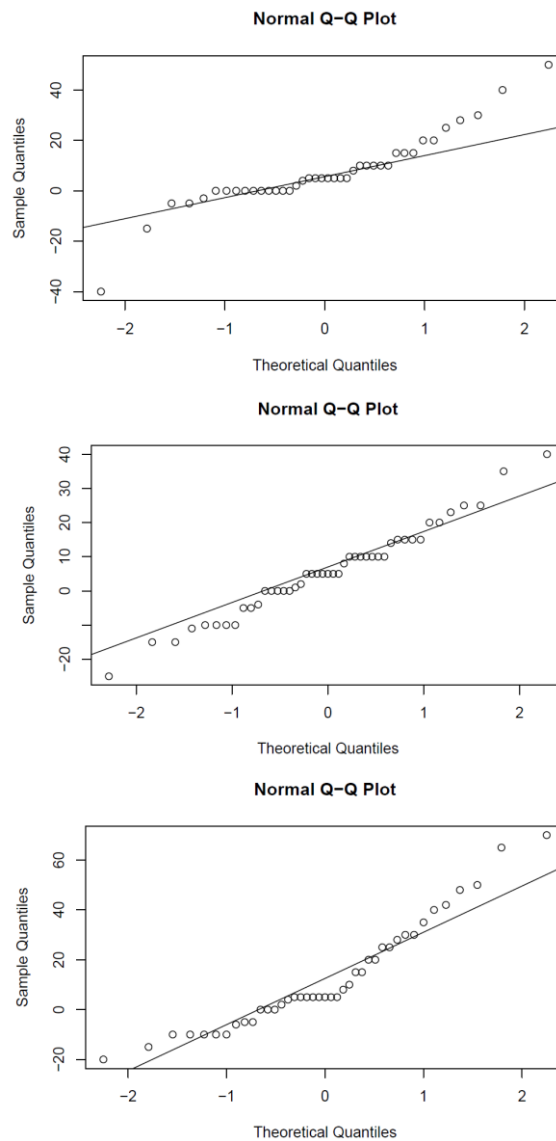


Figura 22. Gráficos “Q-Q normal” de la diferencia de rangos articulares máximos en los test de los siguientes nervios (de arriba a abajo): mediano, radial y cubital. Cálculo utilizado: ROM máx MS sano- ROM máx MS afecto.

Además, una nueva variable con la diferencia entre los ROM máx de ambos MMSS fue obtenida para la realización de posteriores análisis. La distribución de la diferencia de ROM máx para cada uno de los test neurodinámicos aparece descrita en los gráficos cuantil-cuantil o “Q-Q normal” contenidos en la figura 22.

5.1.5. Valoración físico-funcional

Una extensa valoración fue realizada para definir el estado funcional de los pacientes. En la tabla 10 se detallan los parámetros de las diferentes medidas secundarias: la escala de Ashworth para hipertonía, la escala EVA para el dolor del MS, la evaluación de sensibilidad según Nottingham, la función del miembro superior según ARAT y el índice de actividad de Barthel.

Tabla 9.- Evaluación físico-funcional (hipertonía, dolor, sensibilidad, función de MS e independencia funcional).

	Media (N=47)	DE	Mín.	Máx.	Mediana	Rango interc.
Hipertonía (Ashworth)	0,43	0,64	0	1,5	0	1
Dolor de MS (EVA)	2,02	2,70	0	9	0	3,50
Ev sensitiva (Nottingham /82)	71,17	12,69	16	80	77	12,50
Función de MS (ARAT /57)	37,19	22,84	0	57	50	42,50
Índice de Actividad de Barthel (/100)	78,28	22,82	24	100	83	37

En la descripción de la muestra son remarcables los resultados de la evaluación sensitiva de Nottingham y el test funcional ARAT. En la figura 23 se aprecia la poca dispersión de la muestra en el gráfico de caja según la rNSA debido a que una sensibilidad muy reducida en la evaluación pre-estudio se consideró como criterio para la exclusión de los pacientes. Este hecho genera que la mayoría de los pacientes se ubican cerca del máximo alcanzable en el test.

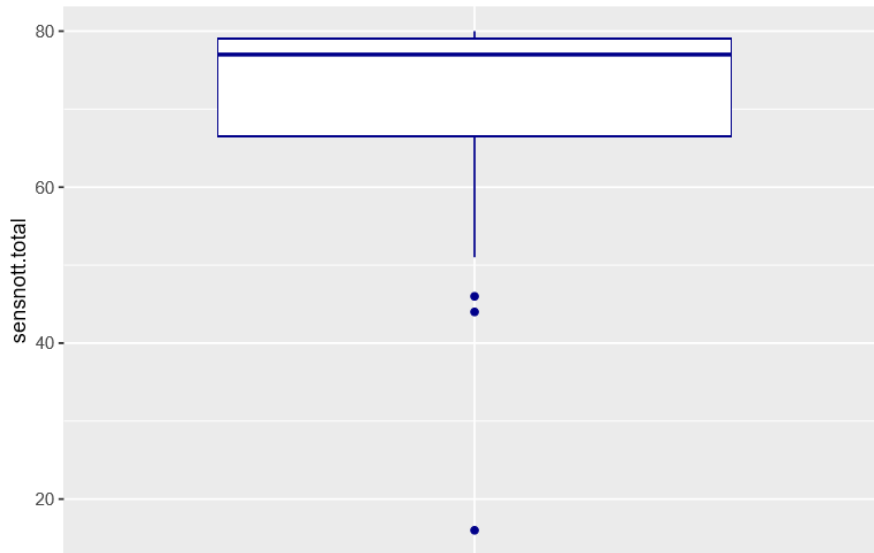


Figura 23.- Diagrama de caja y bigotes que muestra la puntuación en la escala Nottingham de sensibilidad.

La evaluación de ARAT permitió observar dos tipos de paciente en función de la actividad de MS, con tendencia a valores extremos, como puede comprobarse en la figura 24, que describe la repartición de los pacientes en función de sus resultados en la escala ARAT.

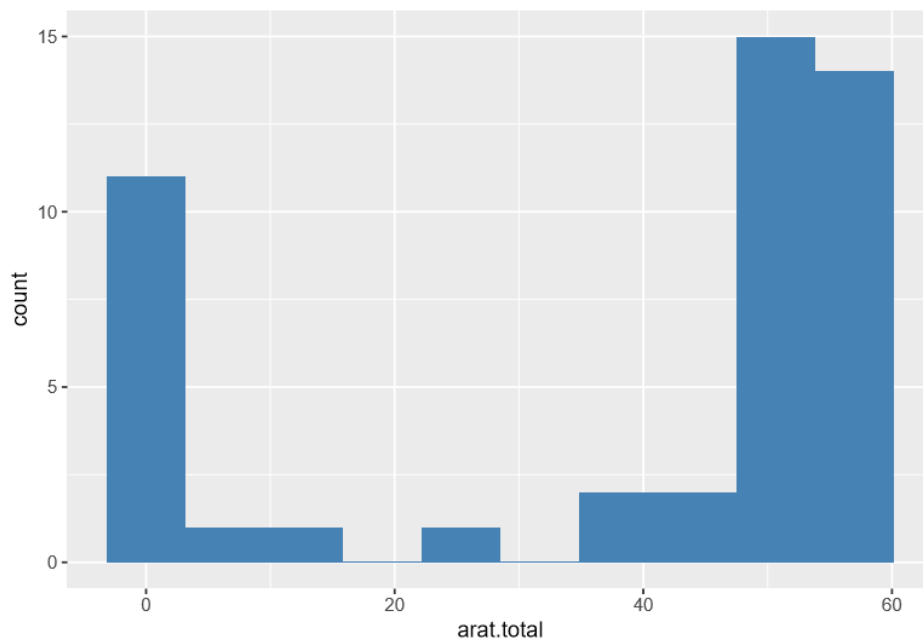


Figura 24.-Distribución de los pacientes en función de su puntuación en la escala ARAT.

En vista de lo observado, se decide crear una nueva variable basada en la estratificación del total de la muestra en función de su actividad de MS parético. Se generan dos

segmentos: baja funcionalidad (0-27 puntos) y alta funcionalidad (28-54 puntos) con 14 y 33 pacientes, respectivamente.

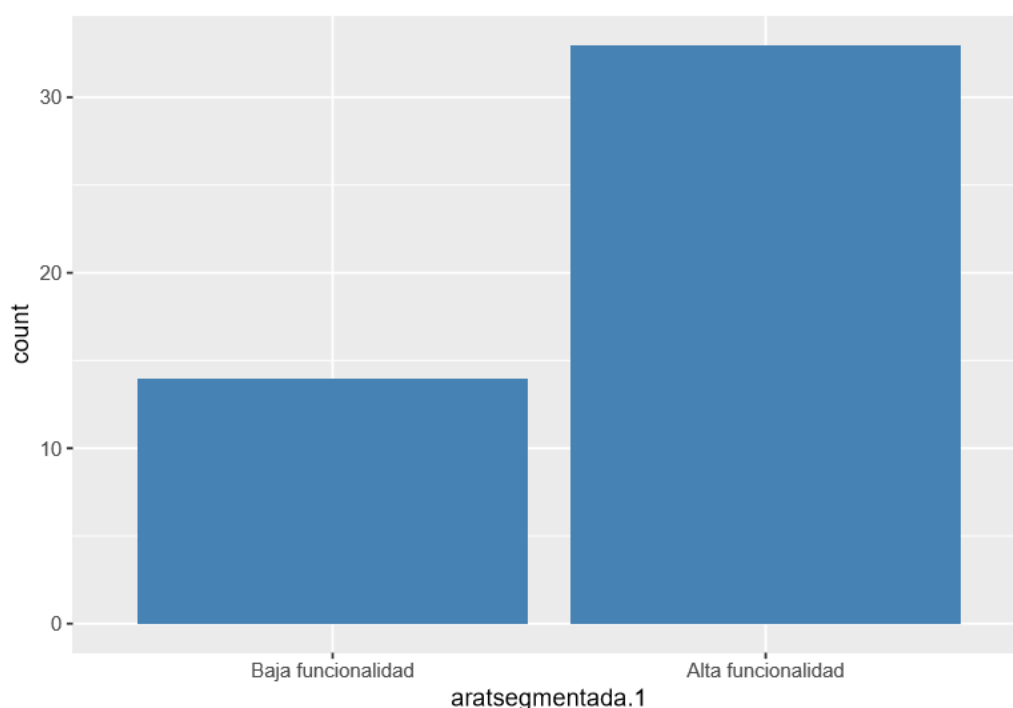


Figura 25.- Segmentación de los pacientes en dos grupos según los resultados en la escala ARAT de actividad de MS.

5.1.6. *Relación entre variables físico-funcionales y resultados de la evaluación neurodinámica. Independencia de variables: análisis bivalente*

5.1.6.1. Relación entre la diferencia estructural de cada test neurodinámico y la evaluación de dolor, sensibilidad, función de miembro superior e hipertonía

La relación entre la diferenciación estructural del test neurodinámico del MS afecto y las diferencias variables estudiadas en la evaluación fisioterápica fue estudiada usando de nuevo el estadístico t de Student para dos muestras (tabla 11).

No existe relación estadísticamente significativa entre la positividad en la prueba de diferenciación estructural para los test de los nervios mediano, radial y cubital y el grado de dolor en el MS afecto, la puntuación en el test de sensibilidad de Nottingham y la función de MS medida con el test ARAT. Tampoco existe relación estadísticamente significativa entre la diferenciación estructural en los test de radial y cubital y la hipertonía según la escala de Ashworth modificada.

Tabla 10.- Relación entre variables físico-funcionales y diferenciación estructural de los tres test neurodinámicos: diferencia de medias e intervalo de confianza entre paréntesis.

	n	Dolor (EVA)	Sensibilidad (Nottingham)	Función de MS (ARAT)	Hipertonía (Ashworth)
STD ULNT1 (+/-)	38	2,76 (-1,23 a 1,53)	15,3 (-6,53 a 8,77)	25,57 (-16,72 a 8,85)	0,6 (0,09 a 0,69)*
STD ULNT2b (+/-)	44	3,01 (-1,28 a 1,73)	13,73 (-9,50 a 4,23)	28,46 (-11,09 a 17,37)	0,78 (-0,42 a 0,36)
STD ULNT3 (+/-)	38	3,18 (-0,69 a 2,49)	14,78 (-10,66 a 4,12)	30,90 (-7,63 a 23,27)	0,87 (-0,59 a 0,28)

Por el contrario, se ha observado relación estadísticamente significativa entre la hipertonía del MS afecto y la positividad en la prueba de diferenciación estructural del test neurodinámico del nervio mediano, ya que el intervalo de confianza no incluye el 0.

5.1.6.2. Relación entre el ROM máximo de cada test neurodinámico para el MS afecto y evaluación de dolor, sensibilidad, función de miembro superior e hipertonía

Tabla 11.- Resultados de la correlación de Pearson entre los diferentes rangos máximos en los test neurodinámicos del MS afecto y las variables físico-funcionales evaluadas, expresados por el coeficiente de correlación y el p-valor de la prueba entre paréntesis.

	n	Dolor (EVA)	Sensibilidad (Nottingham)	Función de MS (ARAT)	Hipertonía (Ashworth)
ROM Máx ULNT1	38	0,07 (p=0,69)	-0,14 (p=0,37)	0,17 (p=0,29)	-0,16 (p=0,33)
ROM Máx ULNT2b	44	-0,13 (p=0,40)	0,09 (p=0,54)	0,18 (p=0,24)	-0,09 (p=0,55)
ROM Máx ULNT3	38	-0,44 (p=0,004)*	0,07 (p=0,66)	0,30 (p=0,06)	-0,20 (p=0,21)

El estudio de la correlación entre los **ROM máximos y la evaluación de dolor**, permitió verificar que no existe correlación lineal estadísticamente significativa entre el ROM Máx. en los test ULNT1 y ULNT2b y la escala EVA. Sin embargo, este análisis permite verificar la existencia de una relación lineal estadísticamente significativa entre el ROM máximo del test ULNT3 y la escala EVA, ($r=-0,44$; $p=0,004$). Estos resultados aparecen representados gráficamente en la figura 26.

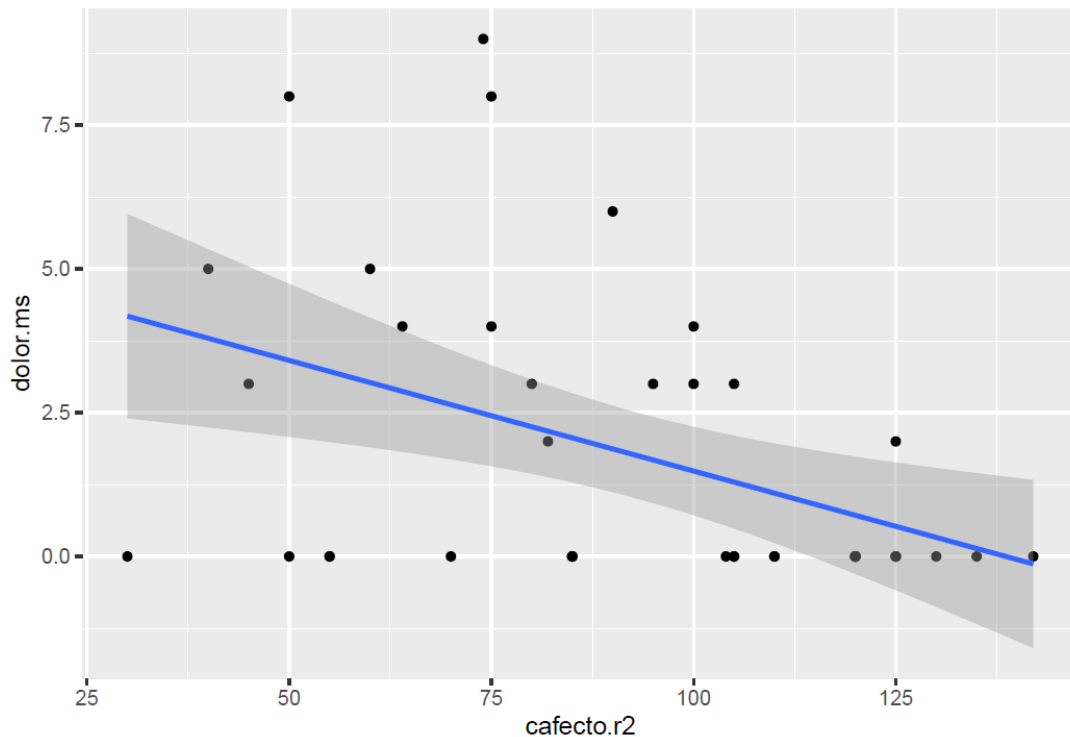


Figura 26. Relación entre el ROM Máx. alcanzado en el test ULNT3 en el MS afecto (cafecto.r2) y la puntuación en la escala EVA de dolor (dolor.ms) según la prueba de correlación de Pearson.

No existe correlación lineal estadísticamente significativa entre el ROM máximo en los test neurodinámicos evaluados y las pruebas de Nottingham y Ashworth para evaluar **sensibilidad e hipertonia**.

En el estudio de la correlación entre la **función motora del MS afecto** según ARAT y los ROM Máx para los tres test neurodinámicos realizados en el MS afecto, no se aprecia correlación lineal estadísticamente significativa. Sin embargo, en el caso del test ULNT3 para cubital ($r = 0.30$; $p = 0.06$); la relación se encuentra en el límite de la significación estadística al 5% y si se encontraría significación estadística al 10 %. En cualquier caso, la asociación sería débil (ver figura 27).

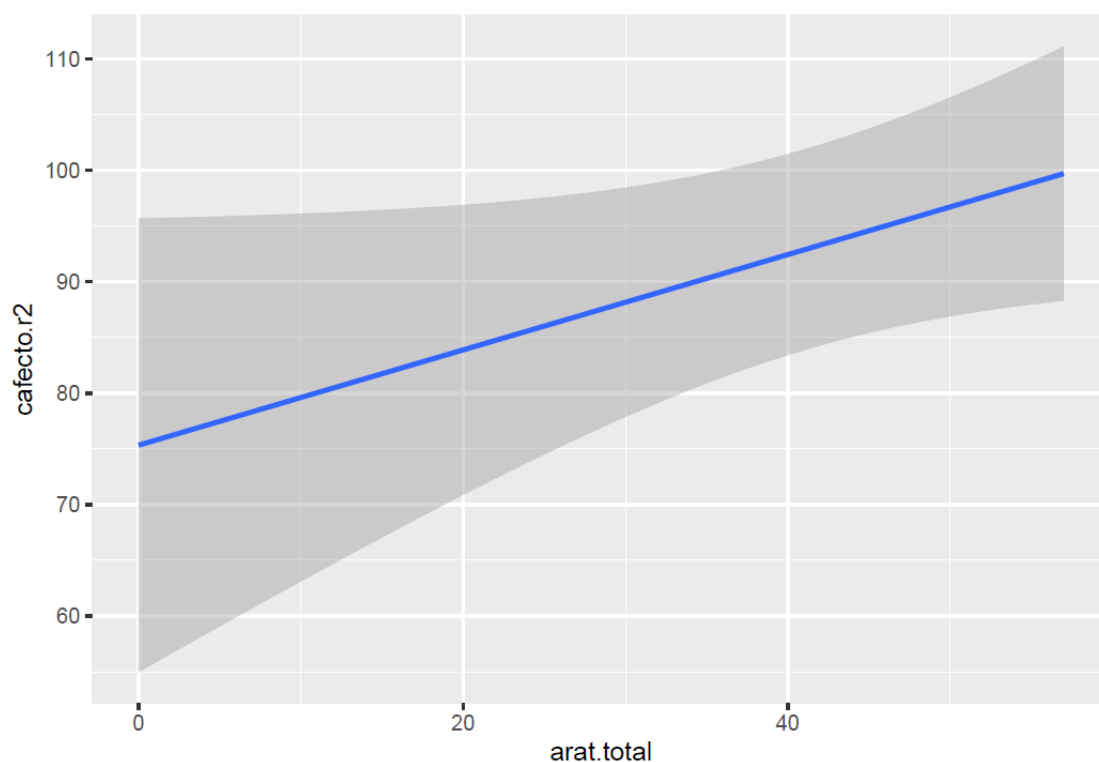


Figura 27. Relación entre el ROM Máx. alcanzado en el test ULNT3 en el MS afecto (cafecto.r2) y la funcionalidad del miembro superior en el test de ARAT (arat.total) según la prueba de correlación de Pearson.

5.1.7. Relación entre la diferencia de ROM bilaterales para de cada test neurodinámico y la evaluación de dolor, sensibilidad, función de miembro superior e hipertensión

Las variables resultantes de la sustracción del ROM Máx. del test en el MS afecto al ROM Máx. en el MS sano para cada test reciben el nombre de Dif. ROM. En la tabla 13 se puede consultar la relación entre estas variables y las variables físico-funcionales evaluadas (dolor, sensibilidad, función e hipertensión).

Tabla 12.- Resultados de la correlación de Pearson entre las diferencias en las Dif. ROM y las variables físico-funcionales evaluadas, expresados por el coeficiente de correlación y el p-valor de la prueba entre paréntesis.

	n	Dolor (EVA)	Sensibilidad (Nottingham)	Función de MS (ARAT)	Hipertensión (Ashworth)
Dif. ROM ULNT1	38	-0,04 (p=0,79)	0,08 (p=0,64)	-0,08 (p=0,62)	-0,05 (p=0,76)
Dif. ROM ULNT2b	44	0,00 (p=0,99)	-0,05 (p=0,76)	-0,43 (p=0,002)*	0,29 (p=0,049)*
Dif. ROM ULNT3	38	0,22 (p=0,16)	0,12 (p=0,47)	0,12(p=0,45)	-0,07 (p=0,65)

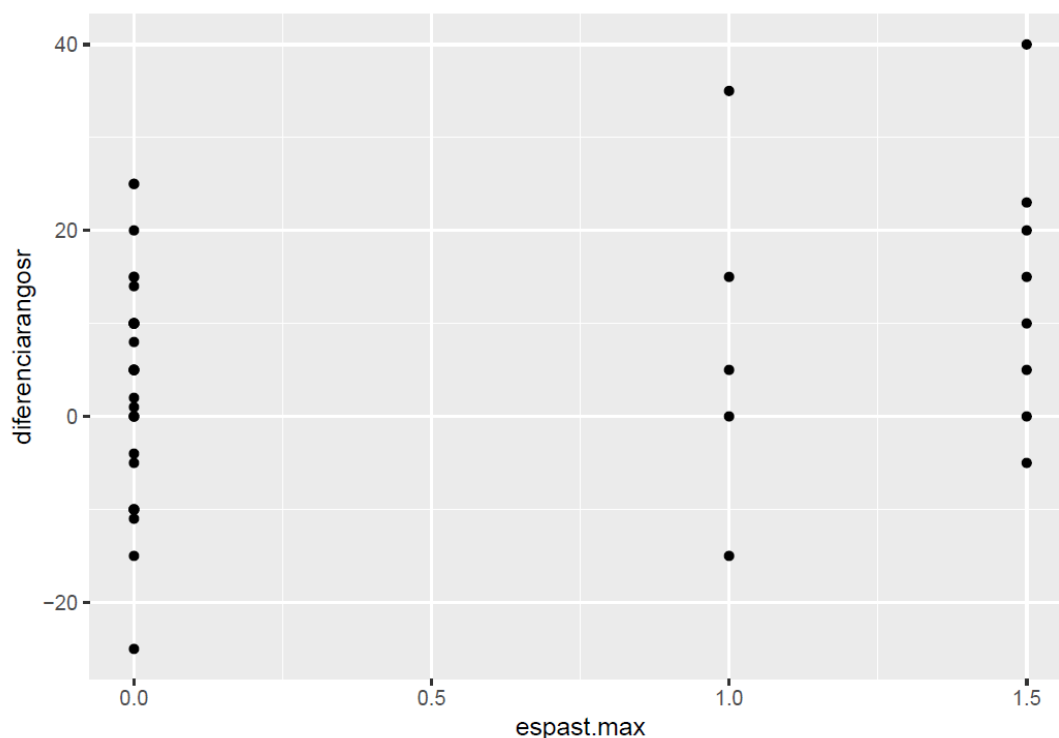


Figura 29. Distribución de la Dif. ROM en el test ULNT2b (diferenciarangosr) con respecto a la puntuación en la escala de hipertensión Ashworth modificada (espast.max).

5.1.8. Prueba de asociación entre los resultados de los test neurodinámicos y la función del miembro superior dividida en subgrupos según ARAT

El análisis de asociación entre los resultados de la diferenciación estructural (positiva/negativa) para los distintos test neurodinámicos y los subgrupos creados tras la segmentación según el test ARAT, denominados alta y baja funcionalidad, fue realizado mediante el uso de la prueba Chi cuadrado de Pearson. No se observó relación estadísticamente significativa para ninguno de los tres test neurodinámicos (mediano, radial y cubital), como puede observarse en la tabla 14.

Tabla 13.-Relación entre la diferenciación estructural en los tres test neurodinámicos y la funcionalidad del miembro superior, expresada por el valor del estadístico Ji-cuadrado y el p-valor entre paréntesis.

	STD ULNT1		STD ULNT2b		STD ULNT3	
	+	-	+	-	+	-
Baja funcionalidad	6	2	7	6	4	4
Alta funcionalidad	20	12	20	13	22	10
Chi-cuadrado	0,44 (p=0,68)		0,18 (p=0,75)		0,99 (p=0,42)	

5.2. Valoración de la calidad de vida

El test WHOQoL-BREF para calidad de vida nos permite obtener la puntuación en diferentes dominios (físico, psicológico, relacional y de entorno). En la tabla 15 puede observarse una descripción de los resultados de la muestra en función de los diferentes dominios. La media más alta se sitúa en las áreas relacional y entorno, siendo la puntuación máxima posible para los cuatro dominios descritos de 100.

Tabla 14.-Evaluación de la calidad de vida dividida en los diferentes dominios de la escala WHOQoL-BREF.

	Media (n=47)	DE	Mín.	Máx.	Mediana	Rango interc.
Dominio físico	55,63	14,93	19	94	56	16
Dominio psicológico	55,63	14,93	19	94	56	16
Dominio relacional	65,67	14,65	25	100	69	19
Dominio entorno	64,95	14,67	38	100	63	19

5.2.1. Relación entre las puntuaciones en la calidad de vida y la diferenciación estructural de los test neurodinámicos

La asociación entre la calidad de vida en todas sus dimensiones o dominios y la positividad de la diferenciación estructural para cada uno de los test realizados en el MS afecto fue estudiada con la aplicación de la prueba t de Student para dos muestras. Como queda patente en la tabla 16, no existe relación entre el resultado para ninguno de los dominios de la herramienta WHOQoL-BREF y la diferenciación estructural en los test neurodinámicos.

Tabla 15.-Relación entre los diferentes dominios de la calidad de vida y la diferenciación estructural en los test neurodinámicos del miembro superior hemiparético.

	n	WHOQoL-Bref física	WHOQoL-Bref psicológica	WHOQoL-Bref relacional	WHOQoL-Bref ambiental
STD ULNT1 (+/-)	38	20,89 (-10,67 a 10,22)	22,34 (-15,12 a 7,22)	24,05 (-8,59 a 15,46)	21,26 (-7,99 a 13,27)
STD ULNT2b (+/-)	44	20,77 (-8,73 a 12,04)	20,64 (-5,5 a 15,14)	18,79 (-8,14 a 10,65)	19,19 (-4,90 a 14,29)
STD ULNT3 (+/-)	38	24,92 (16,67 a 8,25)	23,47 (-9,91 a 13,56)	22,54 (-13,05 a 9,49)	21,66 (-13,41 a 8,25)

5.3. Variables socio-demográficas

Los diferentes factores sociodemográficos, de morbilidad o de la propia lesión podrían relacionarse con diferencias en la diferenciación estructural para cada uno de los test en el MS parético. Para verificarlo, se aplicaron tres modelos de regresión logística binaria, uno para cada test neurodinámico.

Los factores estudiados en dichos modelos son: tiempo de evolución, sexo, edad, régimen de atención, estatus laboral, lateralidad, dominancia y presencia de diabetes.

Como puede observarse en las tablas 17, 18 y 19, no se percibe ningún tipo de relación entre las variables socio-demográficas y la positividad de la diferenciación estructural para los nervios mediano, radial y cubital.

Tabla 16.- Regresión logística binaria Test ULNT1.

	Odds Ratio (OR)	Lím. Inf. confianza (95%)	Lím. Sup. confianza (95%)	Valor P
(intercepto)	7,942	0,04	1645,61	0,45
Tiempo Evolución	1,00	0,99	1,01	0,84
Sexo	3,54	0,68	18,58	0,14
Edad	0,10	0,93	1,07	0,91
Régimen de asistencia	0,58	0,09	3,83	0,57
Situación Laboral	1,14	0,16	8,32	0,90
Lateralidad	0,35	0,01	13,40	0,57
Dominancia	3,21	0,08	129,52	0,54
Diabetes	0,16	0,01	1,97	0,15

Tabla 17.- Regresión logística binaria test ULNT2b.

	Odds Ratio (OR)	Lím. Inf. confianza (95%)	Lím. Sup. confianza (95%)	Valor P
(intercepto)	0,06	0,00	11,42	0,29
Tiempo Evolución	1,00	0,99	1,01	0,82
Sexo	2,96	0,72	12,20	0,13
Edad	1,03	0,96	1,10	0,40
Régimen de asistencia	1,99	0,42	9,38	0,39
Situación Laboral	4,64	0,74	29,26	0,10
Lateralidad	0,78	0,04	17,20	0,88
Dominancia	1,34	0,05	33,69	0,86
Diabetes	0,48	0,09	2,60	0,39

Tabla 18.- Regresión logística binaria test ULNT3

	Odds Ratio (OR)	Lím. Inf. confianza (95%)	Lím. Sup. confianza (95%)	Valor P
(intercepto)	0,18	0,00	58,60	0,56
Tiempo Evolución	1,00	0,99	1,01	0,74
Sexo	3,37	0,64	17,89	0,15
Edad	1,05	0,97	1,13	0,24
Régimen de asistencia	0,95	0,14	6,62	0,96
Situación Laboral	6,03	0,70	52,02	0,10
Lateralidad	0,18	0,00	8,83	0,39
Dominancia	3,30	0,07	160,04	0,55
Diabetes	0,12	0,01	1,63	0,11

6

Discusión

6 Discusión

La neurodinámica ha sido ampliamente estudiada durante el último siglo, bajo diferentes nombres como tensión neural adversa o estiramiento neural. Desde finales del siglo XX, el detalle en el estudio del efecto de las técnicas neurodinámicas en sujetos sanos ha ido en aumento, así como ha sido comprobada su utilidad para la evaluación o el tratamiento de ciertas patologías del sistema nervioso periférico.

Sin embargo, estos abordajes no han sido apenas estudiados de cara a la evaluación de sujetos con patología a nivel de sistema nervioso central como el daño cerebral adquirido.

6.1. Naturaleza y diseño del estudio

Este estudio observacional transversal, se diseña con el objetivo de tomar una muestra de pacientes adultos con daño cerebral adquirido, sin que sea requisito en ellos de algún tipo de sintomatología relacionada con un aumento de la mecanosensibilidad del tejido nervioso. Esto quiere decir que, si bien el diseño del estudio está realizado en pacientes con patología neurológica de origen central, los pacientes han sido evaluados de forma similar a la que se utilizaría con una población de sujetos sanos.

6.1.1. *Criterios de inclusión y exclusión de la muestra*

Los criterios de exclusión de la muestra, tales como cierta preservación sensitiva y ausencia de hipertensión moderada o severa, son elegidos para realizar los test con seguridad para los pacientes, pero pueden ser una parte definitoria de los resultados. De la gran variedad sintomatológica existente tras un DCA, se escoge un limitado número de pacientes, con los siguientes dos patrones como los más comunes: pacientes con gran afectación motora e hipotonía con preservación sensitiva y pacientes con muy leve afectación sensitivo-motora y sin hipertensión.

En el caso de la muestra de este trabajo, tomada en un hospital público de tercer nivel, con pacientes en ingreso y pacientes ambulatorios, la aplicación de estos criterios a los pacientes de la Unidad de Rehabilitación de Daño Cerebral Adquirido supuso la exclusión de casi la mitad (66) de los pacientes tenidos en cuenta (138). Esto hace pensar que estudiar la seguridad, fiabilidad y validez de los test neurodinámicos para los pacientes

con alteraciones de sensibilidad de origen central o presencia de hipertoniá sería clave para poder avanzar en el conocimiento de la alteración de la mecanosensibilidad tras DCA.

6.2. Evaluación neurodinámica

Todos los pacientes son evaluados en los tres test principales para el miembro superior disponibles en la literatura: ULNT1 para mediano, ULNT2b para radial y ULNT3 para cubital. Esta evaluación se produce en una misma sesión para ambos miembros superiores, en una secuencia siempre igual siendo primero evaluado el miembro no afecto por la hemiparesia y después el miembro afecto comenzando por el nervio mediano, continuando con el nervio radial y finalizando con el nervio cubital. El paciente es educado en la realización de la diferenciación estructural con inclinación cervical contralateral o ipsilateral antes de empezar la valoración.

El hecho de realizar todas las pruebas neurodinámicas en la misma sesión podría ser fuente de resultados ligeramente sesgados por el efecto, ya observado en otros estudios, que conlleva la repetición del test neurodinámico^{81,111}: un aumento de rango articular máximo a medida que aumentan las repeticiones. Si bien en este estudio no se repite ninguno de los test (ni ULNT1, ni ULNT2b, ni ULNT3) para el mismo miembro superior más de una vez, podría considerarse que hay riesgo de variación a la repetición o “efecto movilización” puesto que en los diferentes test se trabaja sobre estructuras nerviosas comunes, sobre las cuales no podemos certificar que no haya un cambio derivado de la movilización a medida que avanza la evaluación.

6.2.1. Diferenciación estructural

La evaluación de la diferenciación estructural se llevó a cabo mediante inclinación cervical por lo que los pacientes fueron instruidos para su realización activa al inicio de la valoración neurodinámica. Pese a llegar a la posición máxima y narrar la percepción de tensión en el miembro superior evaluado en casi todos los casos, la percepción de cambios con la diferenciación estructural ocurrió en un porcentaje intermedio de los casos (65 % de los casos para mediano y cubital; 58.7 % de los casos para el radial). Estos números, son claramente inferiores a los obtenidos por las diferentes estudios en sujetos sanos, poniendo el ejemplo del estudio de Boyd et al¹⁴⁵ en el que la diferenciación

estructural es positiva para el 95 % de los casos en el caso del test ULNT1; sin embargo, las cifras son superiores a las encontradas en el caso de síndrome del túnel carpiano contrastado mediante electrodiagnóstico por Baselgia et al ⁶⁰, donde solo el 46 % de los pacientes muestran diferenciación estructural positiva.

Si bien no existen muchos estudios con sujetos sanos sobre la frecuencia con que se presenta una diferenciación estructural positiva a la hora de realizar los test neurodinámicos de miembro superior y ninguno en pacientes con DCA, sería lógico pensar que los pacientes con daño cerebral adquirido pudieran tener mayor dificultad a la hora de localizar cambios en las sensaciones de dolor, tensión u hormigueo debidos a alteraciones de la sensibilidad en el hemicuerpo. De hecho, aunque no fue recogido con escalas clínicas objetivas, varios de los pacientes evaluados narraron “menor tensión” en el miembro superior afecto comparado con el no afecto y, en algunos de los casos, se percibe incluso un mayor rango de movimiento indoloro o sin tensión en el test en el lado afecto.

6.2.2. Asimetría en los rangos de movimiento máximos en los test neurodinámicos

6.2.2.1. Error estándar y mínima diferencia detectable en la medición goniométrica

La medición de los rangos de movimiento se realiza mediante goniometría. En la actualidad, existen goniómetros digitales, de burbuja o electrogoniómetros y otros elementos tecnológicos capaces de realizar las mediciones de los rangos de movimiento con gran precisión. También existe la opción de realizar evaluaciones goniométricas apoyándose en aplicaciones para teléfonos inteligentes, cuya fiabilidad parece ser similar a la del goniómetro universal ^{146,147}. En este estudio, la medición fue realizada únicamente con goniómetro universal, por lo que la fiabilidad que se asume es menor a la aportada por un electrogoniómetro, como ya ha sido ampliamente evaluado en la literatura ¹⁴⁸⁻¹⁵⁰.

Leoni et al¹⁵¹ evalúan la fiabilidad intra- e inter- evaluador en la medición goniométrica del test ULNT1 para el nervio mediano con el uso de sensores de movimiento electromagnéticos y un software de goniometría activados por un interruptor en manos del paciente. Encuentran una gran fiabilidad de la evaluación goniométrica, pero las grandes diferencias en el método de medición no permiten asumir que lo observado sea

aplicable a este estudio. Coppieters et al. ¹¹¹ realizan un estudio similar usando en esta ocasión un electrogoniómetro para medir la extensión de codo en el test ULNT1 de pacientes con sintomatología de dolor cervico-braquial y sujetos sanos, llegando a la conclusión de que un cambio $\geq 7,5^\circ$ en el momento de dolor submáximo puede ser de relevancia clínica. Otro grupo investigador, el de Lohkamp et al. ⁸⁰ utiliza, al igual que en este estudio, un goniómetro universal para el test ULNT1 y calculan, de este modo una diferencia mínima detectable (smallest detectable difference-SDD) intraevaluador de entre 6.05 (dominante) y 9.33° para el ULNT1 tras repetir la medición tres veces.

En cuanto a los test ULNT2b para radial y ULNT3, además del estudio ya descrito de Lohkamp et al. , existen varios estudios ^{152,153} que realizaron una estimación de fiabilidad de la medición del rango de movimiento contando con un último paso en la secuencia del test en extensión y flexión de codo respectivamente, secuencias diferentes a las realizadas para este estudio (con final en abducción de hombro), por lo que no permiten una comparativa.

Los resultados de estos estudios sobre fiabilidad goniométrica en la evaluación de los test neurodinámicos, pueden complementarse con otros estudios sobre fiabilidad goniométrica no aplicada a neurodinámica. En el caso, por ejemplo, de la valoración goniométrica de la abducción de hombro, el estudio de Hayes et al. ¹⁵⁴ calcula el error estándar de medida (SEM-standard error of measurement) tanto intraevaluador, situado en 23°, como interevaluador, situado en 21 °. Estos resultados son muy diferentes a los que muestra el estudio de Kolber et al ¹⁵⁵, con tan sólo 3 ° de SEM intraevaluador para la abducción de hombro, eso sí, en una evaluación de carácter activo.

Si bien todos los datos observados hacen referencia a diferentes condiciones de evaluación, no siempre relacionadas con el test neurodinámico, nos permiten percibir la dificultad para detectar diferencias en la medición goniométrica y nos hacen pensar que diferencias por debajo de los 7,5° en la extensión de codo del test ULNT1 y de al menos 3 ° en la abducción de hombro (test ULNT2b y test ULNT3) pueden ser debidas al error en la medición misma, aunque esta sea realizada por el mismo evaluador. Teniendo esto en cuenta, la media de las diferencias de rango articular máximo para ULNT1 (6.97) se encontraría dentro del error, cosa que no ocurriría para las medias de la diferencia de

rangos para ULNT2b (5.84) y ULNT3 (10.54), teniendo siempre en cuenta la cifra del estudio realizado por Kolber.

En una revisión de literatura sobre la fiabilidad y la validez de la medición con goniómetro universal para la movilidad articular de codo ¹⁵⁶ se ha visto que, para aumentar, de forma mínima, la fiabilidad intraevaluador, podrían realizarse varias repeticiones de la medición y obtener la media ^{80,149}. En el caso de nuestros pacientes, desafortunadamente, la toma de referencias se realiza de forma rápida para evitar molestias en la posición final del test, y el test no es repetido para no alterar la mecanosensibilidad del tejido y evitar así el “efecto movilización” descrito anteriormente.

6.2.2.2. Asimetría en sujetos sanos y con DCA

La comparación entre los rangos articulares obtenidos en el momento de dolor máximo tolerable o resistencia máxima al movimiento (definidos como ROM máx.) es una unidad de medida y comparación para hablar de un aumento de la mecanosensibilidad del tejido. En sujetos sanos, se ha evaluado en repetidas ocasiones la existencia de asimetría en el rango máximo entre ambos miembros superiores, verificándose que la misma, en determinados rangos es habitual.

En el estudio de Covill et al. ¹⁵⁷ se describe una diferencia mínima para la consideración de una asimetría como relevante de 27° para el nervio mediano, 20° para el nervio radial y 21° para el nervio cubital. Stalioraitis et al ¹⁵⁸ reducen esta asimetría máxima percibida como habitual a 15° en el caso de la prueba de mediano y a 11° en el caso de la prueba de radial.

En este escenario, los resultados obtenidos en este estudio, con una media de la asimetría para el mediano de 6.97° (2.23-11.72), para el radial de 5.84° (1.85-9.84) y para el cubital de 10.54 (3.34-17.73) no serían en ninguno de los casos relevantes.

Teniendo en cuenta los estudios de Stalioraitis y Covill para el test ULNT1, se consulta de nuevo la muestra, y se observa que se da una diferencia $\geq |15|$ en 12 sujetos y $\geq |27|$ en tan solo 5 casos.

Sin embargo, hay que tener en cuenta otros estudios que evalúan la asimetría para el test ULNT1 del nervio mediano:

- Boyd¹⁴⁵ establece que las asimetrías de más 10° exceden lo común. El intervalo de confianza de la media de las diferencias resultante en este estudio (2.23-11.72) podría hacer pensar que en algún caso se podría dar una diferencia de más de 10°. En la consulta de la base de datos se observa que la diferencia de medias fue $\geq |10|$ en 17 de los 38 casos evaluados.
- Van Hoof et al y Lohkamp et al ^{52,80} reducen la asimetría del test ULNT1 hasta $2,84^\circ \pm 1,60^\circ$ y 2° menos para el miembro superior dominante respectivamente. Si se realizara una comparación directa con los resultados de este estudio, se podría pensar en la existencia de una asimetría de carácter relevante en los pacientes con DCA, sin embargo, dado que estas cifras se encuentran muy por debajo de la sugeridas en el apartado anterior como SDD, se entiende que una asimetría podría deberse al error de medición.

En el caso del nervio radial y el nervio cubital, el movimiento final de la secuencia llevado a cabo en este trabajo es la abducción de hombro, como fuera utilizado en otros protocolos ^{51,112,159,160}. Sin embargo, tal y como ocurre con la fiabilidad intraevaluador, las diferencias encontradas en los estudios de asimetría realizados^{153,157,158} se basan en la medición final de la extensión y flexión de codo, respectivamente. Aunque estos ROM están directamente relacionados con ambos test, al no ser la medición de la misma articulación, no se puede considerar que exista una aplicabilidad total.

Tan solo el estudio de Martínez et al ¹⁶¹, examina la respuesta normal al test cubital (ULNT3) en sujetos sanos con el movimiento final de abducción de hombro, encontrando una diferencia de 6.6° (IC 95%: 1.1° a 12.1°), lo cual haría pensar que la diferencia encontrada en nuestro estudio es clínicamente relevante.

6.2.2.3. Afectación neurodinámica bilateral tras hemiparesia: presente en la literatura

En la tesis doctoral de Carlos Rodríguez López ⁸⁶ se estudia mediante ecografía el deslizamiento del nervio mediano en el test ULNT1 para una muestra de pacientes con hemiparesia tras ACV y una muestra de sujetos sanos. El deslizamiento es mucho más reducido en el grupo post-DCA frente al grupo de sujetos sanos tanto para el miembro

superior afectado por la hemiparesia como para el miembro superior contralateral, indicando la posible presencia de otros mecanismos causales.

Así mismo, el estudio de Castilho et al ¹⁴ revela cambios en la espasticidad del bíceps braquial del lado hemiparético tras el tratamiento neurodinámico del miembro superior no parético, dando soporte a la conexión neurodinámica entre ambos miembros superiores para el caso de los pacientes con hemiparesia tras DCA.

En el caso de este estudio, la comparación se realiza entre el miembro superior parético y el miembro superior no parético, y a su vez con las medidas de evaluación físico-funcionales. En el futuro, la comparación de los resultados de las pruebas neurodinámicas también frente a un grupo de sujetos sanos, podría aportar valiosa información de cara a la evaluación de la mecanosensibilidad del nervio periférico en pacientes tras DCA.

6.3. Evaluación neurodinámica y físico funcional

Las medidas de resultado primarias de este estudio son las relacionadas con la evaluación para cada uno de los diferentes test neurodinámicos (positividad del test según diferenciación estructural, ROM máximo alcanzado en el test y asimetría de ROMs entre ambos miembros superiores). Dentro de las medidas de resultado secundarias, a nivel físico-funcional, cada uno de los pacientes fue evaluado para saber cuáles eran las condiciones de su MS afecto: dolor percibido (escala EVA), hipertonía máxima encontrada en ese MS (Ashworth modificada), funcionalidad (ARAT) y sensibilidad (Nottingham), además de una medida de independencia para las AVDs (Índice de Barthel).

Al evaluar la independencia entre las variables físico-funcionales y las variables neurodinámicas, los resultados mostraron una baja o nula relación para casi todas las variables, con las siguientes excepciones:

- Hipertonía de miembro superior, positividad en el test ULNT1 para el nervio mediano y asimetría de rangos en el test ULNT2b para nervio radial.
- Rango máximo articular en el test del cubital y dolor.
- Asimetría en el rango máximo del test ULNT2b para radial y funcionalidad de MS (ARAT).

Además, aunque no es significativa hay tendencia clara al aumento de la funcionalidad de MS a la par que se produce un aumento del rango máximo del nervio cubital. ($r = 0.30$; $p = 0.06$).

6.3.1. Hipertonía de Miembro Superior, positividad en el test ULNT1 para nervio mediano y asimetría de rangos en el test ULNT2b para nervio radial

La hipertonía y la espasticidad son síntomas frecuentes tras cualquier lesión del SNC, incluyendo el DCA. La espasticidad suele caracterizarse por ciertos patrones de músculos afectados, repetitivos en la población. Carlos Rodríguez-López et al. describen en un capítulo de libro titulado “Integración de la Neurodinámica en la Neurorrehabilitación”¹⁶² cómo estos patrones pueden estar directamente relacionados con los test neurodinámicos, con el ejemplo claro del patrón espástico flexor coincidente con la posición de descarga del nervio mediano, antagonista al test ULNT1 (flexión, aducción y rotación interna de hombro, flexión de codo, pronación de antebrazo, extensión de muñeca, flexión de dedos y aducción del primer dedo). Según los mismos autores, esto lleva a pensar en los patrones espásticos de miembro superior como el resultado de una reacción protectora del SNP ante demasiados estímulos mecánicos derivados de la lesión en el SNC.

En los resultados de este estudio, se observó relación estadísticamente significativa entre la hipertonía del MS afecto y la positividad del test neurodinámico del nervio mediano, con una diferencia de medias de 0,6 (IC 95 % 0.09 a 0.69) y una correlación entre la asimetría de rangos máximos en el test de radial, con una r de 0.29 ($p=0.049$; IC95%: 0.0005 a 0.54). Estos resultados podrían refrendar, al menos parcialmente, la relación entre una mayor hipertonía y una diferenciación estructural positiva, de tal manera que, a mayor hipertonía, más probabilidad de que el test ULNT1 sea positivo. Del mismo modo, se vería que, a mayor hipertonía, mayor asimetría de rangos entre ambos miembros superiores en la evaluación del nervio radial (ULNT2).

Si bien estos datos son interesantes, cabe destacar que la presencia de hipertonía moderada o intensa supone la exclusión del estudio y queda pendiente saber si esta tendencia se mantendría al aumentar la puntuación en la escala.

6.3.2. Asimetría en el rango máximo del test ULNT2b para radial y funcionalidad de MS (test ARAT)

En el caso de la evaluación del nervio radial, la asimetría observada entre ambos miembros superiores puede relacionarse con los datos de funcionalidad del MS afecto según la escala de ARAT, de tal manera que, al aumentar la funcionalidad del miembro parético, disminuiría la asimetría entre ambos miembros superiores ($r = -0.43$, IC95%: -0.65 a -0.16) o viceversa. Ningún otro de los estudios realizados en pacientes con DCA ha mostrado cambios en la funcionalidad del miembro superior relacionados con los test neurodinámicos.

6.3.3. Asimetría en el rango máximo del test ULNT3 para cubital y dolor en MS

La literatura disponible sobre evaluación neurodinámica de MS no incluye muchos estudios en los que se evalúe el nervio cubital, estando la mayoría relacionados con la evaluación y el tratamiento del síndrome del túnel cubital ¹⁶³. En el caso de pacientes con patología neurológica de origen central, al igual que con la evaluación del nervio radial, no existe evidencia clara relacionada en revistas indexadas.

En este estudio se observa una relación clara entre el dolor del MS y los resultados del test neurodinámico para el test cubital, de tal manera que por cada unidad de rango máximo disminuye el dolor en 0.04 unidades ($R^2 = 17\%$). ($r = -0.44$; $p = 0.004$).

6.4. Evaluación de la calidad de vida

La Calidad de Vida relacionada con la Salud, es decir, la carga que suponen las afecciones o enfermedades en la calidad de vida, es cada vez más evaluada en los contextos clínicos, al amparo de la categorización de las funciones, las actividades, la participación y los factores ambientales según la Clasificación Internacional de Funcionamiento (CIF), pero, en muchas ocasiones, con un enfoque ligeramente diferente ¹⁶⁴.

En el caso de los pacientes evaluados en este estudio usando la escala WHOQoL-BREF, de manera accesoria a la evaluación principal, se observó una percepción de calidad de vida intermedia con puntuaciones medias en los entornos de 55.63/100 (dominios físico y psicológico), 64.95/100 (dominio entorno) y 65.67/100 (dominio relacional). Estas puntuaciones medias se encuentran en línea con lo observado en una población de adultos mayores en el mismo país ¹⁶⁵, teniendo siempre en cuenta, como ya ha sido

descrito en anteriores estudios, que la presencia de afecciones o enfermedades de carácter crónico supone una merma en los valores por dominio¹⁶⁶.

La calidad de vida percibida según la escala WHOQoL-BREF no ha podido ser relacionada con las variables de resultado principales (diferenciación estructural positiva para los tres test), ni siquiera en el caso del entorno físico, más relacionado con las funciones y estructuras. Es de esperar una mayor relación entre las mediciones relacionadas con la actividad (Barthel o ARAT) y los resultados de la evaluación de la calidad de vida. No se descartan futuros estudios con estos mismos datos para ahondar sobre esta relación.

6.5. Influencia de las variables socio-demográficas en la evaluación neurodinámica

Diversas variables socio-demográficas y relacionadas con la naturaleza del DCA han sido registradas durante la realización de este estudio; varias de ellas, han sido descritas en la literatura como relevantes de cara a observar los datos de la evaluación neurodinámica. Este es el caso de la presencia de diabetes¹⁶⁷, la dominancia⁵² o la edad¹⁶⁸. Hay que tener en cuenta que en este estudio 10/47 pacientes mostraron diabetes, que en 27/47 pacientes la lesión coincide con el lado dominante y la edad de los sujetos se encontraba entre los 29 y los 84, con una mediana de 61 años.

Para saber si alguna de estas variables interfirió en los resultados de este estudio, se plantearon tres regresiones logísticas lineales, cada una de ellas relacionada con la positividad en la diferenciación estructural de uno de los test neurodinámicos.

Además de las variables descritas, se incluyeron el tiempo de evolución, el sexo del paciente, la lateralidad de la hemiparesia o paresia de MS observada, el régimen de hospitalización y la situación laboral previa del paciente, no tenidas en cuenta en estudios previos, pero remarcables como descriptores de la muestra del estudio.

Las ocho variables descritas anteriormente no demostraron modificar el resultado de la diferenciación estructural en ninguno de los tres test (mediano, radial y cubital) en nuestra muestra con DCA, por lo que podríamos definir que, según lo observado en este estudio, en el caso de los pacientes con DCA no se mantienen las tendencias observadas en sujetos sanos con respecto a la presencia de diabetes, la dominancia del miembro superior o la edad.

6.6. El concepto de mecanosensibilidad: su medida y sus implicaciones

La mecanosensibilidad del nervio periférico es, desde el punto de vista de su definición, difícil de evaluar, puesto que implica las realidades fisiológica y biomecánica del nervio. La realización del test neurodinámico permite registrar la respuesta del nervio al movimiento^{69,71} y la palpación superficial permite la presencia de alodinia y otras reacciones sensitivas de interés^{78,84}.

Para clarificar una presencia de mecanosensibilidad aumentada, no solo es necesaria la evaluación de los signos y las reacciones a los test, sino que es necesaria una mirada integradora que tome datos de la realidad poblacional y algunos algoritmos de razonamiento clínico^{7,61,72}.

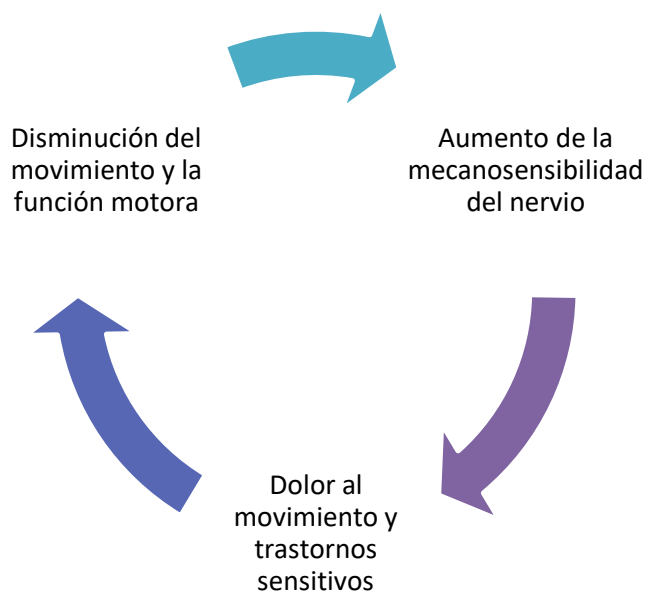


Figura 30. Descripción del ciclo hipotético teniendo en cuenta la mecanosensibilidad del nervio.

Las reacciones generadas por una mecanosensibilidad aumentada, como pueden ser dolor o aumento de tono muscular, podrían ser, a su vez, origen de esta mecanosensibilidad aumentada. De la misma manera en que ocurre con el ciclo ampliamente descrito en la literatura que acontece entre el dolor y la contractura antálgica¹⁶⁹ que, puede generar, a su vez, un nuevo dolor, no sería descabellado pensar en un proceso similar en el que la mecanosensibilidad del nervio se viera involucrada (ver figura 30). Este análisis se hace siempre atendiendo a parámetros biomecánicos y de

función, obviando siempre la valoración específica de los factores derivados de la propia fisiología neural como la posible presencia de una isquemia por compresión, un edema por tracción o una fibrosis por inmovilidad.

En este contexto cíclico, aunque pudiéramos pensar en una planificación del estudio que incluya un análisis en busca de una causalidad, nos sería difícil escoger un causante para nuestras hipótesis, por lo intrincado y complejo de las relaciones entre la patología de base, las variables físico-funcionales y los resultados de la evaluación neurodinámica. Por poner un ejemplo claro y basado en las hipótesis disponibles hasta la fecha, una mecanosensibilidad aumentada podría generar un patrón espástico protector para el nervio¹⁶² pero, a su vez, la presencia de espasticidad, ocasionaría una menor movilidad y una postura mantenida, que puede ser también, el origen de un aumento de la mecanosensibilidad¹⁷⁰.

Dado el carácter simétrico de las variables, es decir, la ausencia de secuencia temporal clara entre ellas, en este trabajo solo se ha estudiado la posible asociación lineal mediante técnicas de correlación lineal sin considerar modelos de regresión lineal que suponen la posibilidad de efecto de unas variables (independientes) sobre otras (variables dependientes o variables de resultado).

6.7. Limitaciones del estudio

Las limitaciones de este estudio, que han sido en parte explicadas en los diferentes epígrafes de la discusión, se detallan de nuevo en este apartado. Cabe destacar que el diseño del estudio tiene una gran limitación: la carencia de grupo control, que no permite la comparación directa con sujetos sanos usando el mismo protocolo de valoración.

Además de esta gran limitación, se observan diferentes sesgos:

6.7.1. *Sesgos de selección*

Los criterios de exclusión en el estudio, con puntuación máxima de hipertensión y puntuación mínima a nivel sensitivo, para garantizar una realización segura de los test neurodinámicos, pueden haber contribuido a la no obtención de resultados en pacientes con mayor afectación, que podrían ayudar a obtener datos para toda la población con DCA.

Además, la muestra participó voluntariamente en el estudio, una vez contactados por el investigador entre los pacientes del servicio que cumplían los criterios de inclusión, con un importante número de pérdidas en el momento de aceptar la participación para llevar a cabo las evaluaciones.

6.7.2. Sesgos de evaluación

La evaluación de los sujetos se produjo siempre por parte del mismo examinador, por lo que el riesgo de diferencias interevaluador. En cuanto a los diferentes test físico-funcionales utilizados, se trata de pruebas estandarizadas y validadas, con baja variabilidad intraevaluador ^{139,140}.

Sin embargo, sí es frecuente el error en la medición goniométrica convencional de los rangos articulares que se incluye en la valoración neurodinámica, por lo que la información sobre el error estándar de medición en otros estudios ha sido tenida en cuenta a la hora de elaborar conclusiones en base a la movilidad articular. Este error podría haber sido minimizado con la ayuda de electrogoniómetros o goniómetros de mayor precisión.

Por otro lado, para la medición de la sensibilidad, se utilizó el test de Nottingham, que evalúa el miembro superior subdividido en articulaciones. Teniendo en cuenta la distribución sensitiva en base a dermatomas, es posible que la evaluación con otro instrumento de medición, teniendo en cuenta dicha distribución hubiera proporcionado información más específica para cada test y la zona inervada por cada uno de los nervios.

6.7.3. Sesgos de confusión

Durante la realización de los test neurodinámicos, no se puede obviar la posible presencia de un efecto movilización, que podría implicar una alteración en el resultado tras la repetición de los test, como queda explicado en los epígrafes previos de la discusión.

7.8. Aportaciones del estudio

Este estudio:

- Provee datos sobre el comportamiento neurodinámico del miembro superior parético tras un DCA, que hacen pensar en la posible existencia de dificultades

para la adaptación al movimiento de los nervios mediano, radial y cubital tras un DCA.

- Analiza la relación entre los datos obtenidos de evaluación físico-funcional ampliamente utilizados (ARAT, EVA, MAS) con el comportamiento neurodinámico del nervio del MS tras DCA, que permiten ver la implicación del SNP en la funcionalidad, el dolor o la hipertonia del MS tras DCA.
- Plantea la utilización de los test neurodinámicos como herramienta para la evaluación físico-funcional de pacientes con DCA, dando también un primer apoyo a su introducción en el tratamiento clínico en neurorrehabilitación.

7

Conclusiones

7 Conclusiones

Tras un estudio detallado de los resultados y de la oportuna discusión de los mismos, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- La alta positividad en la diferenciación estructural, el parámetro que permite saber si la tensión y otra sintomatología que aparece en el test neurodinámico está relacionada con el nervio periférico o con otras estructuras musculoesqueléticas, para todos los nervios del MS afecto hace pensar en una alteración de la biomecánica del nervio periférico tras el DCA.
- 2.- No se puede aseverar con rotundidad que esta alteración neurodinámica tras el DCA solo afecte al MS afecto, puesto que la asimetría inter-miembros en los test neurodinámicos no es suficiente para ser descrita como clínicamente relevante. Sí es tendente a ello para el nervio cubital en el test ULNT3.
- 3.- Las variables que afectan al resultado de los test neurodinámicos en sujetos sanos, tales como diabetes, dominancia o edad del paciente, no son un factor diferenciador en los pacientes con DCA.
- 4.- Existe relación entre algunas variables neurodinámicas y algunas variables de evaluación físico-funcional del paciente con DCA, concretamente entre las siguientes:
 - Hipertonía y positividad del test ULNT1 para el nervio mediano.
 - Hipertonía y asimetría en el test ULNT2b para el nervio radial.
 - Rango máximo alcanzado durante la evaluación del test ULNT2b y funcionalidad del miembro superior afecto.
 - Asimetría de rangos máximos en el test ULNT3 para cubital y percepción subjetiva del dolor en la extremidad hemiparética.
- 5.- Existe una tendencia clara, aunque no estadísticamente significativa, al aumento de la funcionalidad de MS a la par que se produce un aumento del rango máximo alcanzado en el test ULNT3 para el nervio cubital.

8

Bibliografía

8 Bibliografía

1. What is ABI? | OBIA - Ontario Brain Injury Association. Accessed February 28, 2015. <http://obia.ca/what-is-abi/>
2. American Stroke Association. Effects of Stroke. www.stroke.org. Accessed December 7, 2019. <https://www.stroke.org/en/about-stroke/effects-of-stroke>
3. Castellanos-Pinedo F, Cid-Gala M, Duque P, Ramirez-Moreno JM, Zurdo-Hernández JM, Grupo de Trabajo del Plan de Atención al Daño Cerebral Sobvenido de Extremadura. Acquired brain injury: a proposal for its definition, diagnostic criteria and classification. *Rev Neurol*. 2012;54(6):357-366.
4. Mar J, Arrospe A, Begiristain JM, Larrañaga I, Elosegui E, Oliva-Moreno J. The impact of acquired brain damage in terms of epidemiology, economics and loss in quality of life. *BMC Neurol*. 2011;11:46. doi:10.1186/1471-2377-11-46
5. Dewey HM, Sherry LJ, Collier JM. Stroke rehabilitation 2007: what should it be? *Int J Stroke Off J Int Stroke Soc*. 2007;2(3):191-200. doi:10.1111/j.1747-4949.2007.00146.x
6. Pascual-Castroviejo, I. Plasticidad Cerebral. *Rev Neurol*. 1996;24:1361-1366.
7. Shacklock M. *Clinical Neurodynamics: A New System of Musculoskeletal Treatment*. Elsevier Health Sciences; 2005.
8. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther*. 2000;5(4):214-222. doi:10.1054/math.2000.0355
9. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, Vincent KR, George SZ. A randomized sham-controlled trial of a neurodynamic technique in the treatment of carpal tunnel syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(10):709-723. doi:10.2519/jospt.2009.3117
10. Heebner ML, Roddey TS. The effects of neural mobilization in addition to standard care in persons with carpal tunnel syndrome from a community hospital. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2008;21(3):229-240; quiz 241. doi:10.1197/j.jht.2007.12.001
11. Antolinos-Campillo PJ, Oliva-Pascual-Vaca A, Rodríguez-Blanco C, Heredia-Rizo AM, Espí-López GV, Ricard F. Short-term changes in median nerve neural tension after a suboccipital muscle inhibition technique in subjects with cervical whiplash: a randomised controlled trial. *Physiotherapy*. 2014;100(3):249-255. doi:10.1016/j.physio.2013.09.005
12. Savva C, Giakas G. The effect of cervical traction combined with neural mobilization on pain and disability in cervical radiculopathy. A case report. *Man Ther*. 2013;18(5):443-446. doi:10.1016/j.math.2012.06.012
13. Villafañe JH, Silva GB, Chiarotto A, Ragusa OLF. Botulinum toxin type A combined with neurodynamic mobilization for upper limb spasticity after stroke: a case report. *J Chiropr Med*. 2012;11(3):186-191. doi:10.1016/j.jcm.2012.05.009

14. Castilho J, Ferreira LAB, Pereira WM, Neto HP, Morelli JG da S, Brandalize D, Kerppers II, Oliveira CS. Analysis of electromyographic activity in spastic biceps brachii muscle following neural mobilization. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(3):364-368. doi:10.1016/j.jbmt.2011.12.003
15. Lorentzen J, Nielsen D, Holm K, Baagøe S, Grey MJ, Nielsen JB. Neural tension technique is no different from random passive movements in reducing spasticity in patients with traumatic brain injury. *Disabil Rehabil.* 2012;34(23):1978-1985. doi:10.3109/09638288.2012.665132
16. Godoi J, Kerppers II, Rossi LP, Corrêa FI, Costa RV, Corrêa JCF, Oliveira CS. Electromyographic analysis of biceps brachii muscle following neural mobilization in patients with stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2010;50(1):55-60.
17. Wolny T, Saulicz E, Gnat R, Kokosz M. Butler's neuromobilizations combined with proprioceptive neuromuscular facilitation are effective in reducing of upper limb sensory in late-stage stroke subjects: a three-group randomized trial. *Clin Rehabil.* 2010;24(9):810-821. doi:10.1177/0269215510367561
18. Wolny, T SE. Effectiveness of Neuromobilisation in Upper Limb Discriminatory Sense Rehabilitation in Late-Stage Post-Stroke Patients. Effektivität von Neuromobilisation bei Rehabilitation von Störungen der taktilen Diskriminierung der oberen paretischen Extremität bei Patienten in einem späten Zeitpunkt nach Schlaganfall. *Phys Med Rehabil Kurortmed.* Published online 2014. doi:10.1055/s-0033-1355344
19. Quezada M. El daño cerebral adquirido (DCA) en España: Principales resultados a partir de la encuesta EDAD-2008. *Bol Obs Estatal Discapac.* 2011;3:39-59.
20. Thorvaldsen P, Kuulasmaa K, Rajakangas AM, Rastenyte D, Sarti C, Wilhelmsen L. Stroke trends in the WHO MONICA project. *Stroke.* 1997;28(3):500-506. doi:10.1161/01.str.28.3.500
21. Instituto Nacional de Estadística. Defunciones por causas (lista detallada), sexo y edad . Accessed December 7, 2019. <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t15/p417/a2017/l0/&file=01000.px&L=0>
22. Menon DK, Schwab K, Wright DW, Maas AI, Demographics and Clinical Assessment Working Group of the International and Interagency Initiative toward Common Data Elements for Research on Traumatic Brain Injury and Psychological Health. Position statement: definition of traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(11):1637-1640. doi:10.1016/j.apmr.2010.05.017
23. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo de la Comunidad de Madrid. Guía de Práctica Clínica para el manejo de pacientes con Ictus en Atención Primaria. Published online 2009.
24. Álvarez Sabín J. *Después Del Ictus [Texto Impreso]: Guía Práctica Para El Paciente y Sus Cuidadores.* Edide; 1997.
25. Grupo de trabajo sobre intervenciones de rehabilitación en traumatismo craneoencefálico. Intervenciones de rehabilitación en traumatismo craneoencefálico: consenso multidisciplinar. Published online 2010.

26. Royal Society of Physicians of United Kingdom. *Rehabilitation Following Acquired Brain Injury: National Clinical Guidelines*. Royal College of Physicians; 2003.
27. Lautenbacher S, Fillingim RB. *Pathophysiology of Pain Perception*. Springer Science & Business Media; 2004.
28. Atención y negligencia: bases neurológicas, evaluación y trastornos - Revista de Neurología. Accessed May 30, 2015.
<http://www.revneurolog.com/sec/resumen.php?id=99645>
29. Worthington A, Wood RL. Apathy following traumatic brain injury: A review. *Neuropsychologia*. 2018;118(Pt B):40-47. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.012
30. Ernst E. A review of stroke rehabilitation and physiotherapy. *Stroke*. 1990;21(7):1081-1085. doi:10.1161/01.STR.21.7.1081
31. Turner-Stokes L, Wade D. Rehabilitation following acquired brain injury: concise guidance. *Clin Med Lond Engl*. 2004;4(1):61-65. doi:10.7861/clinmedicine.4-1-61
32. Turner-Stokes L, Pick A, Nair A, Disler PB, Wade DT. Multi-disciplinary rehabilitation for acquired brain injury in adults of working age. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(12). doi:10.1002/14651858.CD004170.pub3
33. Winstein Carolee J., Stein Joel, Arena Ross, Bates Barbara, Cherney Leora R., Cramer Steven C., Deruyter Frank, Eng Janice J., Fisher Beth, Harvey Richard L., Lang Catherine E., MacKay-Lyons Marilyn, Ottenbacher Kenneth J., Pugh Sue, Reeves Mathew J., Richards Lorie G., Stiers William, Zorowitz Richard D. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery. *Stroke*. 2016;47(6):e98-e169. doi:10.1161/STR.0000000000000098
34. Grupo de Estudio de Neurofisioterapia. ¿Quiénes somos? Accessed December 7, 2019.
<http://neurofisio.sen.es/>
35. Cuadrado ÁA. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. *Galicia Clínica*. 2009;70(3):25-40.
36. Cabeza AS. Terapia Ocupacional y Daño Cerebral Adquirido. *Acción Psicológica*. 2007;4(3):27-33.
37. Bender A, Adrion C, Fischer L, Huber M, Jawny K, Straube A, Mansmann U. Long-term Rehabilitation in Patients With Acquired Brain Injury: A Randomized Controlled Trial of an Intensive, Participation-Focused Outpatient Treatment Program. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113(38):634. doi:10.3238/arztebl.2016.0634
38. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol*. 2009;8(8):741-754. doi:10.1016/S1474-4422(09)70150-4
39. Jones TA. Motor compensation and its effects on neural reorganization after stroke. *Nat Rev Neurosci*. 2017;18(5):267-280. doi:10.1038/nrn.2017.26
40. Levin MF, Kleim JA, Wolf SL. What Do Motor “Recovery” and “Compensation” Mean in Patients Following Stroke? *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):313-319. doi:10.1177/1545968308328727

41. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, Halfens J, Geurts ACH, Kwakkel G. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke J Cereb Circ.* 2009;40(4):e89-97. doi:10.1161/STROKEAHA.108.533828
42. Gray C, Ford C. *Bobath Therapy for Patients with Neurological Conditions: A Review of Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness, and Guidelines.* Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2018. Accessed December 9, 2019. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538920/>
43. Ruiz MCU, Peña CM, Zuluaga M a. A. La Técnica Perfetti Como Estrategia Neurorestaurativa Para Mejorar El Balance Y La Marcha En Pacientes Con Secuelas Crónicas De Accidente Cerebro Vascular. *Umbral Científico.* Published 2009. Accessed May 30, 2015. <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=30415144007>
44. Jang SH, Kim Y-H, Cho S-H, Lee J-H, Park J-W, Kwon Y-H. Cortical reorganization induced by task-oriented training in chronic hemiplegic stroke patients. *Neuroreport.* 2003;14(1):137-141. doi:10.1097/01.wnr.0000051544.96524.f2
45. Flórez García, M.T. Intervenciones para mejorar la función motora en el paciente con ictus. *Rehabilitación.* 2000;34(6):423-437.
46. Díaz L, González ABP, Gueita J. Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano.: ¿Alternativa en pacientes post-ictus? *Fisioterapia.* 2011;33(6):273-277.
47. Taub E. Movement in nonhuman primates deprived of somatosensory feedback. *Exerc Sport Sci Rev.* 1976;4:335-374.
48. Foundation NS. Clinical guidelines for stroke prevention and management. National Stroke Foundation. Accessed May 30, 2015. <http://strokefoundation.com.au/health-professionals/tools-and-resources/clinical-guidelines-for-stroke-prevention-and-management/>
49. Chinchetru G, C M, Velasco Ayuso S, Amat Román C. Síndromes dolorosos en relación con el accidente cerebrovascular: dolor de hombro y dolor central. *Rehabilitación.* 2000;34(6):459-467.
50. Boyd BS, Nee RJ, Smoot B. Safety of lower extremity neurodynamic exercises in adults with diabetes mellitus: a feasibility study. *J Man Manip Ther.* 2017;25(1):30-38. doi:10.1080/10669817.2016.1180772
51. Schmid AB, Brunner F, Luomajoki H, Held U, Bachmann LM, Künzer S, Coppieters MW. Reliability of clinical tests to evaluate nerve function and mechanosensitivity of the upper limb peripheral nervous system. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:11. doi:10.1186/1471-2474-10-11
52. Van Hoof T, Vangestel C, Shacklock M, Kerckaert I, D'Herde K. Asymmetry of the ULNT1 elbow extension range-of-motion in a healthy population: consequences for clinical practice and research. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* 2012;13(3):141-149. doi:10.1016/j.ptsp.2011.09.003

53. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(11):780-790. doi:10.2519/jospt.2009.3002
54. Beneciuk JM, Bishop MD, George SZ. Effects of upper extremity neural mobilization on thermal pain sensitivity: a sham-controlled study in asymptomatic participants. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(6):428-438. doi:10.2519/jospt.2009.2954
55. Knapik JJ, Reynolds K, Orr R, Pope R. Load Carriage-Related Paresthesias (Part 2): Meralgia Paresthetica. *J Spec Oper Med Peer Rev J SOF Med Prof.* 2017;17(1):94-100.
56. Nee RJ, Jull GA, Vicenzino B, Coppieters MW. The validity of upper-limb neurodynamic tests for detecting peripheral neuropathic pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(5):413-424. doi:10.2519/jospt.2012.3988
57. Nee RJ, Yang C-H, Liang C-C, Tseng G-F, Coppieters MW. Impact of order of movement on nerve strain and longitudinal excursion: a biomechanical study with implications for neurodynamic test sequencing. *Man Ther.* 2010;15(4):376-381. doi:10.1016/j.math.2010.03.001
58. Bove GM, Ransil BJ, Lin H-C, Leem J-G. Inflammation induces ectopic mechanical sensitivity in axons of nociceptors innervating deep tissues. *J Neurophysiol.* 2003;90(3):1949-1955. doi:10.1152/jn.00175.2003
59. Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve compression. *Hand Clin.* 2002;18(2):231-241. doi:10.1016/s0749-0712(01)00012-9
60. Baselgia LT, Bennett DL, Silbiger RM, Schmid AB. Negative Neurodynamic Tests Do Not Exclude Neural Dysfunction in Patients With Entrapment Neuropathies. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(3):480-486. doi:10.1016/j.apmr.2016.06.019
61. Butler DS. *The Sensitive Nervous System.* Noigroup Publications; 2000.
62. Vargas A, López M, Lillo C, Vargas MJ. The Edwin Smith papyrus in the history of medicine. *Rev Médica Chile.* 2012;140(10):1357-1362. doi:10.4067/S0034-98872012001000020
63. González FRF FS. Papiro de Edwin Smith. *An Méd.* 2005;50(1):43-48.
64. Archivo:Edwin Smith Papyrus v2.jpg - Wikipedia, la enciclopedia libre. Accessed February 19, 2020. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edwin_Smith_Papyrus_v2.jpg
65. Butler DS. *Movilización del Sistema Nervioso.* Editorial Paidotribo; 2002.
66. Charnley J. Orthopaedic signs in the diagnosis of disc protrusion. With special reference to the straight-leg-raising test. *Lancet.* 1951;1(6648):186-192.
67. Sugar O. Charles Lasègue and his "Considerations on Sciatica." *JAMA.* 1985;253(12):1767-1768.
68. Breig A. *Adverse Mechanical Tension in the Central Nervous System: An Analysis of Cause and Effect : Relief by Functional Neurosurgery.* Almqvist & Wiksell International; 1974.

69. Elvey R. Brachial plexus tension tests and the pathoanatomical origin of arm pain. *Asp Manip Ther*. Published online 1979:105-110.
70. Quintner JL. A study of upper limb pain and paraesthesiae following neck injury in motor vehicle accidents: assessment of the brachial plexus tension test of Elvey. *Br J Rheumatol*. 1989;28(6):528-533. doi:10.1093/rheumatology/28.6.528
71. Butler D, Gifford L. The Concept of Adverse Mechanical Tension in the Nervous System Part 1: Testing for "Dural tension." *Physiotherapy*. 1989;75(11):622-629. doi:10.1016/S0031-9406(10)62374-7
72. Butler D. *Mobilisation of the Nervous System, 1e*. Churchill Livingstone; 1991.
73. Michael Shacklock. *Clinical Neurodynamics: A New System of Neuromusculoskeletal Treatment, 1e*. Edición: Pap/Cdr. Butterworth-Heinemann; 2005.
74. Butler DS, Moseley GL. *Explain Pain*. Noigroup Publications; 2013.
75. Oliveira CB, Maher CG, Pinto RZ, Traeger AC, Lin C-WC, Chenot J-F, van Tulder M, Koes BW. Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview. *Eur Spine J*. 2018;27(11):2791-2803. doi:10.1007/s00586-018-5673-2
76. López-Cubas C. Consideraciones para la positividad en las pruebas neurodinámicas. *Fisioterapia y Divulgación. Fisioter Divulg*. 2014;2(4):32-9. Accessed December 10, 2019. https://www.researchgate.net/publication/301540653_Lopez-Cubas_C_Consideraciones_para_la_positividad_en_las_pruebas_neurodinamicas_Fisioterapia_y_Divulgacion_20142432-9
77. Schmid AB, Hailey L, Tampin B. Entrapment Neuropathies: Challenging Common Beliefs With Novel Evidence. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018;48(2):58-62. doi:10.2519/jospt.2018.0603
78. Jepsen JR, Laursen LH, Hagert C-G, Kreiner S, Larsen AI. Diagnostic accuracy of the neurological upper limb examination I: Inter-rater reproducibility of selected findings and patterns. *BMC Neurol*. 2006;6:8. doi:10.1186/1471-2377-6-8
79. Coppieters MW, Stappaerts KH, Wouters LL, Janssens K. Aberrant protective force generation during neural provocation testing and the effect of treatment in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2003;26(2):99-106. doi:10.1067/mmt.2003.16
80. Lohkamp M, Small K. Normal response to Upper Limb Neurodynamic Test 1 and 2A. *Man Ther*. 2011;16(2):125-130. doi:10.1016/j.math.2010.07.008
81. Vanti C, Conteddu L, Guccione A, Morsillo F, Parazza S, Viti C, Pillastrini P. The Upper Limb Neurodynamic Test 1: intra- and intertester reliability and the effect of several repetitions on pain and resistance. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010;33(4):292-299. doi:10.1016/j.jmpt.2010.03.003
82. Murphy DR, Hurwitz EL, Gerrard JK, Clary R. Pain patterns and descriptions in patients with radicular pain: Does the pain necessarily follow a specific dermatome? *Chiropr Osteopat*. 2009;17:9. doi:10.1186/1746-1340-17-9

83. Dilley A, Lynn B, Pang SJ. Pressure and stretch mechanosensitivity of peripheral nerve fibres following local inflammation of the nerve trunk. *Pain*. 2005;117(3):462-472. doi:10.1016/j.pain.2005.08.018
84. Hall TM, Elvey RL. Nerve trunk pain: physical diagnosis and treatment. *Man Ther*. 1999;4(2):63-73. doi:10.1054/math.1999.0172
85. Liao Y-Y, Lee W-N, Lee M-R, Chen W-S, Chiou H-J, Kuo T-T, Yeh C-K. Carpal tunnel syndrome: US strain imaging for diagnosis. *Radiology*. 2015;275(1):205-214. doi:10.1148/radiol.14140017
86. López CR. Análisis ecográfico del deslizamiento del nervio mediano en pacientes con accidente cerebrovascular en comparación con un grupo control. Published online 2017. Accessed June 20, 2020. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110803>
87. Fornage BD. Peripheral nerves of the extremities: imaging with US. *Radiology*. 1988;167(1):179-182. doi:10.1148/radiology.167.1.3279453
88. Greening J, Dilley A, Lynn B. In vivo study of nerve movement and mechanosensitivity of the median nerve in whiplash and non-specific arm pain patients. *Pain*. 2005;115(3):248-253. doi:10.1016/j.pain.2005.02.023
89. Coppieters 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. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(3):164-171. doi:10.2519/jospt.2009.2913
90. Miyamoto H, Morizaki Y, Kashiyama T, Tanaka S. Grey-scale sonography and sonoelastography for diagnosing carpal tunnel syndrome. *World J Radiol*. 2016;8(3):281-287. doi:10.4329/wjr.v8.i3.281
91. Coppieters MW, Butler DS. Do “sliders” slide and “tensioners” tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther*. 2008;13(3):213-221. doi:10.1016/j.math.2006.12.008
92. Dilley A, Lynn B, Greening J, DeLeon N. Quantitative in vivo studies of median nerve sliding in response to wrist, elbow, shoulder and neck movements. *Clin Biomech*. 2003;18(10):899-907. doi:10.1016/S0268-0033(03)00176-1
93. Dorland. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. Edición: 32nd. Saunders; 2011.
94. Moreno Benavides C, Velásquez-Torres A, Amador-Muñoz DP, López-Guzmán S. *El Nervio Periférico: Estructura y Función*. 1st ed. Editorial Universidad del Rosario; 2016. Accessed January 28, 2020. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1qft20b>
95. Stephano JLQ. *Neurofisiología básica*. Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2000.
96. Testut L, Latarjet A. *Compendio De Anatomía Descriptiva*. Edición: 4th revised. Salvat Editores, S.A.; 1998.
97. Rouvière H. *Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1. Cabeza y cuello*. Edición: 11. Elsevier-Masson; 2005.

98. Comité Federal sobre la Terminología Anatómica, Sociedad Anatómica Española. *Terminología Anatómica*. Ed. Médica Panamericana; 2001.
99. Rouvière H. *Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3. Miembros*. Edición: 11. Elsevier-Masson; 2005.
100. Carter HV, Gray H, Book S this. *The Cutaneous Innervation of the Right Upper Limb.*; 1858. Accessed January 26, 2020. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray812and814.svg>
101. Captain-n00dle B svg: *Brachial_plexus.jpg: O uploader was M at en wikipediaderivative work: *English: Anterior View of Right Brachial Plexus. Illustration. Modified by Mattopaedia on 02-Jan-2006 from the 1918 Edition of Gray's Anatomy. Original Unmodified Image Sourced from Http://Www.Bartleby.Com/107. Migrated to Vector (.Sv) Image on 11-November-2009 by Captain-N00dle. Simplified Image on 30-November-2009 by MissMJ.*; 2010. Accessed January 26, 2020. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brachial_plexus_2_es.svg#mw-jump-to-license
102. Netter FH, García VG. *Atlas de anatomía humana - 6ª Edición*. Edición: 6. Elsevier Masson; 2015.
103. Selmonosky CA, Poblete S R. El diagnóstico del síndrome del opérculo torácico: Mitos y realidades. *Rev Chil Cir.* 2008;60(3):255-261. doi:10.4067/S0718-40262008000300016
104. Carter HV, Gray H, Book S this. *Nerves of Left Upper Extremity.*; 1858. Accessed January 26, 2020. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nerves_of_the_left_upper_extremity.gif
105. Thatte MR, Mansukhani KA. Compressive neuropathy in the upper limb. *Indian J Plast Surg Off Publ Assoc Plast Surg India.* 2011;44(2):283-297. doi:10.4103/0970-0358.85350
106. Boileau G John Charles. *An Anatomical Illustration from An Atlas of Anatomy/by Regions 1962*. Accessed January 26, 2020. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grant_1962_61.png
107. Carter HV, Gray H, Book S this. *Anatomy of the Human Body.*; 1858. Accessed January 26, 2020. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray1235_\(English\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray1235_(English).svg)
108. Jaberzadeh S, Zoghi M. Mechanosensitivity of the median nerve in patients with chronic carpal tunnel syndrome. *J Bodyw Mov Ther.* 2013;17(2):157-164. doi:10.1016/j.jbmt.2012.08.004
109. Kenneally M. The upper limb tension test : The SLR test of the arm. *ClinPhysTher.* 1988;17:167-174.
110. Davis DS, Anderson IB, Carson MG, Elkins CL, Stuckey LB. Upper Limb Neural Tension and Seated Slump Tests: The False Positive Rate among Healthy Young Adults without Cervical or Lumbar Symptoms. *J Man Manip Ther.* 2008;16(3):136-141.
111. 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 J Res Clin Phys Ther.* 2002;7(3):146-156. doi:10.1002/pri.251

112. Yaxley GA, Jull GA. A modified upper limb tension test: An investigation of responses in normal subjects. *Aust J Physiother.* 1991;37(3):143-152. doi:10.1016/S0004-9514(14)60536-5
113. Marsico P, Tal-Akabi A, van Hedel HJA. The relevance of nerve mobility on function and activity in children with Cerebral Palsy. *BMC Neurol.* 2016;16. doi:10.1186/s12883-016-0715-z
114. Kilgour GM, McNair PJ, Stott NS. Range of motion in children with spastic diplegia, GMFCS I-II compared to age and gender matched controls. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2005;25(3):61-79.
115. Marsico P, Tal-Akabi A, Van Hedel HJA. Reliability and practicability of the straight leg raise test in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(2):173-179. doi:10.1111/dmcn.12797
116. Díez Valdés S, Vega JA, Martínez-Pubil JA. Upper Limb Neurodynamic Test 1 in patients with Acquired Brain Injury: a cross-sectional study. *Brain Inj.* 2019;33(8):1039-1044. doi:10.1080/02699052.2019.1606441
117. Stone L, E. Keenan MA. Peripheral Nerve Injuries in the Adult with Traumatic Brain Injury. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;233:136–144.
118. Frascarelli M, Frascarelli F, Gentile MG, Serrao M, De Santis F, Pierelli F, Santilli V. Entrapment neuropathy in patients with spastic cerebral palsy. *Acta Neurol Scand.* 2005;112(3):178-182. doi:10.1111/j.1600-0404.2005.00468.x
119. Pollock M, Nukada H, Allpress S, Calder C, Mackinnon M. Peripheral nerve morphometry in stroke patients. *J Neurol Sci.* 1984;65(3):341-352. doi:10.1016/0022-510x(84)90097-2
120. Mete G, Atalay A, Yemişçi OU, Karataş M, Turhan N. Unrecognized peripheral nerve lesions in a traumatic brain injury patient. *Turk Neurosurg.* 2007;17(1):45-47.
121. Philip PA, Philip M. Peripheral nerve injuries in children with traumatic brain injury. *Brain Inj.* 1992;6(1):53-58. doi:10.3109/02699059209008122
122. İsnaç F, Aşkin A, Şengül İ, Demirdal ÜS, Tosun A. Ultrasonographic and electrophysiologic evaluation of median and ulnar nerves in chronic stroke patients with upper extremity spasticity. *Somatosens Mot Res.* 2019;36(2):144-150. doi:10.1080/08990220.2019.1632181
123. Picelli A, Tamburin S, Berto G, Chemello E, Gandolfi M, Saltuari L, Waldner A, Smania N. Electrodiagnostic and nerve ultrasonographic features in upper limb spasticity: an observational study. *Funct Neurol.* 2017;32(3):119-122. doi:10.11138/FNeur/2017.32.3.119
124. Uğurlu FG, Tiftik T, Kara M, Türkkın C, Ersöz M, Akkuş S, Özçakar L. Ultrasonographic evaluation of the median and sciatic nerves in hemiplegic patients after stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015;94(6):429-435. doi:10.1097/PHM.0000000000000207
125. Odabas FO, Sayın R, Milanlıoğlu A, Tombul T, Cögen EE, Yildirim G. Electrophysiological analysis of entrapment neuropathies developed in acute and subacute period in paretic

- and non-paretic extremities in patients with stroke. *JPMA J Pak Med Assoc.* 2012;62(7):649-652.
126. Kabayel L, Balci K, Turgut N, Kabayel DD. Development of entrapment neuropathies in acute stroke patients. *Acta Neurol Scand.* 2009;120(1):53-58. doi:10.1111/j.1600-0404.2008.01122.x
 127. Bowden JL, Taylor JL, McNulty PA. Voluntary Activation is Reduced in Both the More- and Less-Affected Upper Limbs after Unilateral Stroke. *Front Neurol.* 2014;5:239. doi:10.3389/fneur.2014.00239
 128. Paoloni M, Volpe B, Mangone M, Ioppolo F, Santilli V. Peripheral nerve conduction abnormalities in nonparetic side of ischemic stroke patients. *J Clin Neurophysiol Off Publ Am Electroencephalogr Soc.* 2010;27(1):48-51. doi:10.1097/WNP.0b013e3181cb42ae
 129. Shinoda M, Abe M. Ultrasound measurements of the median nerve at the carpal tunnel in ambulant chronic stroke patients: comparison between paretic and non-paretic sides. *J Phys Ther Sci.* 2019;31(12):997-1001. doi:10.1589/jpts.31.997
 130. Hunkar R, Balci K. Entrapment Neuropathies in Chronic Stroke Patients. *J Clin Neurophysiol.* 2012;29(1):96-100. doi:10.1097/WNP.0b013e318246b73d
 131. Lin C, Loochtan AI, Dresser B, Chang J, Farjat AE, Choudhury K, Hobson-Webb LD. Is carpal tunnel syndrome present in acute stroke patients? An investigative study using clinical and imaging screening tools. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas.* 2017;39:111-113. doi:10.1016/j.jocn.2017.01.006
 132. Moghtaderi A, Dahmardeh M, Dabiri S. Subclinical carpal tunnel syndrome in patients with acute stroke. *Iran J Neurol.* 2012;11(3):91-95.
 133. Sato Y, Kaji M, Tsuru T, Oizumi K. Carpal tunnel syndrome involving unaffected limbs of stroke patients. *Stroke.* 1999;30(2):414-418. doi:10.1161/01.str.30.2.414
 134. De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Ambite-Quesada S, Gil-Crujera A, Puente-dura EJ, Valenza MC, Fernández-de-las-Peñas C. Response of pain intensity to soft tissue mobilization and neurodynamic technique: a series of 18 patients with chronic carpal tunnel syndrome. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012;35(6):420-427. doi:10.1016/j.jmpt.2012.06.002
 135. Díez-Valdés S. Neurodinámica en espasticidad tras Daño Cerebral Adquirido (DCA): revisión bibliográfica. In: ; 2016. http://www.postersessiononline.es/312191188_es/congresos/68rasen/aula/-c50H_50_68rasen.pdf
 136. Castilho J, Ferreira LAB, Pereira WM, Neto HP, Morelli JG da S, Brandalize D, Kerppers II, Oliveira CS. Analysis of electromyographic activity in spastic biceps brachii muscle following neural mobilization. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(3):364-368. doi:10.1016/j.jbmt.2011.12.003
 137. Effects of dynamic neural mobilization on cerebral cortical activity in patients with stroke. Accessed February 18, 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6047958/>

138. Johnson C. Measuring Pain. Visual Analog Scale Versus Numeric Pain Scale: What is the Difference? *J Chiropr Med*. 2005;4(1):43-44. doi:10.1016/S0899-3467(07)60112-8
139. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987;67(2):206-207.
140. NB Lincoln JJ. Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment for Stroke Patients. *Physiotherapy*. 1998;84(8):358-365. doi:10.1016/S0031-9406(05)61454-X
141. Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, Kim I-H, di Bella P, Johnson G. Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: a multicentre study. *Clin Rehabil*. 2005;19(4):404-411.
142. Connell LA, Tyson SF. Clinical reality of measuring upper-limb ability in neurologic conditions: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(2):221-228. doi:10.1016/j.apmr.2011.09.015
143. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Rev Esp Salud Pública*. 1997;71(2):127-137.
144. Chiu W-T, Huang S-J, Hwang H-F, Tsauo J-Y, Chen C-F, Tsai S-H, Lin M-R. Use of the WHOQOL-BREF for evaluating persons with traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2006;23(11):1609-1620. doi:10.1089/neu.2006.23.1609
145. Boyd BS. Common interlimb asymmetries and neurogenic responses during upper limb neurodynamic testing: implications for test interpretation. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2012;25(1):56-63; quiz 64. doi:10.1016/j.jht.2011.09.004
146. Norkin CC, White DJ. *Manual de goniometría: Evaluación de la movilidad articular (Color)*. Paidotribo; 2019.
147. Milanese S, Gordon S, Buettner P, Flavell C, Ruston S, Coe D, O'Sullivan W, McCormack S. Reliability and concurrent validity of knee angle measurement: smart phone app versus universal goniometer used by experienced and novice clinicians. *Man Ther*. 2014;19(6):569-574. doi:10.1016/j.math.2014.05.009
148. Goodwin J, Clark C, Deakes J, Burdon D, Lawrence C. Clinical methods of goniometry: a comparative study. *Disabil Rehabil*. 1992;14(1):10-15. doi:10.3109/09638289209166420
149. Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurements. *Phys Ther*. 1983;63(10):1611-1615. doi:10.1093/ptj/63.10.1611
150. Fish DR, Wingate L. Sources of Goniometric Error at the Elbow. *Phys Ther*. 1985;65(11):1666-1670. doi:10.1093/ptj/65.11.1666
151. Leoni D, Storer D, Gatti R, Egloff M, Barbero M. Upper Limb Neurodynamic Test 1 on Healthy Individuals: Intra- and Intersession Reliability of the Angle between Pain Onset and Submaximal Pain. *Pain Res Manag*. 2016;2016. doi:10.1155/2016/9607262
152. Petersen SM, Covill LG. Reliability of the radial and ulnar nerve biased upper extremity neural tissue provocation tests. *Physiother Theory Pract*. 2010;26(7):476-482. doi:10.3109/09593981003607629

153. Tong MMY, Liu VC-H, Hall T. Side-to-side elbow range of movement variability in an ulnar neurodynamic test sequence variant in asymptomatic people. *Hong Kong Physiother J.* 2018;38(2):133-139. doi:10.1142/S1013702518500117
154. Hayes K, Walton JR, Szomor ZR, Murrell GA. Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion. *Aust J Physiother.* 2001;47(4):289-294. doi:10.1016/s0004-9514(14)60274-9
155. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(3):306-313.
156. Van Rijn SF, Zwerus EL, Koenraadt KL, Jacobs WC, van den Bekerom MP, Eygendaal D. The reliability and validity of goniometric elbow measurements in adults: A systematic review of the literature. *Shoulder Elb.* 2018;10(4):274-284. doi:10.1177/1758573218774326
157. Covill LG, Petersen SM. Upper extremity neurodynamic tests: range of motion asymmetry may not indicate impairment. *Physiother Theory Pract.* 2012;28(7):535-541. doi:10.3109/09593985.2011.641198
158. 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.* 2014;19(4):338-342. doi:10.1016/j.math.2014.03.005
159. Petersen CM, Zimmermann CL, Hall KD, Przechera SJ, Julian JV, Coderre NN. Upper limb neurodynamic test of the radial nerve: a study of responses in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* 2009;22(4):344-353; quiz 354. doi:10.1016/j.jht.2009.05.001
160. Manvell JJ, Manvell N, Snodgrass SJ, Reid SA. Improving the radial nerve neurodynamic test: An observation of tension of the radial, median and ulnar nerves during upper limb positioning. *Man Ther.* 2015;20(6):790-796. doi:10.1016/j.math.2015.03.007
161. Martínez MDA, Cubas CL, Girbés EL. Ulnar nerve neurodynamic test: study of the normal sensory response in asymptomatic individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(6):450-456. doi:10.2519/jospt.2014.5207
162. Jensen W, Andersen OK, Akay M. *Replace, Repair, Restore, Relieve - Bridging Clinical and Engineering Solutions in Neurorehabilitation: Proceedings of the 2nd International ... 24-26 June, 2014.* Edición: 2014. Springer; 2014.
163. Oskay D, Meriç A, Kirdi N, Firat T, Ayhan C, Leblebicioğlu G. Neurodynamic mobilization in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome: long-term follow-up of 7 cases. *J Manipulative Physiol Ther.* 2010;33(2):156-163. doi:10.1016/j.jmpt.2009.12.001
164. Cieza A, Stucki G. Content comparison of health-related quality of life (HRQOL) instruments based on the international classification of functioning, disability and health (ICF). *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil.* 2005;14(5):1225-1237. doi:10.1007/s11136-004-4773-0
165. Lucas-Carrasco R, Laidlaw K, Power MJ. Suitability of the WHOQOL-BREF and WHOQOL-OLD for Spanish older adults. *Aging Ment Health.* 2011;15(5):595-604. doi:10.1080/13607863.2010.548054

166. Bonomi AE, Patrick DL, Bushnell DM, Martin M. Validation of the United States' version of the World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) instrument. *J Clin Epidemiol.* 2000;53(1):1-12. doi:10.1016/s0895-4356(99)00123-7
167. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity during lower extremity neurodynamic testing is diminished in individuals with Type 2 Diabetes Mellitus and peripheral neuropathy: a cross sectional study. *BMC Neurol.* 2010;10:75. doi:10.1186/1471-2377-10-75
168. Costantini M, Tunks K, Wyatt C, Zettel H, MacDermid JC. Age and upper limb tension testing affects current perception thresholds. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* 2006;19(3):307-316; quiz 317. doi:10.1197/j.jht.2006.04.015
169. Serratrice G. Contracturas musculares. *EMC - Kinesiterapia - Med Física.* 2011;32(2):1-11. doi:10.1016/S1293-2965(11)71051-9
170. (PDF) Shoulder posture and median nerve sliding. ResearchGate. Accessed June 30, 2020. https://www.researchgate.net/publication/8427999_Shoulder_posture_and_median_nerve_sliding

9

Anexos

Anexo 1: Hoja informativa y consentimiento informado de Investigación

Hoja informativa

Título del estudio: “Mecanosensibilidad del tejido nervioso del miembro superior afecto tras Daño Cerebral Adquirido (DCA)”

Investigador principal: Silvia Díez Valdés

Institución: Universidad de Oviedo

Usted ha sido invitado a participar en nuestro estudio y como tal:

Procuraremos facilitarle información sobre el desarrollo de este estudio, sus beneficios y posibles inconvenientes para que así pueda tener la información suficiente para decidir si participar o no en él mismo. Si surgiera cualquier tipo de duda o pregunta, hágalo saber a la investigadora principal o cualquier otro miembro del estudio para que pueda ser resuelta.

Una vez analizada dicha información y si decide proseguir en este estudio, le pediremos que nos de su consentimiento informado para participar en el mismo. En dicho consentimiento verificará que ha recibido la información necesaria y ha tomado la decisión voluntaria de participar en base a ella.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Introducción

Tras un Daño Cerebral Adquirido (DCA), son frecuentes los déficits físicos y motores relacionados que pueden producir una pérdida de movimiento e integración del miembro superior afecto, generada normalmente por la parálisis de los músculos de un hemicuerpo. En este estudio queremos comprobar si esta parálisis también afecta a los nervios que conectan nuestra corteza cerebral con el resto del cuerpo y distribuyen la información por el mismo. Para ello, se utilizarán test que, mediante la realización de ciertos movimientos con el miembro superior, permitirán saber si el nervio tiene una “mecanosensibilidad aumentada” que pueda condicionar su rehabilitación. Estos test son los llamados test neurodinámicos.

¿Cuáles son los objetivos de este estudio?

- Evaluar la mecosensibilidad del tejido nervioso del Miembro Superior Hemiparético de pacientes con DCA:
 - Verificando si se producen síntomas a la realización de los test neurodinámicos,
 - Analizando si la diferenciación estructural es positiva y;

- Comparando los rangos articulares con el miembro sano y los rangos normales en la población).
- Comprobar si esta sintomatología se modifica conforme sea la evolución de la patología: fases aguda, subaguda y crónica.
- Estudiar la asociación de las condiciones físicas del miembro, la independencia funcional y la calidad de vida con los resultados obtenidos en las pruebas neurodinámicas.
- Verificar si existe relación entre esta sintomatología y otras características del paciente tales como: variables sociodemográficas, sintomatología asociada a la lesión u otras patologías presentes.

¿Cuál será la intervención?

Se realizará para este estudio una evaluación del estado del miembro superior hemiparético del paciente, incluyendo varias escalas de sensibilidad, uso funcional del miembro superior, movilidad y, test neurodinámicos para miembro superior. Estos test buscan evaluar el mantenimiento de las propiedades de los nervios del miembro superior. Estas evaluaciones se realizarán comparando ambos miembros superiores.

Para llevar a cabo la evaluación se realizará una primera reunión con el objetivo de ver si el paciente cumple los requisitos para participar en el estudio y una segunda fase de evaluación completa, que será realizada preferiblemente en una sola sesión durante unos 140 minutos.

¿Qué beneficios tiene este estudio?

Este estudio, que se llevará a cabo preferentemente en una única sesión de evaluación, permitirá recolectar datos sobre el comportamiento del sistema nervioso periférico (nervios del miembro superior) tras haber sufrido un DCA. El estudio de estos datos podrá traer conclusiones que sean útiles para el tratamiento rehabilitador habitual del Miembro Superior hemiparético tras DCA.

¿Qué inconvenientes tiene este estudio?

El uso de los test de evaluación planificados no tiene efectos adversos conocidos en la actualidad. No se realizará ninguna prueba invasiva no indicada en la práctica médica habitual ni se utilizarán fármacos.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con el investigador ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento.

CONFIDENCIALIDAD

El Investigador principal del estudio es el responsable del manejo de los datos de carácter personal conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal, 15/1999, del 13 de diciembre.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código, de forma que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dicho código. Sus datos no podrán ser relacionados

con Ud., incluso aunque los resultados del estudio sean publicados. Para todo lo no previsto en este documento, se aplicará la legislación vigente.

No habrá compensación económica alguna por la participación en este estudio.

DATOS DE CONTACTO

Por favor, si necesita información adicional, contacte con la investigadora principal por cualquiera de las siguientes vías:

Investigadora principal: Silvia Díez Valdés

Teléfono: 695616199

Correo electrónico: uo194704@uniovi.es

Consentimiento informado

Título del estudio: “Mecanosensibilidad del tejido nervioso del miembro superior afecto tras Daño Cerebral Adquirido (DCA)”

Investigador principal: Silvia Díez Valdés

Institución: Universidad de Oviedo

Yo, _____ (Nombre y apellidos del paciente) con DNI/ Pasaporte _____,

Declaro que:

- He leído la hoja informativa que me ha sido entregada.
- He tenido oportunidad de realizar preguntas sobre el estudio.
- He recibido respuestas satisfactorias.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He hablado con el Investigador _____
- Entiendo que la participación es voluntaria
- Entiendo que puedo abandonar el estudio:
 - Cuando lo desee
 - Sin que tenga que dar explicaciones
 - Sin perjuicio de mi tratamiento.

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha que se abra para la investigación:

- Estos datos serán tratados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa en materia de protección de datos.
- Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podrá ejercer por solicitud ante la investigadora correspondiente en la dirección o teléfono de contacto que aparecen en este consentimiento.

Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto. Doy mi permiso solo para la extracción necesaria en la investigación de la que se me ha informado.

PRESTO MI CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO:

___ Sí

___ No

Y para dejar constancia de mi conformidad, firmo libremente a continuación:

Firma del participante: _____

Yo, _____ (investigador responsable), con DNI/ Pasaporte _____, declaro haber dado la información necesaria con respecto al estudio a realizar y la confidencialidad de los datos.

Y por ello firmo a continuación:

Firma del investigador: _____

Fecha: _____

Anexo 2: Recogida de datos: fase 1

En esta fase debe comprobarse si el paciente cumple los criterios de inclusión y verificar que no cumple los de exclusión. Para ello se pedirán informes médicos habituales y se realizarán varias pruebas:

Criterios de inclusión.

- Haber padecido algún tipo de daño cerebral adquirido (ictus, TCE, encefalitis, tumor, etc...)
- Que este DCA haya supuesto la aparición de una hemiparesia o paresia de MS.

Criterios de exclusión.

- Mostrar una espasticidad de carácter moderado o intenso (puntuación mayor o igual a 2 en la escala modificada de Ashworth: incremento del tono moderado, con resistencia a la movilización en todo el rango articular).
- Mostrar graves déficits de sensibilidad en el MS afecto (se utilizará una pequeña prueba sensitiva de ambos miembros superiores para realizar esta diferenciación).
- Padecer alguna otra enfermedad o antecedente que involucre a los miembros superiores (ya sea neurológica, reumática o traumática).
- Padecer problemas cognitivos y/ o de comunicación que alteren la libre realización de las pruebas.

DATOS BÁSICOS PARA IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

CÓDIGO ASIGNADO:

Nombre:

Apellidos:

DNI:

Teléfono:

Dirección:

Código del paciente:
Evaluador:

Paresia: Izquierda / Derecha
Fecha de evaluación:

DCA

- Tipo.
- Fecha. Tiempo de evolución.
- Zona cerebral afectada.
- Hemiparesia/paresia: IZQUIERDA / DERECHA
- Problemas de comprensión u expresión. SÍ / NO Tipo de afectación.

ENFERMEDADES CONCOMITANTES Y FÁRMACOS

- ¿Sufre alguna otra enfermedad de relevancia?
- ¿Ha sufrido alguna clase de síntoma fuera de lo normal últimamente?
- ¿Tiene alguna otra lesión o dolor en alguno de los Miembros Superiores?
- ¿Cuáles son los fármacos que toma?

VERIFICACIÓN DE CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- **Estado cognitivo y comunicación.**

Para valorar, no se utilizará ningún test conocido sino que se realizarán varias preguntas independientes.

- Dígame su nombre
- Dígame su edad
- ¿Sabe dónde estamos?
- Repita las tres palabras que le he dicho: coche-avión-barco, ¿en qué se relacionan?
- Por favor, llévese el dedo índice de la mano “no afecta” hacia la nariz.

- **Espasticidad.**

Músculos afectados. _____

Puntuación _____

- **Sensibilidad superficial**

Para evaluar la sensibilidad superficial se usarán pruebas rápidas bilaterales, de un solo intento, que permitan conocer el estado del MS afecto. Las pruebas evaluarán el reconocimiento de estímulos dolorosos/ desagradables y la percepción del movimiento.

ESCALA MODIFICADA DE ASHWORTH							
0	Tono muscular normal.						
1	Hipertonía leve. Aumento ligero del tono muscular, manifestado por la captura y liberación o por mínima existencia al final de la amplitud del movimiento cuando la parte afectada se mueve en flexión o extensión						
1+	Aumento ligero del tono muscular, manifestado por captura, seguido de resistencia mínima en el resto (menos de la mitad) de la amplitud del movimiento						
2	Hipertonía moderada. Aumento del tono muscular durante la mayor parte del arco de movimiento, pero puede moverse pasivamente con facilidad la parte afectada.						
3	Hipertonía intensa. Aumento prominente del tono muscular, con dificultad para efectuar los movimientos pasivos.						
4	Hipertonía extrema. La parte afectada permanece rígida, tanto para la flexión como para la extensión.						
EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD DEL MIEMBRO SUPERIOR AFECTO							
	Hombro: cara externa	Codo: flexura	Antebrazo: borde cubital	Antebrazo: borde radial	Mano: palma	Mano: dedo índice	Mano: dedo pulgar
Hielo							
Punzón							
Estiramiento							

Puntuación: 0: anestesia; 1: hipoestesia o hiperestesia; 2: normalidad

Puntuación mínima para cumplir los criterios de exclusión: 21/42.

Anexo 3: Recogida de datos: fase 2

En esta segunda fase, los datos a recuperar se dividirán en dos tipos:

- Historia clínica del paciente. Se procurará recoger de manera más extensa los datos previos y posteriores a la lesión del paciente, sus hábitos de vida y costumbres así como los informes médicos y de rehabilitación.
- Evaluación fisioterápica.
 - Evaluación del dolor (Escala Analógica Visual-EVA).
 - Evaluación neurodinámica de Miembros Superiores (MMSS).
 - Evaluación sensitiva de ambos MMSS.: Nottingham.
 - Evaluación funcional del Miembro Superior Afecto (ARAT)
- Evaluación de independencia en Actividades de la Vida Diaria (AVDs).
 - Barthel.
- Evaluación de calidad de vida.
 - WHOQOL-BREF

HISTORIA CLÍNICA DEL PACIENTE

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

DCA

- Tipo.
- Fecha. Tiempo de evolución.
- Zona cerebral afectada.
- Tratamiento médico recibido.

- Hemiparesia/paresia de MS: IZQUIERDA / DERECHA
- Pequeña descripción de la sintomatología física (incluyendo escala FAC).

- Otra clínica remarcable.

TRATAMIENTO REHABILITADOR

- Tratamiento rehabilitador recibido en el pasado.

- Tratamiento rehabilitador que recibe en la actualidad.

- Tratamiento neurodinámico previo: SÍ / NO

ENFERMEDADES CONCOMITANTES Y FÁRMACOS

- ¿Sufre alguna enfermedad crónica secundaria?

- ¿Ha sufrido alguna clase de síntoma fuera de lo normal últimamente?

- ¿Cuáles son los fármacos que toma?

HISTORIA PREVIA

- Lugar de Nacimiento.
- Estado civil. Hijos: SÍ / NO Número:
- Ocupación.
- Nivel de estudios.

- Hábitos deportivos.
 - ¿Cuántas veces a la semana realizaba deporte? _____
 - ¿Qué deportes solía realizar?

- Hábitos alimenticios.
 - Número de comidas/día.
 - Hidratación diaria (vasos de bebida/día).
 - Tipo de dieta.

ANTECEDENTES MÉDICOS DE RELEVANCIA

- Enfermedades de relevancia.

- Tratamientos quirúrgicos previos. SÍ / NO ¿Cuáles?

- Alergias. SÍ / NO ¿Cuáles?

- Hipertensión. SÍ / NO
- Diabetes. SÍ / NO
- Fármacos de uso frecuente antes del DCA.

- Antecedentes médicos familiares de interés.

EVALUACIÓN DEL DOLOR

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

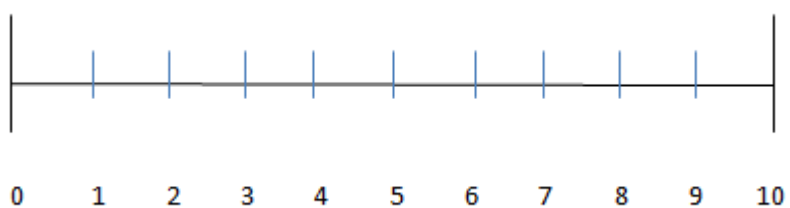
Evaluador:

Fecha de evaluación:

¿Siente dolor en alguna zona de su cuerpo?

¿Siente dolor en el Miembro Superior parético?

¿Cómo clasificaría este dolor en una escala de 0 a 10? 0 sería nada de dolor y 10 el dolor máximo que pueda imaginar.



EVALUACIÓN NEURODINÁMICA

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

EVALUACIÓN NEURODINÁMICA DE MMSS				
	Rango completo (SÍ/NO)	Dolor/ molestia (SÍ/NO)	Diferenciación estructural (+/-)	Rango articular
MEDIANO				
MSD				
MSI				
RADIAL				
MSD				
MSI				
CUBITAL				
MSD				
MSI				

NOTAS:

PUNTUACIONES

- 0- prueba negativa.
- 1-diferenciación estructural +.
- 2-diferenciación estructural + y diferencia en rango articular de más de lo establecido con el miembro sano o la población/generación de síntomas.
- 3-diferenciación estructural + y diferencia en rango articular de más de lo establecido con el miembro sano o la población + generación de síntomas.

EVALUACIÓN SENSITIVA: REVISED NOTTINGHAM SENSORY ASSESSMENT

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

SENSIBILIDAD TÁCTIL Y PROPIOCEPCIÓN

	Toque suave		Temp		Pinchazo		Presión		Localización		Toque simultáneo I/D	Propiocepción
	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D		
Hombros												
Codos												
Muñecas												
Manos												

ESTEREOGNOSIA

Moneda 2 cts		Bolígrafo		Peine		Esponja		Copa	
Moneda 10 cts		Lápiz		Tijeras		Tela		Vaso	
Moneda 50 cts									

NOTAS:

		Sensibilidad táctil	Propiocepción	Esterognosia
0	Ausente	No es capaz de identificar el test sensitivo en 3 ocasiones	No aprecia que el movimiento tenga lugar.	Incapaz de identificar el objeto de ninguna manera
1	Alterado/Apreciación	Identifica el test de sensibilidad, pero no en las 3 ocasiones en cada región del cuerpo o siente "acartonado"	El sujeto indica en cada movimiento que un movimiento tiene lugar, pero la dirección del movimiento es incorrecto	Identifica algunos rasgos del objeto o intenta la descripción de objetos.
2	Normal/Dirección del movimiento	Identifica correctamente el test en las 3 ocasiones	El paciente es capaz de apreciar y reflejar la dirección del movimiento que tiene lugar en cada momento, pero es inexacto en su nueva posición.	El ítem es correctamente denominado o emparejado
3	Posición articular		Reproduce de manera exacta el movimiento de la prueba con 10º de margen de error de la nueva posición.	
9	Imposible examinar			

EVALUACIÓN FUNCIONAL: ACTION RESEARCH ARMTEST (ARAT)

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

Instrucciones:

El test está formado por cuatro partes o subtest: presión palmar, digitopalmar, pinza digital y movimiento grueso.

Los ítems dentro de estos subtest están ordenados de tal manera que:

- Si la persona pasa el primero, no es necesario administrar más y se le da la máxima puntuación de ese subtest.
- Si la persona falla el primero y el segundo, se le puntúa cero y no es necesario pasar más ítems de ese subtest.

ACTIVIDAD	PUNTUACIÓN
Presión palmar	
1. Levantar un cubo de madera de 10 cms.	0 1 2 3
2. Levantar un cubo de madera de 2,5 cms.	0 1 2 3
3. Levantar un cubo de madera de 5 cms.	0 1 2 3
4. Levantar un cubo de madera de 7,5 cms.	0 1 2 3
5. Levantar pelota de cricket	0 1 2 3
6. Levantar piedra de afilar	0 1 2 3
Total subtest	/18
Presa digitopalmar	
7. Pasar agua de un vaso a otro.	0 1 2 3
8. Desplazar un tubo de acero de 2.25 cm Ø	0 1 2 3
9. Desplazar un tubo de acero de 1 cm Ø x 16 cm largo	0 1 2 3
10. Arandela de 3.5 cm Ø sobre un perno o tornillo	0 1 2 3
Total subtest	/12
Pinza	
11. Desplazar rodamiento de 6 mm con dedos 1º y 5º	0 1 2 3
12. Desplazar canica (1.5 cmØ) con dedos 1º y 2º	0 1 2 3
13. Desplazar rodamiento de 6 mm con dedos 1º y 4º	0 1 2 3
14. Desplazar rodamiento de 6 mm con dedos 1º y 3º	0 1 2 3
15. Desplazar canica (1.5 cmØ) con dedos 1º y 5º	0 1 2 3
16. Desplazar canica (1.5 cmØ) con dedos 1º y 4º	0 1 2 3
Total subtest	/18
Movimiento grueso	
17. Colocar la mano detrás de la cabeza	0 1 2 3
18. Poner mano sobre la cabeza	0 1 2 3
19. Llevar mano a la boca	0 1 2 3
Total subtest	/9
TOTAL ESCALA	/57

PUNTUACIONES

- 0-** El paciente no puede hacer nada de la actividad en 60 segundos.
- 1-** El paciente solo puede hacer parcialmente el test en 60 segundos.
- 2-** El paciente realiza el test con normalidad pero en un tiempo alto (5-60 segundos)
- 3-** El paciente realiza el test con normalidad en menos de 5 segundos.

EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA EN AVDs: ÍNDICE DE BARTHEL MODIFICADO

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

	Sin ayuda	Con ayuda	No realiza
Beber de un vaso	4	0	0
Comer	6	0	0
Vestirse parte superior del cuerpo	5	3	0
Vestirse parte inferior del cuerpo	7	4	0
Ponerse órtesis o prótesis	0	-2	No aplicable
Actividades de aseo	5	0	0
Lavarse o bañarse	6	0	0
Control de orina	10	5 acc	0
Control intestinal	10	5 acc	0
Sentarse/levantarse cama/silla	15	7	0
Utilización de WC	6	3	0
Entrar/salir se bañera o ducha	1	0	0
Caminar 50 m en llano	15	10	0
Subir/bajar trozo de escalera	10	5	0
Si no camina, impulsa silla ruedas	5	0	No aplicable
PUNTUACIONES PARCIALES			
PUNTUACIÓN TOTAL	/100		

Independencia (100).

Dependencia leve (61-99).

Dependencia moderada (41-60).

Dependencia severa (21-40).

Dependencia total (0-20)

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA: WHOQOL-POR EDITAR!(copiar de boletín)

Código del paciente:

Paresia: Izquierda / Derecha

Evaluador:

Fecha de evaluación:

SOBRE USTED

Antes de empezar con la prueba nos gustaría que contestara unas preguntas generales sobre usted: haga un círculo en la respuesta correcta o conteste en el espacio en blanco.

Sexo: Hombre Mujer

¿Cuándo nació? Día Mes Año

¿Qué estudios tiene? Ninguno Primarios Medios Universitarios

¿Cuál es su estado civil? Soltero /a Separado/a Casado/a Divorciado/a En pareja
Viudo/a

¿En la actualidad, está enfermo/a? Sí No

Si tiene algún problema con su salud, ¿Qué piensa que es? (enfermedad/problema):

INSTRUCCIONES

Este cuestionario sirve para conocer su opinión acerca de su calidad de vida, su salud y otras áreas de su vida. Por favor conteste todas las preguntas. Si no está seguro/a de qué respuesta dar a una pregunta, escoja la que le parezca más apropiada. A veces, ésta puede ser la primera respuesta que le viene a la cabeza.

Tenga presente su modo de vivir, expectativas, placeres y preocupaciones. Le pedimos que piense en su vida durante las dos últimas semanas. Por ejemplo, pensando en las dos últimas semanas, se puede preguntar:

¿Obtiene la ayuda que necesita de otras personas?

Nada	Un poco	Moderadamente	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

Rodee con un círculo el número que mejor defina cuánto apoyo obtuvo de otras personas en las dos últimas semanas. Si piensa que obtuvo bastante apoyo de otras personas, usted debería señalar con un círculo el número 4, si piensa que no obtuvo nada rodeará el número 1. Recuerde que cualquier número es válido siempre que refleje su opinión.

Por favor, lea la pregunta, analice sus sentimientos y rodee el número de la escala que más concuerde con usted.

1. ¿Cómo puntuaría su calidad de vida?

Muy mal	Poco	Lo normal	Bastante Bien	Muy bien
1	2	3	4	5

2. ¿Cuán satisfecho está con su salud?

Muy insatisfecho	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

Las siguientes preguntas hacen referencia a cuánto ha experimentado ciertos hechos en las últimas dos semanas

3. ¿Hasta qué punto piensa que el dolor (físico) le impide hacer lo que necesita?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

4. ¿En qué grado necesita un tratamiento médico para funcionar en su vida diaria?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

5. ¿Cuánto disfruta de la vida?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

6. ¿Hasta qué punto siente que su vida tiene sentido?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

7. ¿Cuál es su capacidad de concentración?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

8. ¿Cuánta seguridad siente en su vida diaria?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

9. ¿Cuán saludable es el ambiente físico a su alrededor?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

Las siguientes preguntas hacen referencia a en qué medida usted ha experimentado o ha sido capaz de hacer ciertas cosas en las últimas dos semanas.

10. ¿Tiene energía suficiente para su vida diaria?

Nada	Un poco	Moderado	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

11. ¿Es capaz de aceptar su apariencia física?

Nada	Un poco	Moderado	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

12. ¿Tiene suficiente dinero para cubrir sus necesidades?

Nada	Un poco	Moderado	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

13. ¿Dispone de la información que necesita en su vida diaria?

Nada	Un poco	Moderado	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

14. ¿Hasta qué punto tiene oportunidad para realizar actividades de ocio?

Nada	Un poco	Moderado	Bastante	Totalmente
1	2	3	4	5

15. ¿Es capaz de desplazarse de un lugar a otro?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

Las siguientes preguntas hacen referencia a “cuán satisfecho o bien” se ha sentido en varios aspectos de su vida en las últimas dos semanas.

16. ¿Cuán satisfecho está con su sueño?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

17. ¿Cuán satisfecho está con su habilidad para realizar sus actividades de la vida diaria?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

18. ¿Cuán satisfecho está con su capacidad de trabajo?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

19. ¿Cuán satisfecho está de sí mismo?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

20. ¿Cuán satisfecho está con sus relaciones personales?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

21. ¿Cuán satisfecho está con su vida sexual?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

22. ¿Cuán satisfecho está con el apoyo que obtiene de sus amigos?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

23. ¿Cuán satisfecho está de las condiciones del lugar donde vive?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

24. ¿Cuán satisfecho está con el acceso que tiene a los servicios sanitarios?

Nada	Poco	Lo normal	Bastante satisfecho	Muy satisfecho
1	2	3	4	5

25. ¿Cuán satisfecho está con su transporte?

Nada	Un poco	Lo normal	Bastante	Extremadamente
1	2	3	4	5

La siguiente pregunta hace referencia a la frecuencia con que Ud. ha sentido o experimentado ciertos sentimientos en las últimas dos semanas.

26. ¿Con que frecuencia tiene sentimientos negativos, tales como tristeza, desesperanza, ansiedad, depresión?

Nunca	Raramente	Medianamente	Frecuentemente	Siempre
1	2	3	4	5

¿Le ha ayudado alguien a rellenar este cuestionario?

¿Cuánto tiempo ha tardado en rellenarlo?

¿Le gustaría hacer algún comentario sobre el cuestionario?

Muchas gracias por su ayuda.

INSTRUCCIONES DE USO DEL CUADERNILLO DE EVALUACIÓN

DATOS BÁSICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

El paciente recibirá un número de código asignado para el estudio formado por:

-4 letras descriptivas del centro en el que se le ha reclutado: HUCA

-Un número de cuatro cifras por orden: 0001, 0002, etc...

Con lo que el código se correspondería a: HUCA0001, HUCA0002, etc...

HISTORIA CLÍNICA ABREVIADA

Los datos básicos que se buscarán, serán los correspondientes a los informes clínicos disponibles y, si no aparecieran, se preguntaría al propio paciente.

VALORACIÓN DE CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

-Valoración de la presencia de problemas de comunicación con el terapeuta mediante preguntas básicas. Se anotará el máximo de información sobre las mismas.

-Valoración de la musculatura espástica en caso de haberla: máximo 2 (hipertonía moderada). Es muy importante valorar toda la musculatura del MS afectado.

-Valoración de la sensibilidad. Habremos de llevar hielo y un punzón además de un antifaz. Se realizará un toque en el lado no afecto para ver la reacción normal del paciente al estímulo. Después se procederá a repetir en el lado afecto. Ahí se realizará la evaluación preferentemente en un solo estímulo; si no fuera posible, se podrán realizar dos estímulos.

DATOS CLÍNICOS DE RELEVANCIA

Esta Sección se compone de varias categorías: DCA, tratamiento rehabilitador, enfermedades concomitantes y fármacos, historia previa y antecedentes médicos de relevancia.

Muchos de los datos serán tomados de los informes médicos disponibles y otros podrán ser preguntados tanto al paciente como al personal sanitario involucrado en el proceso asistencial.

EVALUACIÓN DEL DOLOR

Se realizará usando las instrucciones disponibles en la hoja de test, procurando no realizar ningún cambio en las mismas. Enseñaremos al paciente la escala numérica visual del dolor para facilitar su proceso de decisión.

EVALUACIÓN NEURODINÁMICA

La evaluación neurodinámica se llevará a cabo mediante los test neurodinámicos para los nervios mediano, radial y cubital. Se irá progresando hasta el tope subjetivo marcado por la molestia del paciente/tope objetivo percibido por terapeuta. Es muy importante enseñar a la persona a realizar una inclinación cervical heterolateral previamente a comenzar con los test.

Habrà de compararse el rango articular al final del test con la normalidad de la población así como con el MS no afecto además de realizar la diferenciación estructural.

Nervio Mediano

Se evaluarà mediante el test ULNT1 siguiendo la siguiente secuencia:

Presa pistola en decùbito supino > Abd de hombro (90-110º) > rotación externa de hombro (hasta molestia o 90 º) > supinación + extensión de muñeca y dedos > extensión de codo.

Para medir el rango articular de extensión de codo, una vez realizada la diferenciación estructural se dejarà la presa en pistola y se procurará, sin perder el grado de extensión de codo, utilizar el goniómetro para evaluar (cuidar de tener cerca el goniómetro en todo caso).

Nervio Radial.

Se evaluarà mediante el test ULNT 2b siguiendo la siguiente secuencia:

Decùbito supino en diagonal > fijación escapular (no depresión) > extensión de codo > rotación interna de hombro y pronación > flexión de muñeca y dedos > abd de hombro.

Para medir el rango articular en abd de hombro, se dejarà la fijación en la zona escapular para realizar la medición de los grados de abd.

Nervio Cubital.

Se evaluarà mediante el test ULNT 3a siguiendo la siguiente secuencia:

Fijación escapular > ext muñeca y dedos + pronación > flexión completa codo > rotación externa hombro > Abd hombro.

WHOQOL-BREF

El cuestionario se realizará de manera independiente. Se darà al paciente instrucciones de cómo realizarlo y se resolverán las posibles dudas. Si el paciente necesitara ayuda, ésta será dada por un familiar, al que se notificarà personalmente que no ha de dar su opinión, solamente ha de leer las preguntas.

Pasos a realizar tras recoger los datos:

1. Comprobar que todos los ítems estén puntuados de 1 a 5
2. Revertir tres ítems escritos en negativo (P3, P4 Y P26)
3. Computar los ítems según tabla que sigue.

Una vez recogidos los resultados del test, las puntuaciones se otorgarán siguiendo las siguientes tablas:

	Operaciones a realizar	Punt. Bruta	Punt. transformada 4-20	Punt. transformada 0-100
Dominio 1	$(6-P3)+(6-P4)+P10+P15+P16+P17+P18$			
Dominio 2	$P5+P6+P7+P11+P19+(6-P26)$			
Dominio 3	$P20+P21+P22$			
Dominio 4	$P8+P9+P12+P13+P14+P23+P24+P25$			

Anexo 4: Autorización del Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias



SERVICIO DE SALUD
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

UNIVERSIDAD CENTRAL DE ASTURIAS
Comité de Ética de la Investigación del
Principado de Asturias
C/ Celestino Villamil s/n
33008-Oviedo
Tfno: 985 10.79.27/985.10.90.29
e-mail: pecr.asturias@uca.es
Área Sanitaria

Oviedo, 24 de Mayo de 2016

El Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias ha evaluado el Estudio nº 116/16, titulado: "MECANOSENSIBILIDAD DEL TEJIDO NERVIOSO DEL MIEMBRO SUPERIOR AFECTADO TRAS DAÑO CEREBRAL ASQUIRIDO (DCA) Investigador Principal Silvia Díez Valdés, Universidad de Oviedo

El Comité ha tomado el acuerdo de considerar que el citado estudio reúne las condiciones éticas necesarias para poder realizarse y, en consecuencia, emite su autorización.

Le recuerdo que deberá guardar la máxima confidencialidad de los datos utilizados en este estudio.

Le saluda atentamente.

Fdo: Eduardo Arnáez Moral
Secretario del Comité de Ética de la Investigación
del Principado de Asturias



Anexo 5: Curriculum vitae

Silvia Díez Valdés

Gerente de aplicaciones clínicas Latam, Hocoma SpA.

Educación, soporte clínico y soporte a la investigación con tecnología aplicada a la Rehabilitación.

silvia.diez@hocoma.com / uo194704@uniovi.es

+56 958145452/ +34 695616199



Estudios

- Diplomatura en Fisioterapia (2010). Universidad de Oviedo (España)
- Grado en Fisioterapia (2012). Universidad de Oviedo
- Máster en Neurocontrol Motor (2013). Universidad Rey Juan Carlos (Madrid)
- Estudiante de Doctorado en Ciencias de la Salud (2014-actualidad). Línea de investigación "*Órganos de los sentidos y sistema nervioso periférico*". Universidad de Oviedo.

Experiencia laboral previa

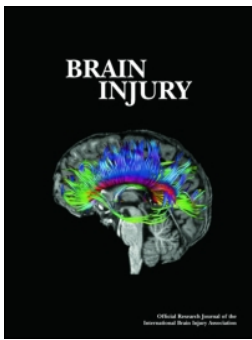
- Neurofisioterapeuta en Reintegra SLP, centro de rehabilitación privado situado en Oviedo (2010-2015)
- Neurofisioterapeuta en Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA), hospital público de tercer nivel situado en Oviedo (2015-2017)
- Site Coordinator proyecto de investigación Children's Spine Registry en Hospital Sant Joan de Déu, hospital de referencia para el tratamiento de población pediátrica en Barcelona (2017).

Otras experiencias

- Experiencia docente en estudios de Grado de Fisioterapia en Universidad de Oviedo (tutoría de prácticas entre 2014 y 2015),

- Docencia en Máster de Neurofisioterapia, Universidad Pablo de Olavide (Sevilla) desde 2017.
- Colaboración Docente en Máster de Fisioterapia en Pediatría de Universidad Internacional de Cataluña (Barcelona) desde el curso 2017-2018.
- Experiencia investigadora en diversos proyectos relacionados con la Neuro-rehabilitación.
- Coordinación de la Sección de Neurofisioterapia de la Sociedad Española de Neurología (SEN) entre 2015 y 2016.

Anexo 5: Publicaciones derivadas de la tesis



Upper Limb Neurodynamic Test 1 in patients with Acquired Brain Injury: a cross-sectional study

Silvia Díez Valdés, José A. Vega & José A. Martínez-Pubil

To cite this article: Silvia Díez Valdés, José A. Vega & José A. Martínez-Pubil (2019): Upper Limb Neurodynamic Test 1 in patients with Acquired Brain Injury: a cross-sectional study, Brain Injury, DOI: [10.1080/02699052.2019.1606441](https://doi.org/10.1080/02699052.2019.1606441)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02699052.2019.1606441>



Published online: 26 Apr 2019.



Submit your article to this journal [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



Upper Limb Neurodynamic Test 1 in patients with Acquired Brain Injury: a cross-sectional study

Silvia Díez Valdés ^a, José A. Vega^{a,b}, and José A. Martínez-Pubil^c

^aDepartamento de Morfología y Biología Celular, Grupo SINPOS, Universidad de Oviedo, Oviedo, Spain; ^bFacultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile; ^cDepartamento de Cirugía y Especialidades Médico-Quirúrgicas, Universidad de Oviedo, Oviedo, Spain

ABSTRACT

Introduction: Neurodynamic intervention is used in the treatment of patients with Acquired Brain Injury as a method to inhibit the spasticity or reduce the sensory impairment.

Purpose of the study: Assess and compare bilateral median nerve mechanosensitivity and its relationship with physical and functional status in patients with hemiparesis or upper limb paresis after ABI.

Materials and Methods: Volunteer Patients from the Brain Injury Rehabilitation Unit of the Hospital Universitario Central de Asturias were evaluated for six months. Taking into account inclusion and exclusion criteria, from the 98 original patients having treatment in the Unit included, only 32 were admitted to the final study. The assessment protocol incorporated as main outcomes: bilateral mechanosensitivity of the median nerve (sensory responses, structural differentiation and maximum range of movement in Upper Limb Neurodynamic Test 1) and as secondary outcomes: hypertonia, sensory impairment, upper limb motor function and Activities of Daily Living performance.

Results: Significant differences were found when comparing the bilateral maximum range of movement in Upper Limb Neurodynamic Test 1. No relationship was found between the results of the neurodynamic test of the affected upper limb and the secondary outcomes.

Conclusions: Mechanosensitivity disturbance observed in the affected upper limb may benefit from neurodynamic treatment.

ARTICLE HISTORY

Received 23 July 2018

Revised 9 January 2019

Accepted 7 April 2019

KEYWORDS

Neurodynamics; Upper Limb Neurodynamic Test 1 (ULNT1); neuromobilization; neural mobilization; neural tension; brain injury; stroke

Introduction

‘Acquired Brain Injury (ABI) is an inclusive category that embraces acute (rapid onset) brain injury of any cause’ (1) (stroke, traumatic brain injury, anoxia, tumors, etc.). ABI habitually results in a large amount of neurological disorders, being the sensory-motor ones highly invalidating. In order to reduce the functional limitations after ABI, the rehabilitation process based on several goals set by the patient, his family, and therapists, has huge importance (2).

For the rehabilitative treatment of sensory-motor sequels of ABI different methods are used, among which clinical neurodynamics has been recently included in the tool repertoire of neuro-physiotherapists or neuro-occupational therapists. In 2005, Shacklock (3) defined clinical neurodynamics as ‘essentially the clinical application of mechanics and physiology of the nervous system as they relate to each other and are integrated with the musculoskeletal function’.

The usual neurodynamic treatment program includes performing a neurodynamic test (made up aggregating different joint movements in a structured combination) as an assessment instrument which allows the therapist to re-evaluate. As a part of this evaluation is the ‘structural differentiation’ or STD (3,4) that differentiates between neural and musculoskeletal symptoms through a mobilization that includes the

peripheral nervous system far from the pain area. With a neurodynamic test as a basis, a protocol of neural mobilizations classified like sliders or tensioners can be developed (5).

Neurodynamic tests have been broadly studied as a diagnosis or treatment tool in several orthopedic conditions such as carpal tunnel syndrome (6–9) or cervical radiculopathy (10,11). In these pathologies, a neurodynamic impairment (neuropathic pain) was considered when the next three criteria were found: (1) sensory response similar to the patient’s symptoms, (2) positive structural differentiation (STD +), and (3) disturbance in the range of motion, resistance to movement or onset of other kind of sensory symptoms when performing the test (12). To compare these results with the reality of healthy subjects, many studies have been performed taking into account: the responses to the neurodynamic test, the changes produced with the STD maneuvers and the difference on a range of movement (ROM) between both upper limbs. These responses, observed also in subjects without pathology, may be the basis to define an increase of the mechanosensitivity. Within these studies, the differences in ROM obtained between both limbs vary, from $2.84^{\circ} \pm 1.60^{\circ}$ (13) to $10.05^{\circ} \pm 1.51^{\circ}$ (14). Furthermore, a trend to ROM decrease was also observed when a contralateral cervical side bending (classical STD maneuver) was added (15).

The studies in the field of neurological rehabilitation of ABI are considerably lower. Nevertheless, a relationship between the results of a neurodynamic test for the sciatic nerve (straight leg raise) and the motor function level of children with cerebral palsy was found (16). Also, in adults with ABI studies show a slight trend to hypertonia reduction (17,18) and a decrease of sensory impairment (19) after neural mobilization. Conversely, as far as we know the neurodynamic test as an assessment tool has not been studied in an adult population with ABI for neither the upper limb nor lower limb. Thus, the present study was aimed to analyze the results of Upper Limb Neurodynamic Test 1 (ULNT1) in both upper limbs for this kind of patients and may be useful to understand the need of performing a correct neurodynamic assessment and treatment in adults with neurological disorders.

Methods

Design

A clinical, observational, descriptive and cross-sectional study was performed and carried out in the Brain Injury Unit, at the Servicio de Rehabilitación of the Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA), Oviedo, Spain.

Participants

Ninety-eight (98) adult patients who suffered ABI resulting in hemiparesis or upper limb paresis, who receive rehabilitation treatment in the Servicio de Rehabilitación of HUCA were contacted to be recruited as volunteers. Nevertheless, after informed consent and application of exclusion criteria, only 32 were evaluated and, thus, 66 were not evaluated because of exclusion (56), refusal of consent (9) or loss (1). Figure 1 shows a flowchart of subject recruitment during the study. The exclusion criteria were: (1) showing a moderate to intense hypertonia, equal to or more than 2 in the modified Ashworth's scale, which means 'more marked increase in muscle tone through most of the ROM, but affected part(s) easily moved' (20); (2) intense sensory impairment (assessed with a basic sensory test performed in both upper limbs); (3) suffering from another condition which affects upper limbs (either neurological, rheumatic or orthopedic); (4) suffering from cognitive or communication disorders that would interfere with the normal fulfillment of the assessment. The study was approved by the HUCA Ethics Committee with number 116/16. All subjects signed an informed consent before inclusion in the study, and all procedures were conducted according to the Declaration of Helsinki. The period of recruitment was from September 2016 to February 2017.

During the whole study, the principal investigator (S. D-V) accessed the whole list of the patients treated by the ABI Unit. Those patients who fulfilled the requirements were invited to participate and given the Patient Information Sheet and the Informed Consent. When they decided to enter the study, an appointment with the principal investigator was planned to perform the complete evaluation, which consisted on an

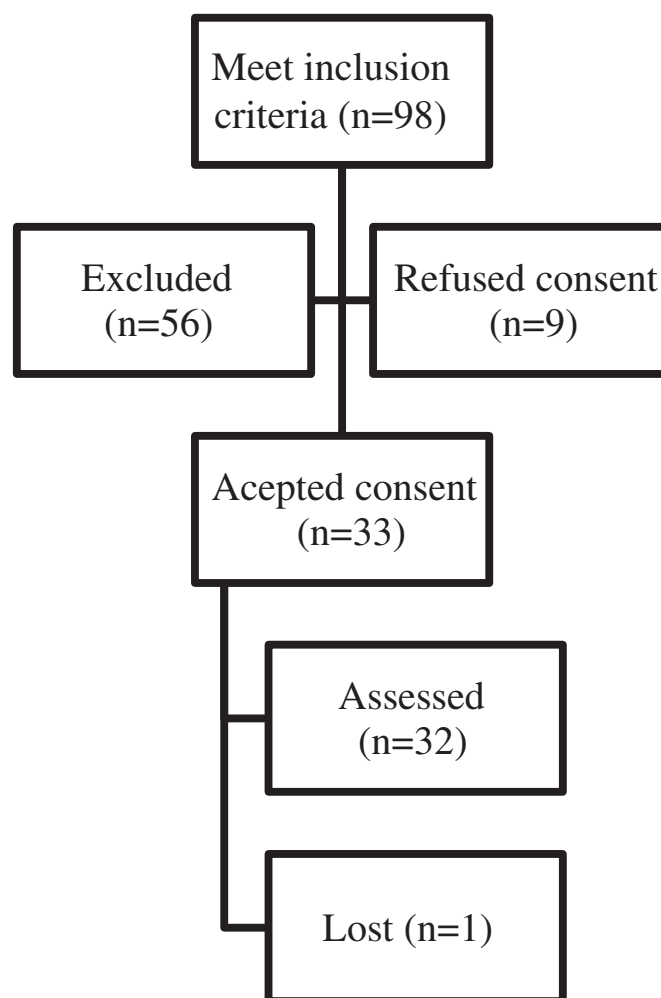


Figure 1. Flowchart of subject recruitment.

interview and an assessment done in the same center, which lasted between 90 and 120 min.

Assessments

The neurodynamic test used was the ULNT1 for the median nerve, performed by the principal investigator in a shoulder-wrist-elbow standard way (21), with external rotation of shoulder applied before forearm supination and wrist-fingers extension, according to Shacklock's recommendations (3). The following sequence of movements was assessed: (1) shoulder girdle stabilization in neutral position; (2) horizontal shoulder abduction until 90 degrees; (3) maximum external rotation of shoulder (ideally 90°); (4) maximum forearm supination; (5) wrist and fingers maximum extension (using a gun grip); (6) Progressive elbow extension. Elbow extension was facilitated until the patient reached his maximum bearable discomfort, then a trained assistant assessed this ROM with a manual goniometer.

A guided cervical contralateral side bending was done as STD, if the discomfort changed, STD was considered positive (+), if not, STD was considered negative (-). ULNT1 was performed in both upper limbs. Cervical contralateral side bending was carried out before the neurodynamic testing to check if this movement, isolated, generated discomfort or not.

The main outcomes were obtained from the ULNT1: structural differentiation-STD (positive or negative), final elbow extension ROM in both upper limbs, difference between bilateral ROMs and discomforts perceived by the patient (tension, pain, tingling or numbness).

In order to assess the complete functional state of the patient, other secondary measures were employed: (1) upper limb pain assessment with Numeric Pain Rating Scale (NPRS) (22), using always the same commands and considering either continuous or discontinuous pain; (2) presence of hypertonia in the upper limb (modified Ashworth Scale) (20), that had to be always between 0 and 1+ attending to the exclusion criteria. The highest value found assessing the upper limb muscles was used in this study; (3) sensory assessment in three categories: tactile sensation, kinesthetic sensations and stereognosis using Nottingham Sensory Assessment (23); only for the upper limb assessment (shoulder-elbow-wrist-hand); (4) upper Limb Function (Action Research Arm Test or ARAT), a test which measures grasp, grip, pinch, and gross movement activities (24). The test was performed using a model built according to Yozbatiran (25) [see Figure 2]; (5) activities of daily living (ADLs) with modified Barthel's Activity Index, a modification created by Granger and co-workers (26) to the original test first published in 1965 (27) that includes activities like eating, dressing or bathing; (6) presence of any other concomitant disorders or problems during the whole clinical contact.

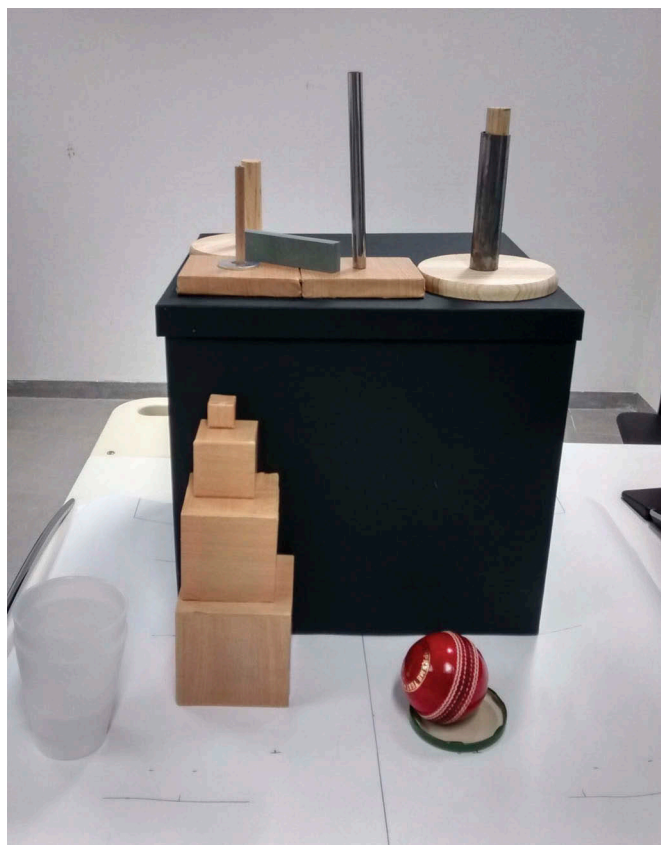


Figure 2. ARAT test equipment.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed using the R statistical software. For the qualitative variables, frequencies and percentages were registered, and for the quantitative variables, mean and standard deviation. In the case of high standard deviations, medians, and interquartile ranges were used. The confidence intervals were issued at 95%. Contrasts between both upper limbs ULNT1 variables (main outcomes) were done (Fisher Test and Wilcoxon Rank's Test). Relationships between ULNT1 variables, dominance, and secondary outcomes (pain, hypertonia, sensory assessment, upper limb function, and ADLs) were studied using either Wilcoxon Ranks Test or Spearman's rho after testing goodness of fit with Kolmogorov-Smirnov. Once the first analysis was finished, two groups were obtained according to the upper limb function measured (ARAT) using the Repeated K Means method. A contrast of frequencies and independence of variables from the affected ULNT1 results (STD and ROM) between both groups was done (Fisher's test and independent samples t-test). Finally, using logistic regression, the relationship between the variable 'STD of the affected ULNT1' and the socio-demographic data or condition data (age, sex, type of ABI, type of patient, diabetes, time from ABI, paresis laterality and work status) was studied.

Results

A total of 32 patients with a mean age of 60.09 years ($sd = 12.65$) were finally evaluated, 20 of them were males and 12 females. The average period between the ABI and the assessment was 100.03 days ($sd = 73.86$). Further socio-demographic and condition characteristics are summarized in Table 1.

Neurodynamic assessment

After completing the neurodynamic assessment, five variables were obtained: STD from the paretic limb (\pm), maximum ROM for the affected ULNT1, maximum ROM for the unaffected ULNT1, and difference between both maximum ROMs. Four of the patients felt pain before the entire test components were completely performed, which does not allow relating the pain to the proper test. In these cases, patients were categorized as non-assessable (N/A). All the assessed patients felt what they called "tension" in the nerve area, one of them felt also acute pain and another one, tingling. STD (+) was found in 16 of the 28 evaluated patients (57.14%), mean of the ROM in the paretic upper limb was $160.32^\circ \pm 11.47^\circ$ whereas in the unaffected limb was $156.28^\circ \pm 14.04^\circ$. Mean of differences reached $5.68^\circ \pm 13.98^\circ$ (Table 2).

In the mean comparisons performed between the affected limb maximum ROM and the unaffected limb maximum ROM through Wilcoxon's Rank Test, a significant difference was found. This significant difference was not found between the dominant upper limb and the non-dominant upper limb (Table 3).

Table 1. Socio-demographic and condition characteristics.

Patient's main characteristics		Mean/ frequencies (n = 32)	Sd	Min.	Max.	Median	Interquartile range
Sex	Male	20	-	-	-	-	-
	Female	12	-	-	-	-	-
Age		60.09	12.66	29	84	63.0	10
ABI	Haem. stroke	9	-	-	-	-	-
	Isquemic stroke	18	-	-	-	-	-
	TBI	3	-	-	-	-	-
	Tumor	2	-	-	-	-	-
Time from ABI (days)		100.03	73.86	23	326	90.5	57
Type of care	Inpatient	12	-	-	-	-	-
	Outpatient	20	-	-	-	-	-

Table 2. Neurodynamic assessment.

Neurodynamic assessment						
		Absolute frequency			Relative frequency (%)	
STD paretic ULNT1 (n = 28)	+	16			57.14	
	-	12			42.85	
	Min.	Max.	Mean	Sd	Median	Interquartile range
Max ROM ULNT1 non-parietic	120	180	160.32	11.47	160.0	12.50
Max ROM ULNT1 parietic	120	180	156.28	14.04	160.0	15.25
Difference between Max. ROMs	-40	40	5.68	13.98	4.5	10

Table 3. ROM's mean comparison between upper limbs (Wilcoxon's Rank Test).

ROM's mean comparison between upper limbs		
	V	p
Non-affected ULNT1 ROM [^] p affected ULNT1 ROM	169	0.017**
Dominant paretic UL Non-dominant paretic UL	90	0.727

Secondary outcomes

A broad evaluation was carried out to define the functional status of the patients, and the parameters of the secondary outcomes (expressed as mean \pm sd), are collected in **Table 4**: modified Ashworth scale (0.28 ± 0.55), Numeric pain rating scale (1.84 ± 2.70), Nottingham sensory assessment (71.72 ± 12.60), upper limb function according to ARAT

(40.28 ± 20.83) and Barthel activity index (76.96 ± 22.02). No significant relationship was found between the neurodynamic test variables (either STD, affected maximum ROM or ROM difference between upper limbs) and neither of the variables previously described (**Table 5**).

The study sample was also divided into two groups according to the ARAT results, once the division was performed, a non-significant relationship was verified between these groups and the STD ($p = .89$), the affected limb final ULNT1 ROM ($p = .57$) and difference between both upper limbs ROM ($p = .69$).

There was not found any significant relationship between the dependent variable STD of the affected ULNT1 and other independent variables: patient's or condition-related characteristics (age, sex, type of ABI, type of care, diabetes, time

Table 4. Physical and functional assessment.

Physical and functional assessment						
	Mean/frequencies (n = 32)	Sd	Min.	Max.	Median	Interquartile range
Hypertonia (Mod. Ashworth)	0.28	0.55	0	1.5	0.0	0.00
Upper limb pain (NPRS)	1.84	2.70	0	9	0.0	3.00
Sensory assess (Nottingham/87)	71.72	12.60	16	81	76.5	8.75
UL function (ARAT/57)	40.28	20.83	0	57	51.0	21.25
Barthel's activity index (/100)	76.97	22.03	24	100	79.0	34.50

Table 5. Sample independence check according to ULNT1 result (Wilcoxon Rank's Test) + quantitative variables independence (pairwise Spearman's rho).

Independence of samples and variables								
	Affected ULNT1 Test		Affected ULNT1 ROM (Spearman's rho)			ROM difference between limbs (Spearman's rho)		
	W	p-value	S	Correlation coefficient	p-value	S	Correlation coefficient	p-value
UL Pain	102	0.76	2745.1	0.25	0.20	3957	-0.08	0.67
Ashworth	79	0.25	4098.4	-0.12	0.54	4158.8	-0.14	0.48
Nottingham	91.5	0.85	2762.9	0.24	0.21	4827.5	-0.32	0.09
ARAT	101	0.83	4059.6	-0.11	0.57	3019.4	0.17	0.38
Barthel's	107	0.41	2070.7	0.37	0.06	4205.4	-0.28	0.15

from ABI, laterality, dominance and work status) when the logistic regression was completed.

Discussion

Neural mobilization on patients with ABI is a common practice for the rehabilitation treatment of those subjects although it has not been broadly studied. For that reason, many of the results obtained in the present study can only be compared with those obtained in healthy individuals or patients with peripheral injuries or musculoskeletal pain.

Main outcome measures

In several conditions from the peripheral nervous system which cause neuropathic pain, the existence of a (+) neurodynamic test has been proved responding to three criteria: (1) test evokes patient's symptoms, (2) these symptoms change with the structural differentiation and, (3) sometimes, other sensory symptoms, ROM disturbances or resistance to movement. This happens, for example, in the case of nonspecific cervical pain or epicondylalgia and radial neural test (28,29). The positivity of these neurodynamic tests would prove the relationship between the presence of an increased mechanosensitivity and neurogenic pain.

In this study, in the 13 cases (around 40%) with declared upper limb pain anytime during the day, the pain did not correspond with the discomfort found when performing the test, so the pain cannot be considered neurogenic taking into account the previous criteria. Thus, as expected, the statistical analysis revealed the independence of the variables upper limb pain and neurodynamic test variables (affected ULNT1 STD, affected ULNT1 maximum ROM and ROM difference between sides).

In the case of the patients assessed in the present study, who did not suffer a clear neurogenic pain in the upper extremity, both upper limbs were compared to check if an increased mechanosensitivity was present although it did not cause neuropathic pain, as had been previously done with healthy individuals. For that reason, the maximum ULNT1 ROM was evaluated in both upper limbs, verifying a limitation of the ULNT1 ROM in the paretic upper limb, that resulted in a statistically significant difference of 5.68 ± 13.68 ($p = .017$), and was not related with the function of the affected upper limb, as it was seen when performing the ARAT intergroup comparison ($p = 0,69$).

Nevertheless, an asymmetry in the ROM between upper limbs is considered usual in some studies with healthy individuals. Van Hoof and co-workers (15), showed a movement restriction of $2.84^\circ \pm 1.60^\circ$ in the dominant upper limb when comparing dominant side with non-dominant side. Lohklamp and co-workers (30) found also asymmetry of 2° . These differences are relevantly lower than the observed in our patients with ABI in which, in addition, the asymmetry is only related with the paretic upper limb and not with the dominance ($p = .73$).

Due to the discrepancy of the results obtained in healthy controls, the criteria for the clinical relevance of the asymmetries is not clear as, in two studies, a clinically relevant

difference was set once over 10° (14) and another time over 27° (13). Despite this, the significant asymmetry found in our study could be the synonym of an increased neural mechanosensitivity, and therefore, one of the reasons to recommend neurodynamic treatment of affected upper limb after ABI (30).

In addition to ROM, in this study a positive STD was found for the affected upper limb in only 52.74% of the cases, the percentage so different to the observed in studies carried out with healthy subjects, where changes were observed in 95% of the cases (14). Some of the socio-demographic and condition-related variables may account for these discrepancies, for example, diabetic may have limited responses to neural provocation (12,31) and, therefore, that would interfere with the results from the test. However, none of these characteristics was related to the final results of STD, as it was checked in the logistic regression.

Secondary outcome measures

An increased neural mechanosensitivity can also lead to higher muscle activity, as has been demonstrated with hip flexors when using dorsal flexion in straight leg raise in healthy individuals (32). In our patients with ABI different hypertonia scale ratings were found, never higher than 1+, according to the exclusion criteria. This increased muscle tone cannot be related statistically either with ROM differences or STD (+). A direct relationship between sensory or functional impairment and the results of neurodynamic tests, which may help to understand the movement restriction, was not observed either.

As a conclusion, the present results allow to perceive a mechanosensitivity disturbance in the paretic upper limb, evident and clinically remarkable with a ROM asymmetry between both upper limbs during the performance of ULNT1. This asymmetry, that is not related to dominance or not from the paretic side, and is independent from the level of function of the affected upper limb (ARAT), may, therefore, benefit from a neurodynamic treatment.

Besides of the results and conclusions of the study, limitations may be also taken into account as evaluations were performed in a small sample size and in the acute and sub-acute phases of the disorder, when rehabilitation treatment for patients was still carried out in a hospital setting, with no following or extra assessments during chronic phase.

In the future, new clinical studies, with more participants, a more accurate goniometry and complementary tests such as neurophysiological evaluations, which could not be obtained from all the patients in this study, would be recommended to analyze the use of Clinical Neurodynamics as an assessment and treatment tool after a neurological impairment.

Acknowledgments

This research was supported by Servicio de Salud del Principado de Asturias (SESPA) and the Universidad de Oviedo. We thank our colleagues from the Servicio de Rehabilitación of HUCA, who provided insight and expertise that greatly assisted the research. We thank the technical support from the Servicios Científico-Técnicos from the Universidad de Oviedo for assistance with statistical analysis, which greatly improved the manuscript.

Disclosure Statement

The Authors have no conflict of interest to declare.

ORCID

Silvia Díez Valdés  <http://orcid.org/0000-0002-2650-1706>

References

1. Rehabilitation following acquired brain injury: national clinical guidelines [Internet]. RCP London. [cited 2017 Sep 11]. Available from: <https://shop.rcplondon.ac.uk/products/rehabilitation-following-acquired-brain-injury-national-clinical-guidelines>
2. Leach E, Cornwell P, Fleming J, Haines T. Patient centered goal-setting in a subacute rehabilitation setting. *Disabil Rehabil*. 2010 Jan 1;32(2):159–72. doi:10.3109/09638280903036605.
3. Shacklock M. *Clinical neurodynamics: a new system of musculoskeletal treatment*. Edinburgh (UK): Elsevier Health Sciences; 2005. 76 p.
4. Butler DS. *Mobilisation of the nervous system*. London (UK): Churchill Livingstone; 1996. 265 p.
5. Coppieters MW, Butler DS. Do ‘sliders’ slide and ‘tensioners’ tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther*. 2008 Jun; 13(3):213–21. doi:10.1016/j.math.2006.12.008.
6. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, Vincent KR, George SZ. A randomized sham-controlled trial of a neurodynamic technique in the treatment of carpal tunnel syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009 Oct; 39(10):709–23. doi:10.2519/jospt.2009.3117.
7. Heebner ML, Roddey TS. The effects of neural mobilization in addition to standard care in persons with carpal tunnel syndrome from a community hospital. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2008 Sep;21(3):229–40; quiz 241. doi:10.1197/j.jht.2007.12.001.
8. Nee RJ, Jull GA, Vicenzino B, Coppieters MW. The validity of upper-limb neurodynamic tests for detecting peripheral neuropathic pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 May; 42(5):413–24. doi:10.2519/jospt.2012.4265.
9. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther*. 2000 Nov; 5(4):214–22. doi:10.1054/math.2000.0355.
10. Boyles R, Toy P, Mellon J, Hayes M, Hammer B. Effectiveness of manual physical therapy in the treatment of cervical radiculopathy: a systematic review. *J Man Manip Ther*. 2011 Aug; 19(3):135–42. doi:10.1179/2042618611Y.0000000011.
11. Apelby-Albrecht M, Andersson L, Kleiva IW, Kvåle K, Skillgate E, Josephson A. Concordance of upper limb neurodynamic tests with medical examination and magnetic resonance imaging in patients with cervical radiculopathy: a diagnostic cohort study. *J Manipulative Physiol Ther*. 2013 Dec; 36(9):626–32. doi:10.1016/j.jmpt.2013.08.006.
12. Boyd BS, Nee RJ, Smoot B. Safety of lower extremity neurodynamic exercises in adults with diabetes mellitus: a feasibility study. *J Man Manip Ther*. 2017 Feb; 25(1):30–38. doi:10.1080/10669817.2016.1180772.
13. Covill LG, Petersen SM. Upper extremity neurodynamic tests: range of motion asymmetry may not indicate impairment. *Physiother Theory Pract*. 2012 Oct; 28(7):535–41. doi:10.3109/09593985.2011.641198.
14. Boyd BS. Common interlimb asymmetries and neurogenic responses during upper limb neurodynamic testing: implications for test interpretation. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2012 Mar;25(1):56–63; quiz 64. doi:10.1016/j.jht.2011.09.004.
15. Van Hoof T, Vangestel C, Shacklock M, Kerckaert I, D’Herde K. Asymmetry of the ULNT1 elbow extension range-of-motion in a healthy population: consequences for clinical practice and research. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med*. 2012 Aug;13(3):141–49.
16. Marsico P, Tal-Akabi A, van Hedel HJA. The relevance of nerve mobility on function and activity in children with Cerebral Palsy. *BMC Neurol* [Internet]. 2016 Oct 7 [accessed 2017 Sep 13];16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5054625/>.
17. Castilho J, Ferreira LAB, Pereira WM, Neto HP, Morelli JG Da S, Brandalize D, Kerppers II, Oliveira CS. Analysis of electromyographic activity in spastic biceps brachii muscle following neural mobilization. *J Bodyw Mov Ther*. 2012 Jul; 16(3):364–68. doi:10.1016/j.jbmt.2011.12.003.
18. Godoi J, Kerppers II, Rossi LP, Corrêa FI, Costa RV, Corrêa JCF, Oliveira CS. Electromyographic analysis of biceps brachii muscle following neural mobilization in patients with stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2010 Feb;50(1):55–60.
19. Wolny T, Saulicz E, Gnat R, Kokosz M. Butler’s neuromobilizations combined with proprioceptive neuromuscular facilitation are effective in reducing of upper limb sensory in late-stage stroke subjects: a three-group randomized trial. *Clin Rehabil*. 2010 Sep; 24(9):810–21. doi:10.1177/0269215510367561.
20. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987 Feb;67(2):206–07.
21. Nee RJ, Yang C-H, Liang -C-C, Tseng G-F, Coppieters MW. Impact of order of movement on nerve strain and longitudinal excursion: a biomechanical study with implications for neurodynamic test sequencing. *Man Ther*. 2010 Aug; 15(4):376–81. doi:10.1016/j.math.2010.03.001.
22. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs*. 2005 Aug; 14(7):798–804. doi:10.1111/j.1365-2702.2005.01121.x.
23. NB Lincoln JJ. Reliability and revision of the Nottingham sensory assessment for stroke patients. *Physiotherapy*. 1998;84(8):358–65. doi:10.1016/S0031-9406(05)61454-X.
24. Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation*. 1981;4(4):483–92.
25. Yozbatiran N, Der-Yeghiaian L, Cramer SC. A standardized approach to performing the action research arm test. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008 Feb; 22(1):78–90. doi:10.1177/1545968307305353.
26. Granger CV, Dewis LS, Peters NC, Sherwood CC, Barrett JE. Stroke rehabilitation: analysis of repeated Barthel index measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1979 Jan;60(1):14–17.
27. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation> The Barthel index. *Md State Med J*. 1965 Feb;14:61–65.
28. Petersen CM, Zimmermann CL, Hall KD, Przechera SJ, Julian JV, Coderre NN. Upper limb neurodynamic test of the radial nerve: a study of responses in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. 2009 Dec;22(4):344–53; quiz 354. doi:10.1016/j.jht.2009.05.001.
29. Lim ECW, Sterling M, Pedler A, Coombes BK, Vicenzino B. Evidence of spinal cord hyperexcitability as measured with nociceptive flexion reflex (NFR) threshold in chronic lateral epicondylalgia with or without a positive neurodynamic test. *J Pain Off J Am Pain Soc*. 2012 Jul; 13(7):676–84. doi:10.1016/j.jpain.2012.04.005.
30. Lohkamp M, Small K. Normal response to upper limb neurodynamic Test 1 and 2A. *Man Ther*. 2011 Apr; 16(2):125–30. doi:10.1016/j.math.2010.07.008.
31. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity during lower extremity neurodynamic testing is diminished in individuals with Type 2 diabetes mellitus and peripheral neuropathy: a cross sectional study. *BMC Neurol*. 2010 Aug 28;10:75. doi:10.1186/1471-2377-10-114.
32. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009 Nov; 39(11):780–90. doi:10.2519/jospt.2009.3002.

Dirección de Gestión de Cuidados y Enfermería Área IV

Estimada/o Profesional,

Nos complace dirigirnos a usted oficialmente desde la Organización de la I Jornada de Gestión de cuidados del Área IV, para confirmarle que su **PÓSTER ha sido aceptado** y que formará parte del Programa Científico, con el siguiente planteamiento:

TÍTULO: Neurodinámica en Parálisis Cerebral Infantil (PCI): revisión sistemática

PONENTE: José Antonio Martínez Pubil

AUTORES: Silvia Díez Valdés, José Antonio Martínez Pubil, Sara Castro Lorenzo

CENTRO DE TRABAJO: Hospital Universitario Central de Asturias

PROVINCIA: Asturias

PÓSTER: 16

PARA OPTAR A PREMIO (presentación de trabajo completo)

Le recordamos que si desea optar a los premios otorgados por el Comité Científico es indispensable presentar el **trabajo completo** (enviándolo a la dirección de correo electrónico pcientificoarea4@sespa.es) antes del **10 de Mayo de 2018**.

IMPORTANTE: No se admitirá ningún póster o modificación que llegue fuera de plazo.

Exclusivamente los pósteres que opten a premio deberán ser defendidos por los autores, disponiendo de 4 min. para su defensa.

A las 11 horas el Comité científico hará recuento de las pegatinas asignadas a cada póster y hará su valoración propia, designando a los 5 mejores que optarán a premio. A las 11'30, se comunicará a pie de póster a los autores los seleccionados para que procedan a la defensa de los mismos.

INSCRIPCIÓN

Les recordamos que para presentar su comunicación, es imprescindible que el **ponente esté inscrito en las Jornadas**.

Tenga en cuenta que un autor puede figurar en varios estudios, aunque **un mismo autor no podrá defender más de un trabajo**.

Gracias por remitirnos su trabajo

Reciba un cordial saludo

Comité Científico

I Jornada de Gestión de Cuidados del Área IV



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA

Nº Certificado: 171319

La Secretaria de la Sociedad Española de Neurología, la Dra. Rocío García-Ramos García, **CERTIFICA** que el siguiente póster ha sido presentado durante la LXIX REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD ESPAÑOLA NEUROLOGÍA que tuvo lugar del 21 al 25 de Noviembre de 2017 en Valencia.

Título: Neurodinámica en Parálisis Cerebral Infantil (PCI): revisión sistemática

Autores: Díez Valdés, Silvia¹; Martínez Pubil, José Antonio²; Castro Lorenzo, Sara³

Centro de trabajo: ¹Departamento de Morfología y Biología Celular. Universidad de Oviedo. ²Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario Central de Asturias. ³Área de Fisioterapia. Reintegra Centro Rehab. Integral Daño Cerebral.

Lo que firmo a petición de los interesados y a los efectos oportunos, en Valencia a 27 de Noviembre de 2017.

Rocío García-Ramos García
Secretaria de la Junta Directiva de la
Sociedad Española de Neurología



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA

Nº Certificado: 160720

La Secretaria de la Sociedad Española de Neurología, la Dra. Rocío García-Ramos García, **CERTIFICA** que el siguiente póster ha sido presentado durante la LXVIII REUNIÓN ANUAL SOCIEDAD ESPAÑOLA NEUROLOGÍA que tuvo lugar del 15 al 19 de Noviembre de 2016 en Valencia.

Título: Neurodinámica en espasticidad tras Daño Cerebral Adquirido (DCA): revisión bibliográfica

Autores: Díez Valdés, Silvia

Centro de trabajo: Reintegra Centro Rehab. Integral Daño Cerebral.

Lo que firmo a petición de los interesados y a los efectos oportunos, en Valencia a 21 de Noviembre de 2016.

Rocío García-Ramos García
Secretaria de la Junta Directiva de la
Sociedad Española de Neurología



La Secretaria de la
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA

Dra. Rocío García-Ramos

CERTIFICA

Que la **Dña. Silvia Díez Valdés** ha asistido como ponente a la LXVIII REUNIÓN ANUAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA que se celebró del 15 al 19 de noviembre de 2016 en el Palacio de Congresos de Valencia, habiendo impartido la conferencia "¿Hacia dónde avanza la neurofisioterapia?", dentro de la reunión de la sección de Neurofisioterapia el jueves 17 de noviembre de 2016.

Lo que firmo a petición de los interesados y a los efectos oportunos, en Valencia a 19 de noviembre de 2016.

Rocío García-Ramos
Secretaria de la Junta Directiva de la
Sociedad Española de Neurología



La Secretaria de la
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA

Dra. Rocío García-Ramos

CERTIFICA

Que **Silvia Díez Valdés** ha asistido como ponente a la LXVII REUNIÓN ANUAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUROLOGÍA que se celebró del 17 al 21 de noviembre de 2015 en el Palacio de Congresos de Valencia, habiendo impartido la conferencia “**Neuroplasticidad del Sistema Nervioso Lesionado: bases y aplicación clínica**” el jueves 19 de noviembre.

Lo que firmo a petición de los interesados y a los efectos oportunos, en Valencia a 23 de noviembre de 2015.

Rocío García-Ramos
Secretaria de la Junta Directiva de la
Sociedad Española de Neurología