GRADO EN FISIOTERAPIA



TRABAJO FIN DE GRADO

Efectividad de la neuromodulación percutánea ecoguiada en jugadores de balonmano con neuropatía cubital: Un protocolo de ECA.

Effectiveness of Ultrasound-guided Percutaneous neuromodulation in handball players with ulnar neuropathy: A randomized controlled trial.

Autor/es: *Ana Suárez Salas y Sheila Olaizola Rodríguez*

Director/a: Marina Solís García.

Fecha:

GRADO EN FISIOTERAPIA

Declaración de Autoría y Originalidad del Trabajo Fin de Grado

La presente declaración deberá ser firmada por el director/a y el alumno/a del Trabajo Fin de Grado, con el objetivo de comprender y comprometerse tanto en la autoría como en la originalidad del TFG realizado. El término "original" queda referido a que en ningún caso pueda ser un trabajo plagiado, en conjunto o en parte, ni presentado con anterioridad por el alumno en ninguna otra asignatura. Se deberán citar las fuentes utilizadas y ser debidamente recogidas en la bibliografía.

Y en relación a lo anterior, yo, SHEILA OLAIZOLA RODRÍGUEZ alumno/a del Grado en FISIOTERAPIA de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado presentado para su defensa y evaluación el Curso 2025/2026 declaro que asumo la originalidad del TFG que lleva por título;
EFECTIVIDAD DE LA NMP-E EN JUGADORES DE BALONMANO CON NEUROPATÍA CUBITAL.

Y asimismo declaro que depositando este TFG (Trabajo Fin de Grado) y firmando el presente documento confirmo que;

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente
- En relación a la autoría del TFG, asumo que la autoría es compartida; alumno/a y Director/a.
- Si tuviera la oportunidad de presentar este trabajo bien sea mediante una comunicación o poster en un Congreso u otro tipo de evento, siempre me comprometeré a; o Pedir autorización al Director de mi TFG para su presentación
    - Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)
    - Hacer figurar tanto el nombre del Director como hacer referencia a que "El presente trabajo forma parte del TFG realizado en las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria)

GRADO EN FISIOTERAPIA

Yo MARINA SOLÍS GARCÍA Director/a del TFG del alumno/a SHEILA OLAIZOLA RODRÍGUEZ con el título anteriormente descrito, firmando el presente documento me comprometo a;

- Si quisiera publicar o utilizar datos del TFG siempre pediré autorización al alumno/a
- Haré referencia a que el presente trabajo forma parte del TFG realizado en la Escuela Universitaria Gimbernat Cantabria
- Siempre haré figurar el nombre del alumno/a en el mismo y el nombre de la Escuela
- Informar al SUIGC (Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, suigc@eug.es)

Y para que así conste, con fecha 6 del mes MAYO del año 2026

FDO; Director/a del TFG



FDO; Alumno/a del TFG



Sheila Olaizola Rodríguez



Ana Suárez Salas

ÍNDICE

Abreviaturas ……..…….. 6

Resumen …….. 7

Introducción ……. 9

Justificación……. 13

Hipótesis ……. 14

Objetivos ……. 14

Metodología ……. 15

- Diseño del estudio ……. 15
- Criterios de inclusión y exclusión ……. 15
- Variables …… 16
- Medidas y material de medición …… 17
- Procedimiento y recogida de la información ……. 20
- Intervención …… 23
- Aspectos éticos …….…….. 25

Plan de trabajo ……..…….……. 26

- Planificación ……..….. 26
- Diseño …….…… 27
- Ejecución …….…… 27
- Procesamiento de datos …….…….. 28
- Elaboración del manuscrito …….…… 29

Discusión y conclusión ……..…….. 30

- Conclusión …….…….. 32

Anexos …….…… 33

- Anexo I: Escala Visual Analógica …… 33

- Anexo II: Cuestionario Quick-DASH …….. 33
- Anexo III: Cuestionario de salud SF-36 ……..….. 36
- Anexo IV: Hoja de información al paciente …….. 43
- Anexo V: Consentimiento informado …… 46

Bibliografía …… 48

ABREVIATURAS

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado.

G.I: Grupo Intervención.

G.C: Grupo Control.

NMP-e: Neuromodulación Percutánea Ecoguiada.

EVA: Escala Visual Analógica.

ROM: "Range of Movement" (rango de movimiento).

FCU: Flexor cubital.

FDP: Flexor profundo de los dedos.

LCM: Ligamento colateral medial

DE: Desviación estándar

AINES: Antiinflamatorios no esteroideos.

MTCF: Metacarpofalángica.

IF: Interfalángica.

EMG: Electromiografía.

RESUMEN

Introducción: La neuropatía cubital por compresión en el canal epitrocleo olecraneano es una patología con alta prevalencia en deportes overhead (balonmano), con gestos de lanzamiento repetitivos. Esto genera dolor, problemas en la sensibilidad, limitación funcional y pérdida de fuerza, afectando negativamente al rendimiento deportivo de quienes la padecen. La NMP-e se plantea como una opción de tratamiento conservador para esta lesión.

Objetivo: Evaluar la eficacia de la NMP-e en jugadores de balonmano con neuropatía cubital, en la mejora del dolor, la función del miembro superior, la calidad de vida, la sensibilidad, la fuerza y el ROM.

Material y métodos: Se llevará a cabo un ECA con 60 participantes, divididos en dos grupos: G.I (NMP-e y ejercicios neurodinámicos) y G.C (ejercicios neurodinámicos). Se evaluaron las siguientes variables: dolor, sensibilidad, calidad de vida, función del miembro superior, ROM y fuerza.

Plan de trabajo: La investigación se llevará a cabo desde septiembre del 2025 hasta octubre del 2026, y se dividirá en 5 fases: planificación, diseño de la investigación, ejecución, procesamiento y análisis de los resultados, y elaboración del informe

Discusión y conclusión: Aunque la literatura existente sea limitada, los resultados obtenidos podrían mejorar los programas de rehabilitación en deportistas de alto rendimiento, haciéndolos más individualizados y teniendo en cuenta las ambiciones de los atletas.

Palabras clave: Neuropatía cubital, neuromodulación percutánea ecoguiada, lanzamientos overhead.

ABSTRACT

Introduction: Ulnar neuropathy caused by compression in the olecranon-epitrochlear canal is a condition with a high prevalence in overhead sports (such as handball), involving repetitive throwing movements. This leads to pain, sensory disturbances, functional limitation and loss of strength, affecting the sport performance of those who suffer from it. Ultrasound-guided Percutaneous neuromodulation is proposed as a conservative treatment option for this injury.

Objective: The aim of this study is to evaluate the effectiveness of Ultrasound-guided Percutaneous neuromodulation in handball players with ulnar neuropathy, in the improvement of pain, upper limb function, quality of life, sensation, strength and range of motion.

Materials and methods: A randomized clinical Trial will be carried out with 60 participants, divided into two groups: intervention group (ultrasound-guided Percutaneous neuromodulation and neurodynamic exercises) and control group (neurodynamic exercises). The following variables were assessed: pain, upper limb function, quality of life, sensation, strength and range of motion (ROM).

Work plan: The research will take place from September 2025 to October 2026 and will be divided into 5 stages: planning, research design, execution, processing and analysis of results and report writing.

Discussion and Conclusion: Although the available literature is limited, the findings could improve rehabilitation programmes for high-performance athletes, enabling more personalised treatments that take into account the athletes goals.

Keywords: Ulnar neuropathy, ultrasound-guided percutaneous neuromodulation, overhead throws.

INTRODUCCIÓN

La neuropatía del nervio cubital es una mononeuropatía provocada por la presencia de un atrapamiento o lesión en alguna parte del recorrido del nervio cubital, alterando así su correcta conducción nerviosa y provocando distinta sintomatología en el antebrazo y mano. (1,2)

Por otra parte, la neuropatía cubital es una patología infradiagnosticada, en gran parte por la falta de investigación y estudios de calidad, test diagnósticos imprecisos, además de la tendencia que tienen los pacientes de no acudir a un profesional para consultarlo o llegar incluso a automedicarse con AINES. Se trata de la segunda neuropatía por atrapamiento del miembro superior más común, por detrás del síndrome del túnel carpiano. Respecto a su epidemiología, se estima que el 5,9% de toda la población presente algún síntoma, cifra cercana al 6,8% que corresponde a la prevalencia sintomática del síndrome del túnel carpiano. La media de edad de presentación de la neuropatía cubital son los 46 años (DE ±15,7) y resulta más frecuente en población de raza blanca con un 74% de prevalencia, comparado con la raza negra e hispana, que presentan una prevalencia del 22% y 3% respectivamente. Además, se da una mayor incidencia en personas con menor nivel educativo.(1,3,4)

Por otro lado, existen algunos factores de riesgo que pueden predisponer a las personas a sufrir este atrapamiento, tales como, el tabaquismo ya que se ha visto que la nicotina produce una isquemia en los tejidos, esto podría disminuir el aporte sanguíneo que llega al nervio cubital. Esta lesión resulta muy frecuente en personas con trabajos de gran carga física o que realizan trabajos y movimientos repetitivos por encima del hombro (movimientos overhead), como son los jugadores de balonmano, debido al movimiento de lanzamiento. Concretamente en los lanzadores, el 85% refiere dolor en la fase de aceleración del lanzamiento. En ocasiones, algunos deportistas de lanzamiento presentan un valgo de codo excesivo, esto en algunos casos puede hacer que se produzca un alargamiento del nervio cubital. Esta patología puede explicarse por la presencia de una continua presión, estiramiento y fricción sobre el nervio cubital en la zona del codo (túnel cubital), así como sobreuso de la articulación y movimientos de

flexión repetitiva, ya que durante una flexión máxima de codo (135º) se ha visto que entre el ligamento de Osborne y el LCM el nervio cubital se comprime al máximo. (1, 4, 5, 6, 7)

Anatómicamente, el nervio cubital se origina entre las raíces nerviosas C8-T1, y desciende por el brazo hacia el codo. En algunos casos este nervio puede atravesar el septo intermuscular medial del brazo a nivel de la arcada de Struthers, donde existe potencial de compresión. En la zona del codo, este atraviesa el túnel cubital por detrás del epicóndilo medial y, distalmente, se introduce en el antebrazo entre las cabezas humeral y cubital del flexor cubital del carpo. (2, 8, 9)

El nervio cubital puede verse comprimido en distintas zonas anatómicas, siendo el túnel cubital la zona más frecuente de atrapamiento. El túnel se encuentra delimitado por distintas estructuras. En primer lugar, el techo lo forma el ligamento de Osborne, este va desde el epicóndilo medial hasta el olécranon, con una fascia que conecta ambas cabezas (cubital y humeral) del FCU. Sin embargo, en algunas personas, es el músculo ancóneo el que forma el techo del túnel. En segundo lugar, el suelo del túnel lo forman el LCM y la cápsula articular del codo. Por último, el epicóndilo medial y el olécranon conforman las paredes laterales del túnel. (1, 2, 8)

Dentro de la sintomatología que se produce debido a su atrapamiento destacan: parestesias y pérdida de sensibilidad o hipoestesia en el lado cubital de la mano (quinto dedo y mitad cubital del cuarto), pérdida de fuerza y debilidad del FCU, FDP y de la musculatura intrínseca de la mano, lo que conlleva la disminución de la fuerza de agarre, y quienes padecen esta patología sufren dolor, normalmente nocturno, que puede aumentar con la flexión de codo. Además, en muchos casos presentan una sensación de quemazón o de descarga eléctrica. Todo esto puede empeorar la calidad de vida de estas personas. (1,2)

En casos más avanzados y severos, se puede producir una atrofia muscular y es posible que aparezca una deformidad en garra, en estos casos se produce una hiperextensión de MTCF y flexión de IF del 4º y 5º dedo, debido a una debilidad muscular en el 3er y 4º lumbrical y también de los músculos interóseos y aductor del pulgar. (2, 8, 10)

Dentro de la exploración se realizará una valoración de la sensibilidad en la zona cubital de la mano y en el 4º y 5º dedo, se deberá observar si hay algún tipo de deformidad en garra, además de valorar el comportamiento del nervio cubital mientras se moviliza el codo hasta su máximo ROM, explorar y palpar la musculatura con el objetivo de determinar la presencia o no de atrofia muscular, también habrá que medir el ROM de codo de ambas extremidades tanto activo como pasivo, y observar la presencia de alguna compensación y palpar el nervio cubital en su recorrido, proximal en el epicóndilo medial y distal en la zona del FCU, con el objetivo de valorar si existe una posible subluxación del nervio. Existen distintas pruebas que pueden usarse, como el signo de Tinel, test de flexión y compresión, además de test provocativos, como percusiones en la zona del túnel cubital, test de estrés en valgo, para valorar la laxitud ligamentosa del compartimento medial. (1, 2, 6, 10)

Todo este examen físico junto con la historia clínica puede ser útil para llegar a un diagnóstico si se combina con pruebas neurofisiológicas (EMG y estudios de conducción nerviosa). (10)

Por otra parte, para realizar un buen diagnóstico diferencial se debe examinar todo el miembro superior, para así descartar otras patologías que puedan estar provocando la sintomatología, como, por ejemplo: radiculopatía de C8 o T1, síndrome del desfiladero torácico, síndrome del túnel carpiano, síndrome del canal de Guyon, en donde hay una afectación distal del nervio cubital en la mano, neuropatía diabética y síndrome del dolor regional complejo (SDRC). (1, 8)

Para confirmar el diagnóstico de neuropatía cubital, existen distintas pruebas que pueden resultar de gran utilidad. Dentro de estas pruebas se encuentran los estudios de conducción nerviosa y la electromiografía, estas pruebas pueden servir para localizar la zona de atrapamiento del nervio. (2, 8)

Respecto al tratamiento, habrá que tener en cuenta la severidad de la neuropatía cubital, pero normalmente se optará en un primer momento por tratamiento conservador (10). Esto engloba distintos tipos de tratamientos y pautas que se le indicarán a los pacientes, como la educación en la modificación de conductas que pueden agravar su problema (2), en el caso de personas que realicen constantemente movimientos por encima del

hombro, como los jugadores de balonmano con el gesto de lanzamiento, se recomienda dejar de realizarlo durante un tiempo (11). Existen distintos tratamientos que han mostrado eficacia y mejora en la sintomatología de estos pacientes, tales como uso de férulas nocturnas, las técnicas de neurodinámica (12), NMP-e. Por un lado, el uso de férulas nocturnas, ha demostrado beneficios en la mejora de la sintomatología con un uso de al menos 6 semanas (12). La evidencia muestra que el uso de férulas nocturnas rígidas y la modificación de cargas consigue reducir síntomas y evitar la cirugía en un alto porcentaje de pacientes, ya que se da una disminución del dolor, aumento de la fuerza de agarre, y una mejoría de la función del miembro superior y de las parestesias(12).

Por otro lado, dentro de las técnicas de neurodinámica se encuentran: maniobras de deslizamiento y de tensión. En las técnicas de deslizamiento se produce de manera simultánea el movimiento de al menos dos articulaciones, una de las articulaciones realiza un movimiento en la dirección en la que el nervio se estira, y la otra en la dirección contraria (el nervio se acorta), esto provoca un deslizamiento del nervio sin que el sistema nervioso sufra ya que es una maniobra de poca intensidad, no provoca casi tensión en el nervio. En cambio, en las técnicas de tensión no se produce dicho deslizamiento ya que ambas articulaciones se mueven hacia el lado en el que el nervio se estira, lo que provoca la tensión. Respecto a los resultados obtenidos en investigaciones, destaca un ensayo clínico que muestra la eficacia de la neurodinámica (técnicas de deslizamiento y tensión) comparado con el placebo aplicado en el nervio cubital, logrando mejores resultados en la disminución del dolor, aumento de la fuerza de prensión y del ROM de codo y una mejora de la sensibilidad táctil y de la función del miembro superior. (13, 14, 15)

Además de estas opciones de tratamiento conservador, la NMP-e es una técnica invasiva de tratamiento en fisioterapia, en la NMP-e se aplican corrientes eléctricas a través de agujas de punción colocadas cerca del epineuro del nervio. La aplicación de esta técnica tiene como objetivo, provocar una respuesta sensitiva y/o motora, que consiga disminuir el dolor, mejorando así la función del sistema nervioso. Utilizando frecuencias de baja o media intensidad, además, el uso de ecografía la convierte en una técnica más segura y también más efectiva. Con esta técnica se produce una mejora en la función,

disminución del dolor y mejora del balance muscular. Se ha visto que la NMP-e puede resultar beneficiosa a corto plazo, pero no muestra mejores resultados a medio- largo plazo, comparado con la cirugía. (16, 17, 18)

El tratamiento conservador suele ser efectivo en el 50% de los casos. Por tanto, si este tratamiento no funciona de la manera esperada lo que estará indicado sería la cirugía. Antes de plantear una intervención quirúrgica el tratamiento conservador deberá haber durado un periodo de tiempo de 3 a 6 meses. (2, 11)

JUSTIFICACIÓN

Respecto al abordaje de la neuropatía cubital, en casos leves y moderados el tratamiento conservador suele ser la primera opción de tratamiento, dentro de estos tratamientos se encuentran: la modificación de actividades y la educación al paciente, el ferulaje, la inyección de esteroides, las técnicas de neurodinámica (deslizamientos nerviosos), ejercicios de fortalecimiento, y el uso de fármacos (AINES). Algunas de estas opciones de tratamiento han mostrado mejoras en la fuerza de prensión, en la percepción del dolor, en la función del miembro superior y en la calidad de vida. Sin embargo, la evidencia disponible acerca del tratamiento no quirúrgico es limitada y heterogénea, y no deja claro cuál es el tratamiento conservador óptimo, además, entre estudios existen diferencias metodológicas en cuanto a la duración de los tratamientos, los tamaños muestrales y los tiempos de seguimiento. (19, 20)

La NMP-e es una técnica invasiva de estimulación eléctrica percutánea que se aplica sobre los nervios periféricos, mediante agujas de punción colocadas cerca del epineuro del nervio, en las que se aplica una corriente eléctrica de baja/media frecuencia. Esta técnica tiene como objetivo provocar una respuesta motora o sensitiva, para aliviar el dolor y restaurar el correcto funcionamiento del sistema nervioso. En cuanto a su eficacia en humanos, la evidencia muestra que la aplicación de NMP-e en el nervio ciático produce un aumento en la fuerza y ROM de la cadera, y disminución en la intensidad del dolor. En pacientes con epicondilalgia lateral provoca mejoras en la función y disminución del dolor, y también produce alivio del dolor neuropático y mejora del ROM en pacientes con puntos gatillo en el trapecio superior. Además, en

deportistas se ha visto que puede producir mejoras en el rendimiento deportivo. Con respecto a las limitaciones de la literatura disponible, existen diferencias metodológicas en cuanto a los protocolos terapéuticos utilizados en los distintos estudios, y además no hay un consenso sobre cuáles son los parámetros de aplicación (frecuencia, tiempo de aplicación) óptimos, no se identifican parámetros estandarizados. (18, 21, 22, 23)

La evidencia científica disponible sobre la NMP-e aplicada para tratar neuropatías periféricas es limitada, hay ausencia de ECA que investiguen su eficacia en la neuropatía cubital y de estudios que analicen su aplicación en el ámbito deportivo, específicamente en jugadores de balonmano. Este protocolo pretende valorar en jugadores de balonmano con neuropatía cubital a nivel del túnel cubital, sí la aplicación de NMP-e combinada con técnicas de neurodinámica, resulta más eficaz, en comparación con un tratamiento exclusivo de neurodinámica, y consigue mayores beneficios en la disminución del dolor, mejora de la función del miembro superior y calidad de vida, aumento de la fuerza de prensión y mejora de la sensibilidad. (18)

HIPÓTESIS

La aplicación de la NMP-e en el nervio cubital añadida al tratamiento con técnicas de neurodinámica producirá mejoras significativas en el dolor, el ROM, la calidad de vida, la función del miembro superior y la sensibilidad, así como un aumento en la fuerza en jugadores de balonmano con neuropatía cubital, con respecto al tratamiento exclusivo con técnicas de neurodinámica.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es valorar la efectividad de la neuromodulación percutánea aplicada a nivel del canal epitrocleo-olecraneano, en jugadores de balonmano con neuropatía del nervio cubital.

Los objetivos secundarios de este protocolo de estudio serán:

- Valorar la disminución del dolor mediante la escala EVA. (24)

- Valorar el aumento de la fuerza de prensión mediante un dinamómetro manual (Jamar). (25)
- Valorar la mejora del ROM mediante un goniómetro universal. (26)
- Valorar la mejora en la función del miembro superior mediante el cuestionario Quick-DASH. (27, 28)
- Valorar la mejora de los distintos tipos de sensibilidad mediante el monofilamento de Semmes-Weinstein, el diapasón y la discriminacion de dos puntos. (29, 30, 31)
- Valorar la mejora de la calidad de vida mediante el cuestionario SF-36. (32, 33)

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO: Este protocolo de estudio se basará en un ensayo clínico aleatorizado (ECA), que se desarrollará desde septiembre del 2025 hasta octubre del 2026 en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

La población de estudio estará formada por 60 jugadores de balonmano de entre 18 y 30 años que formen parte de la Federación Cántabra de Balonmano, y que cuenten con un diagnóstico de neuropatía cubital, a nivel del canal epitrocleo-olecraneano. Para su estudio, esta muestra se dividirá en dos grupos (intervención y control) de 30 participantes, esto se hará mediante un programa llamado “Research Randomizer” que los asignará de manera aleatoria a uno de los dos grupos, con esto se conseguirá disminuir el sesgo de selección.

Al grupo de intervención (G.I), se le aplicará neuromodulación percutánea (NMP-e) sobre el nervio cubital, además de técnicas de movilización neurodinámica, mientras que al grupo control (G.C), solamente se le harán técnicas de movilización neurodinámica. (34)

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para la selección de los participantes se fijarán los siguientes criterios de inclusión y de exclusión:

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**
  - Jugadores de balonmano de sexo masculino, con edad comprendida entre 18-30 años.
  - Diagnóstico clínico de neuropatía del nervio cubital a nivel del codo, y pruebas electromiográficas que lo confirmen.
  - Dolor (>3 EVA), parestesias o pérdida de fuerza de al menos 4 semanas de evolución.
  - Haber firmado la hoja de consentimiento informado (ANEXO V).
- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**
  - Presencia de otro tipo de neuropatía en el miembro superior.
  - Que el paciente esté recibiendo otro tipo de tratamiento o rehabilitación externa.
  - Cirugía previa en el codo o nervio cubital.
  - Tratamiento con infiltraciones en las últimas 7 semanas.
  - Pacientes con trastornos hemorrágicos o que tomen anticoagulantes.
  - Presencia de infecciones o heridas en la zona.
  - Pacientes con fobia a las agujas.
  - Pacientes con patologías en las que esté contraindicada la NMP-e, tales como: epilepsia no controlada, presencia de marcapasos.

VARIABLES:

Se ha fijado como variable independiente la NMP-e, que se trata de una variable cualitativa dicotómica, en la que los participantes que hayan sido asignados al G.I recibirán como tratamiento la NMP-e, mientras que los participantes del G.C serán tratados exclusivamente con movilizaciones neurodinámicas.

Se han fijado como variables dependientes:

- Dolor, es una variable cuantitativa, que se medirá con la Escala EVA. (24)
- Sensibilidad vibratoria, es una variable cualitativa politómica (estará ausente, disminuida o normal), se valorará con un diapasón de 64Hz. (30)

- Sensibilidad táctil, es una variable cuantitativa, que se valorará mediante el monofilamento de Semmes-Weinstein. (29)
- Sensibilidad táctil discriminativa, es una variable cuantitativa, que se medirá con el test de discriminación de 2 puntos. (31)
- Fuerza de prensión manual, es una variable cuantitativa, que se medirá con un dinamómetro manual. (25)
- Calidad de vida, es una variable cuantitativa, que se medirá con el cuestionario SF-36. (32, 33)
- Amplitud de movimiento (ROM), es una variable cuantitativa, que se medirá con un goniómetro universal. (26)
- Función del miembro superior, es una variable cuantitativa, que se medirá con el cuestionario Quick-DASH. (27, 28)

Variables de confusión:

- Edad
- Años de práctica deportiva
- Posición de juego

MEDIDAS Y MATERIAL DE MEDICIÓN:

La medición del dolor se llevará a cabo mediante la Escala Visual Analógica (EVA) (24). Se utilizará para medir de forma numérica la intensidad del dolor percibida por el paciente. Esta escala va de izquierda a derecha del número 0 al 10, siendo 0 la ausencia de dolor, y 10 el máximo dolor percibido por el paciente. Se le pedirá al paciente que marque en la escala el punto en el que se encuentra su dolor, y con una regla milimétrica se medirá.

La medición de la fuerza de prensión manual se realizará con un dinamómetro de mano Jamar (25). Esto permitirá evaluar la función muscular y conocer la fuerza de agarre de cada participante. Para realizar la medición, el paciente se colocará en sedestación con el codo de la extremidad superior apoyado, una flexión de codo de 90º y con el antebrazo en posición neutra. Se le pedirá que apriete con todas sus fuerzas el dinamómetro durante 3-5 segundos. Se hará en ambas extremidades, realizando 3

mediciones en cada una, con un intervalo de 1 minuto de descanso entre cada medición, y se calculará el promedio de las 3 mediciones para determinar la fuerza de agarre. Se comparará el resultado obtenido en ambas extremidades, puede darse el caso de que el paciente presente una sarcopenia si tiene una fuerza de prensión menor de 27 kg. (34)

La valoración de la función del miembro superior se llevará a cabo con el Quick-DASH (27, 28). Este cuestionario consta de 11 ítems que valoran la capacidad funcional y sintomatología de pacientes con patologías de miembro superior, y servirá para medir el grado de discapacidad de los participantes. La puntuación del Quick-DASH va del 0 (ausencia de discapacidad) al 100 (discapacidad severa).

La calidad de vida se valorará mediante el SF-36 (32, 33). Este cuestionario está formado por 36 ítems que evalúan 8 dimensiones de la salud: la función física, el rol físico, el dolor corporal, la salud general, la vitalidad, la función social, el rol emocional y la salud mental. La puntuación de este cuestionario va del 0 al 100. Por tanto, este cuestionario permitirá valorar de manera general la calidad de vida, así como el impacto emocional, físico y social en los participantes a consecuencia de la patología que presentan.

En cuanto a la sensibilidad táctil, se utilizará el monofilamento de Semmes-Weinstein (29) para valorar la sensibilidad táctil en los territorios distales inervados por el nervio cubital, es decir, la eminencia hipotenar y el 4º (lado cubital) y 5º dedo. Este dispositivo consiste en cinco monofilamentos que están calibrados para reproducir una presión o fuerza determinada: verde 2.83 (0.07g), azul claro 3.61 (0.4 g), morado 4.31 (2.0g), rosa 4.56 (4.0g) y el rojo 6.65 (300g). (31)

Se valorará la capacidad que tiene el paciente (con los ojos tapados) para sentir los distintos monofilamentos **(31)**, el sentir el monofilamento verde indica que la sensibilidad es normal.

Para la sensibilidad táctil discriminativa, se realizará discriminación en dos puntos. Esta herramienta está formada por dos discos de plástico ambos con púas de metal colocadas

a distancias distintas entre ellas, que van de 2 mm a 15 mm, y una única púa(31). Y se valorará la capacidad del paciente para distinguir si se le está tocando con una o dos púas, además, cuando su respuesta sea "dos" se registrará la distancia en mm de las dos púas del discriminador, a la que es capaz de discriminar el paciente (31). En personas sanas los valores en esta prueba fueron (31):

- 4º dedo: 5.2 ± 1.1 mm
- 5º dedo: 4.9 ± 1.2 mm
- Zona hipotenar: 8.3 ± 2.0 mm

Se utilizará un goniómetro universal estándar para medir el rango de movimiento del codo (26). Se valorarán los movimientos de flexión, extensión, pronación y supinación. Al igual que en la medición de la fuerza de agarre, se hará bilateralmente. Además, se medirá tanto la movilidad pasiva como la movilidad activa. Los valores fisiológicos de los distintos movimientos se tomarán de referencia en hombres adultos (20-44 años) serán los siguientes (35):

- Flexión: 143.6º-145.6º (35)
- Extensión: 0.1º-1.5º (35)
- Pronación: 75.6º–78.2º (35)
- Supinación: 83.8º–86.2º (35)

En el caso de deportistas de lanzamiento, como son los jugadores de balonmano resulta frecuente que haya diferencias en el ROM del brazo dominante frente al no dominante, algo que no se tiene porque considerar patológico, ya que se debe al gesto repetitivo de lanzar que realizan o a otros factores (36).

Materiales necesarios para la medición: Estas variables serán medidas al principio durante la valoración inicial, tras finalizar el estudio y al tercer mes. (37).

- Escala Visual Analógica del dolor (EVA) (24) (ANEXO I).
- Dinamómetro de mano hidráulico de Jamar (25).

- Monofilamento de Semmes-Weinstein (29) para valorar la sensibilidad táctil distal.
- Para la sensibilidad táctil discriminativa, se utilizará Baseline Discrim-A-Gon Discriminator (31).
- Rydel‑Seiffer graduated tuning fork, para valorar la sensibilidad vibratoria (30).
- Cuestionario Quick-DASH (ANEXO II) para valorar la función del miembro superior (27, 28).
- Cuestionario SF-36 (ANEXO III) para valorar la calidad de vida (32, 33).
- Goniómetro universal estándar para medir el ROM del codo (26).

PROCEDIMIENTO Y RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN:

Para el reclutamiento de los participantes, se contactará mediante correo electrónico a la Federación Cántabra de Balonmano, informando sobre el objetivo general del estudio que se quiere realizar y la población diana, con la intención de contactar con voluntarios que posean un historial de síntomas compatibles con una disfunción del nervio cubital provocada por la práctica deportiva.

Posteriormente a los interesados se les convocará en una reunión para corroborar que cumplan con los criterios necesarios para poder participar en el estudio. Una vez hecho esto, a los participantes que cumplan los criterios establecidos, se les proporcionará una hoja de información al paciente (ANEXO IV), además de otra hoja de consentimiento informado (ANEXO V) para que la firmen.

Por otra parte, este estudio no contará con ningún tipo de cegamiento o enmascaramiento, ya que los participantes conocerán a qué grupo pertenecen.
Este protocolo de estudio se llevará a cabo con una muestra de 60 participantes, la aleatorización la realizará uno de los investigadores mediante un programa informático llamado “Research Randomizer” que asignará a los participantes de manera aleatoria a uno de los dos grupos, ya sea el GC (n=30) o el GI (n=30).

El procedimiento será llevado a cabo en dos salas de forma simultánea, para así evitar influencias externas y habrá una tercera y cuarta sala para la recogida de información necesaria. En la primera sala se encontrará el GC, que recibirá la enseñanza y supervisión del programa de neurodinámica del nervio cubital y en la otra sala se encontrará el GI, este además de realizar los mismos ejercicios de neurodinámica, será seguidamente intervenido con neuromodulación percutánea ecoguiada (NMPe).

En la fase de evaluación inicial, previa a la intervención, se medirán las variables dependientes, comenzando por la escala EVA para medir su dolor en reposo, sin haber realizado antes ningún ejercicio que pueda provocar la irritación del nervio, así obtenemos un valor basal puro.

Después se medirán distintos tipos de sensibilidad de manera bilateral para valorar la gravedad de la lesión. Se valorará primero la sensibilidad vibratoria con un diapasón de 64 Hz (30) ya que suele ser la primera en verse afectada ante una alteración neural. Ubicaremos el diapasón a lo largo del recorrido del nervio desde la fosa olecraneana, evitando tocar cualquier estructura ósea directamente, hasta los dedos 4 (lado cubital) y 5. Lo siguiente será el umbral de sensibilidad epicrítica de extremos distales (eminencia hipotenar y eje longitudinal del lado cubital del 4° dedo y 5° dedo al completo) con el monofilamento de Semmes-Weinstein (29, 30) para medir la sensibilidad táctil protectora o umbral de presión, moviéndose de proximal a distal por el territorio mecionado, y para eso el paciente deberá tener los ojos cerrados y comunicar si siente la presión aplicada con el monofilamento. Finalmente se hará la prueba de discriminación de dos puntos (2DP) con un Baseline Discrim-A-Gon Discriminator (31) para la sensibilidad táctil discriminativa, para ello se le pedirá al paciente que cierre los ojos nuevamente y que coloque la mano en una superficie dura y los dos puntos de estimulación se aplicarán con la misma fuerza de forma simultánea, hasta que la piel alcance un tono blanquecino. (30)

La calidad de vida será la tercera variable y se valorará mediante un cuestionario SF-36 (ANEXO III) con el fin de no condicionar los resultados de otras pruebas como el dolor, ya que recordar las limitaciones que pueden sufrir en su vida diaria debido a la lesión

puede hacer que la percepción del dolor se vea alterada en el momento, al igual que obtener una baja calificación en el resto de las variables puede hacer cambiar la percepción del paciente sobre su calidad de vida. Seguidamente se valorará la función del miembro superior mediante el cuestionario Quick-DASH. Para hacer estos cuestionarios correctamente el evaluador y el paciente se ubicarán en una de las salas dispuestas para la recogida de información, aislados del resto de voluntarios para evitar distracciones e influencias externas.

La siguiente variable en medirse será el ROM de la articulación del codo, y se realizarán 3 mediciones por cada lado de la flexión, extensión, pronación y supinación con un goniómetro universal (38). Primero se determinarán los ejes longitudinales de brazo y el antebrazo, que estarán determinados por una línea imaginaria que va desde el acromion hasta el epicóndilo lateral (para el brazo) y desde éste hasta la mitad de la muñeca (para el antebrazo). Luego el codo y el antebrazo se colocarán en posición neutra y se colocará el eje en el epicóndilo lateral y el brazo fijo orientado hacia el acromion, entonces se le pide al paciente que realice la acción (flexión/extensión) orientando el brazo móvil hacia la mitad de la muñeca. Para valorar la pronación y la supinación, el paciente se encontrará en sedestación y el evaluador frente a él, y se le pedirá que flexione el codo a 90° con el antebrazo en posición neutra y que sujete un bolígrafo, que marcará el eje longitudinal que deberá seguir el brazo móvil, y estará alineado con el húmero al inicio, éste será el eje de referencia para el brazo fijo, el fulcro del goniómetro se situará delante del puño del paciente a la altura del tercer dedo.

Por último, se medirá la fuerza y se usará un dinamómetro de Jamar. El paciente se colocará en sedestación en una silla con respaldo y pasábamos, con el antebrazo en neutro y comenzará la acción con la mano dominante. Ésta se repetirá 3 veces en cada lado con un intervalo de 1 minuto de descanso después de cada repetición. (25, 39)

La evaluación la realizará un fisioterapeuta cada 4 semanas durante los 4 meses que durará la intervención. El seguimiento se realizará al 3er mes tras finalizar la intervención para valorar si los resultados obtenidos se mantienen en el tiempo. (37)

INTERVENCIÓN:

En cuanto a la intervención en el GC, ésta se basará en ejercicios de neurodinámica del nervio cubital. Para llevarlo a cabo, se les citará en grupos reducidos (6 personas) y se les explicara el ejercicio de neurodinámica que deberán realizar en su domicilio. Para el ejercicio, el paciente deberá estar colocado en sedestación y empezará con una inclinación homolateral del cuello, seguido de una ABD de hombro de 90º, después deberá realizar máxima flexión de codo con el antebrazo en pronación, flexión dorsal de muñeca, y posteriormente, manteniendo la posición, realizar inclinación contralateral del cuello, flexión de codo de 90º y flexión palmar de muñeca. Este ejercicio lo deberán realizar todos los días una vez al día, 3 series de 10 repeticiones, durante 4 meses (13).

Además, una vez por semana cada uno de los pacientes tendrá que enviar un video a los investigadores para que haya constancia de su correcta realización.

Por otra parte, el GI realizará 1 sesión por semana de 25 minutos, se hará un tratamiento de NMP-e del nervio cubital, además, se les explicará de la misma forma que al GC como realizar el ejercicio de neurodinámica y tendrán que seguir las mismas pautas. (15)

Para el abordaje de la NMP-e, el paciente se colocará en la camilla en decúbito supino, con el antebrazo en supinación apoyado. En primer lugar, se visualizará, con ayuda del ecógrafo, y con el transductor de manera transversal (eje corto), el recorrido del nervio cubital en el brazo y antebrazo. Una vez ubicado el nervio, y antes de introducir las agujas (0.30 x 25 mm), se desinfectará la piel con alcohol. Una de las agujas se colocará 3 cm por encima del canal epitrocleo-olecraneano, y la otra 3cm por debajo del epicóndilo medial (entre el flexor profundo de los dedos y el flexor cubital). (21, 37)

Una vez introducidas las agujas, se comprobará mediante un pointer que las agujas están situadas en el lugar correcto, esto provocará una contracción visible de la musculatura inervada por el nervio cubital, una vez comprobado se conectarán a los electrodos del electroestimulador. Se utilizará una frecuencia baja (2Hz), con una duración de pulso de 250 microsegundos, la intensidad de la corriente se incrementará (sobre 5-6 mA) hasta que haya una contracción muscular visible. (21, 37)

La intervención tendrá una duración total de 4 meses en ambos grupos y la intervención en el GI con NMP-e será realizada por fisioterapeutas expertos en técnicas de fisioterapia invasiva.

Con respecto a la evaluación y seguimiento, una vez finalizada la intervención se volverán a valorar de nuevo las variables y así se podrá comprobar la eficacia del tratamiento, esto lo realizarán ambos investigadores. Una vez demostrada su eficacia, y pasados 3 meses, se hará otra valoración para comprobar que la mejora y los efectos perduran en el tiempo. (41)

Recursos materiales y personales:

- Ecógrafo: *M-MSK ultrasound system (Sonosite®).*
- Transductor lineal: *HFL38x, SonoSite®.*
- Electroestimulador: *Physio Invasiva® 2.0, PRIM Fisioterapia y Rehabilitación, Spain.*
- *Pointer Plus® (UPC Medical Supplies, CA, USA).*
- Agujas: *0,30 x 25mm Agupunt®.*
- Alcohol.
- Gel conductor.
- Guantes desechables.
- Camillas.
- Cuatro Fisioterapeutas especializados en técnicas de fisioterapia invasiva. Dos de ellos serán los encargados de realizar la evaluación y el seguimiento de los participantes.

ASPECTOS ÉTICOS:

Antes de empezar a realizar el estudio, se enviará toda la información sobre este proyecto al Comité de Ética de Investigación Científica de la Universidad de Cantabria, para su aprobación.

Para poder llevar a cabo el estudio, se debe cumplir la declaración de Helsinki, por eso antes de comenzar el estudio se les entregará a los participantes una hoja de consentimiento informado [ANEXO V] y la hoja de información sobre la realización del estudio [ANEXO IV], cumpliendo así con dicha declaración.

En el consentimiento informado se les explicará a los pacientes cuáles son los objetivos y procedimientos que se llevarán a cabo en el estudio, así como los beneficios que se esperan conseguir, tales como: la disminución del dolor, la mejora de la calidad de vida, el aumento de la fuerza y la mejora de la función. A su vez, también se detallan los riesgos que puede tener el tratamiento con neuromodulación. Y, además, se les informará de que cuentan con la posibilidad de retirar su consentimiento y abandonar el estudio en cualquier momento, sin que suponga ningún problema.

Por otra parte, respecto a la gestión de los datos, se llevará a cabo siguiendo las directrices que están establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, sobre Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, publicada en el BOE. Además, se cumplirán las disposiciones del Reglamento (UE) 2016/679, que regula la protección de las personas físicas acerca del tratamiento y la circulación de datos personales.

Finalmente, todos los datos recogidos permanecerán almacenados de manera segura y confidencial durante un periodo de 5 años. Para garantizar la confidencialidad, cada participante estará registrado con un código numérico, de manera que solamente tengan

acceso a los datos el equipo de investigadores. Los participantes conocerán los resultados del estudio cuando este haya finalizado.

PLAN DE TRABAJO

Este protocolo de investigación tiene como objetivo estudiar la eficacia de la neuromodulación percutánea ecoguiada (NMPe) en la patología del nervio cubital en deportistas de balonmano y compararla con un tratamiento convencional como la neurodinámica.

Aunque este estudio se ha diseñado para comenzar en septiembre de 2025 y finalizar en octubre de 2026, durando un total de 13 meses, se detallarán las etapas que seguirá la investigación para gestionar su realización y tiempos requeridos, además de las posteriores reevaluaciones necesarias para poder determinar si los efectos obtenidos en los grupos son sostenibles en el tiempo a medio y largo plazo:

1. PLANIFICACIÓN

Esta etapa comenzó en septiembre de 2025 con una revisión bibliográfica en bases de datos como Medline, Scopus y Cochrane para encontrar la mayor evidencia científica disponible en este tema, priorizando aquella que estuviera publicada dentro de los últimos 10 años. Se le dieron más peso a publicaciones como: revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos clínicos aleatorizados. En cuanto a las primeras búsquedas, se usaron inicialmente “Electrical Stimulation”, “Peripheral nerve”, “Ulnar nerve” y “Throwing athletes” como palabras claves y operadores booleanos como AND, OR y NOT. Tras la recogida de información se hizo una revisión crítica sobre los estudios disponibles y se seleccionaron aquellos que más se adecuaran al tema del estudio o cuya información gozase de más aceptación en la comunidad científica, y unos de los principales motivos de exclusión fueron aquellos en los que hubiera una intervención quirúrgica previa a la neuroestimulación en un mismo sujeto y/o el nervio periférico tratado u observado perteneciera a la extremidad inferior.

Se organizó la información recogida y se identificaron lagunas de información para así poder formular una hipótesis y definir unos objetivos que pudieran llevar a un posible avance en este campo en el futuro.

2. DISEÑO

Esta siguiente etapa comenzó en octubre de 2025 y finalizó en febrero de 2026, y durante ese tiempo se llevó a cabo el diseño metodológico del estudio y la planificación logística necesaria para su ejecución.

Esta etapa estuvo caracterizada por el diseño del protocolo de estudio, donde se tuvo que definir el tamaño muestral y los criterios de inclusión y exclusión.

Se decidió que para el reclutamiento de participantes que cumplieran la mayoría de los criterios de inclusión se debía contactar con la Federación Cántabra de Balonmano y que a través de ésta se enviara un correo a los sujetos federados que cumplieran con los síntomas principales de la patología en cuestión: tener dolor, hormigueos, parestesias o pérdida de fuerza en la región que abarca desde el codo hasta la mano.

Durante este tiempo también se elaboró la hoja de información al paciente, el consentimiento informado y la Hoja de Screening para valorar si los voluntarios cumplen con los criterios de inclusión , se definieron las variables dependientes y sus instrumentos de medida, se diseñó con detalle el protocolo a seguir para los grupos de intervención y se envió el proyecto al Comité de Ética de Investigación para su evaluación y aprobación, estimando una duración de 2 o 3 meses.

3. EJECUCIÓN

Una vez obtenida la aprobación del Comité de Ética, se procederá a la ejecución del estudio. Esta etapa incluirá el reclutamiento de la muestra, la evaluación inicial, el proceso de intervención definido y las reevaluaciones posteriores, que se realizarán durante un período de tiempo prolongado para asegurar que los efectos obtenidos durante el estudio se mantienen en el tiempo.

El reclutamiento de los participantes se hará de forma progresiva, verificando de forma rigurosa el cumplimiento de los criterios de inclusión. Este proceso se organizará por fases para garantizar la homogeneidad de la muestra al minimizar los posibles sesgos de inclusión. Una vez realizada la selección, los sujetos serán asignados de forma aleatoria al grupo control (que recibirá el tratamiento de neurodinamia) o al grupo de intervención (cuyo tratamiento implementa el uso de la NMPe) usando para ello un programa llamado “Research Randomizer”.

Antes de iniciar el tratamiento, se realizará una evaluación inicial exhaustiva de todas las variables dependientes del estudio, incluyendo la intensidad del dolor, los distintos tipos de sensibilidad (epicrítica, vibratoria, unbral de presión y discriminación de dos puntos), el rango de movimiento del codo, la fuerza y la función del miembro superior, y la calidad de vida. Posteriormente, se aplicará el protocolo terapéutico correspondiente a cada grupo, garantizando la correcta ejecución de las técnicas y el control de la adherencia al tratamiento.

Durante toda la intervención se llevará a cabo un seguimiento periódico de 4 semanas de los participantes, registrando posibles efectos adversos y asegurando la calidad del proceso. Tras los 4 meses que durará esta fase, se realizará una reevaluación final en agosto, es decir, 3 meses después, para valorar si los efectos obtenidos durante el tratamiento se mantienen en el tiempo y resultan relevantes para poder establecer un posible protocolo de aplicación en el futuro.

4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Esta etapa comenzará casi de forma simultánea a la anterior, ya que se analizará la información y los resultados obtenidos, para así evaluar los efectos obtenidos durante la intervención, al finalizar y a los tres meses de terminar la intervención.

Se organizarán los datos obtenidos desde el principio para ir elaborando un análisis de la evolución temporal, para valorar la persistencia y efectividad de los efectos del tratamiento. Al finalizar se compararán los resultados obtenidos entre los diferentes grupos y se elaborarán tablas y gráficos para la presentación de los resultados obtenidos al término del tratamiento y la reevaluación final.

5. ELABORACIÓN DE MANUSCRITO

En esta última fase, una vez finalizada la redacción del manuscrito definitivo del Trabajo Final de Grado (incluyendo la introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones), se interpretarán y relacionarán los datos con la evidencia científica existente para su posterior divulgación a revistas de interés relacionadas con el tema tratado en este protocolo de estudio, tales como: Revista Fisioterapia (AEF), Neurorehabilitation and Neural Repair (NNR) y Clinical Journal of Sports Medicine (CJSM).

Fase	SEP-OCT 2025	NOV-DIC 2025	ENE-FEB 2026	MAR-ABRIL 2026	MAYO-JUN 2026	JUL-AGO 2026	SEP-OCT 2026
Planificación							
Diseño							
Ejecución							
Proc. Datos							
Elab. Manuscrito							

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El presente protocolo de ECA tiene como objetivo valorar la eficacia de la NMP-e aplicada a nivel del túnel cubital, en jugadores de balonmano con neuropatía cubital. El G.I recibirá un tratamiento con NMP-e y ejercicios de neurodinámica, y el del G.C se basará únicamente en ejercicios de neurodinámica.

La literatura disponible incluye estudios con resultados compatibles con la hipótesis que se plantea en este protocolo. En primer lugar, en un estudio realizado por San-Emeterio-Iglesias et al. se evaluó, en pacientes con dolor lumbar crónico, la eficacia de la NMP-e aplicada sobre el nervio ciático en tres localizaciones diferentes, se observaron mejoras en cuanto al dolor, grado de discapacidad, rango de movimiento en la rotación interna y fuerza muscular de la cadera, sin embargo, el estudio careció de un grupo control y presentó un periodo muy corto de seguimiento. (23) En segundo lugar, en el estudio realizado por De-la-Cruz-Torres et al. en pacientes con epicondilalgia lateral, el grupo que recibió como tratamiento la NMP-e aplicada sobre el nervio radial mostró al final de la intervención una disminución del dolor y una mejora en la función del nervio radial, en comparación con el grupo control que no recibió ningún tratamiento (21) . Por último, en el ensayo clínico realizado por Valenzuela-Rios et al. en pacientes con dolor de hombro, se valoró la eficacia de realizar cuatro sesiones de NMP-e aplicada sobre el nervio axilar y supraescapular en comparación con un programa de ejercicios, después del tratamiento no hubo diferencias significativas entre los grupos, solamente el grupo que tuvo como tratamiento la NMP-e y el programa de ejercicios, obtuvo mejores resultados, en cuanto al dolor de hombro en un mes de intervención, que el grupo que realizó únicamente el programa de ejercicios y el grupo placebo (41). En definitiva, estos estudios son comparables con el presente protocolo ya que evalúan la eficacia de la NMP-e aplicada en distintos nervios periféricos, y analizan los resultados que se obtienen en el dolor, rango de movimiento, función y fuerza. En

concreto, este protocolo aporta un enfoque específico y aplicado al ámbito deportivo, ya que la población de estudio son jugadores de balonmano. Además, presenta tanto una intervención como seguimiento amplios, y se utilizan herramientas y medidas validadas.

Por lo tanto, si se obtuvieran los resultados deseados, existiría la posibilidad de que el abordaje que se plantea para esta patología pudiera ser estandarizado como una técnica de primera línea, ya que es ampliamente conocida, pero no tan utilizada en el campo de la fisioterapia deportiva, y podría ayudar a orientar la toma de decisiones del profesional mediante parámetros más estandarizables.

Además, cabe destacar que el tiempo de recuperación es un factor clave en el ámbito deportivo por lo que supondría un gran avance en el deporte y la fisioterapia deportiva a cualquier nivel competitivo para poder establecer unos márgenes temporales más claros a la hora de retomar la actividad deportiva.

Con respecto a las limitaciones del estudio, en primer lugar destaca la falta de cegamiento o enmascaramiento tanto para los investigadores como para los participantes, esto aumenta el riesgo de sesgos, ya que el conocer a qué grupo pertenecen puede condicionar su percepción de síntomas, lo que dificulta la objetividad de los resultados. Otra limitación es la generalización limitada de los resultados, dado que la muestra está exclusivamente formada por jugadores de balonmano, se debe tener prudencia a la hora de extrapolar los resultados obtenidos al resto de la población, tanto dentro como fuera del ámbito deportivo. Otra debilidad del estudio son algunas variables confusoras que pueden ser difíciles de controlar durante la intervención, estas son: la correcta adherencia al tratamiento, los factores psicológicos y la carga de entrenamiento.

En cuanto a las fortalezas, este protocolo presenta un comparador activo (neurodinámica), lo que reduce el sesgo de expectativa ya que ambos grupos reciben un tratamiento, este estudio también cuenta con una población de estudio clínicamente homogénea, y además, su diseño como ECA reduce de manera significativa el sesgo de selección debido a la asignación aleatoria de los participantes a los dos grupos. Otro punto fuerte del estudio es su seguimiento, ya que incorpora una valoración justo al terminar la intervención, esto permite determinar el efecto inmediato del tratamiento, y

una última valoración tres meses después, lo que permite valorar si los cambios obtenidos se mantienen en el tiempo. La duración prolongada de la intervención (4 meses) es otra fortaleza que presenta el estudio, ya que esto permite ver una evolución clínica real y que se consoliden cambios tanto funcionales como estructurales. Y por último, el uso de medidas y herramientas estandarizadas aumentan la objetividad entre evaluadores y facilitan la comparación con la literatura científica disponible.

En cuanto a la prospectiva, estudios futuros deberían llevar a cabo ensayos clínicos en otros deportes de lanzamiento (voleibol, waterpolo, tenis…), para así comprobar si el tratamiento es igual de efectivo en estas disciplinas. Otra línea futura de investigación podría ser ampliar el tiempo de seguimiento (12 meses) esto permitirá ver si las mejoras conseguidas se mantienen en el retorno al juego y los efectos obtenidos duran en el tiempo. Y finalmente, sería interesante adaptar este estudio a otras neuropatías (túnel carpiano, túnel radial) para verificar que el tratamiento resulta igual de eficaz que en la neuropatía cubital.

CONCLUSIÓN:

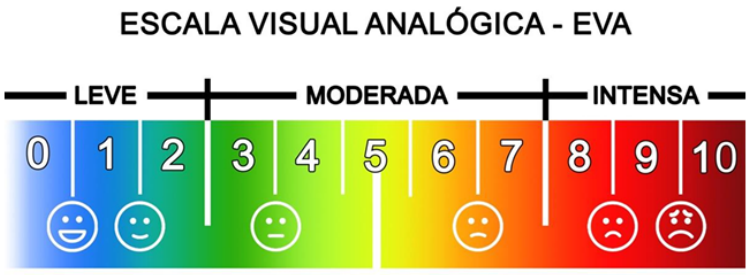
El objetivo de este protocolo de estudio se centra en evaluar la eficacia de la NMP-e combinada con técnicas de neurodinámica, en jugadores de balonmano con neuropatía cubital, frente a un tratamiento exclusivo con técnicas de neurodinámica, teniéndose en cuenta factores como el dolor, el ROM y la fuerza.

Con este ensayo clínico lo que se busca es confirmar si combinando ambas técnicas conseguimos aportar mayores ventajas en comparación con las técnicas de tratamiento convencional. Frente a una perspectiva de la patología muy centrada en los aspectos estructurales, nuestro objetivo contempla a su vez los aspectos funcionales y perceptivos del paciente.

En definitiva, este proyecto nace de la necesidad de aportar evidencia sólida a nuevas estrategias terapéuticas con márgenes clínicos y temporales bien establecidos en un ámbito altamente exigente, sin perder el enfoque en las necesidades y ambiciones de los deportistas.

ANEXOS

ANEXO I: Escala Visual Analógica (24)



ANEXO II: Cuestionario Quick-DASH (28)

Instrucciones:

Este cuestionario le pregunta sobre sus síntomas así como su capacidad para realizar ciertas actividades o tareas. Por favor conteste cada pregunta basándose en su condición o capacidad durante la última semana. Para ello marque un círculo en el número apropiado.

Si usted no tuvo la oportunidad de realizar alguna de las actividades durante la última semana, por favor intente aproximarse a la respuesta que considere que sea la más exacta. No importa qué mano o brazo use para realizar la actividad; por favor conteste basándose en su habilidad o capacidad y cómo puede llevar a cabo dicha tarea o actividad.

GRADO EN FISIOTERAPIA

Por favor, puntúe su habilidad o capacidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana. Para ello, marque con un círculo el número apropiado para cada respuesta.

	Ninguna dificultad	Dificultad leve	Dificultad moderada	Mucha dificultad	Imposible de realizar
1. -Abrir un bote de cristal nuevo	1	2	3	4	5
2.-Realizar tareas duras de la casa (p. ej. fregar el piso, limpiar paredes, etc.	1	2	3	4	5
3.-Cargar una bolsa del supermercado o un maletín.	1	2	3	4	5
4.-Lavarse la espalda	1	2	3	4	5
5.-Usar un cuchillo para cortar la comida	1	2	3	4	5
6.-Actividades de entretenimiento que requieren algo de esfuerzo o impacto para su brazo, hombro o mano (p. ej. golf, martillear, tenis o petanca)	1	2	3	4	5
	No, para nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
7.- Durante la última semana, ¿ su problema en el hombro, brazo o mano ha interferido con sus actividades sociales normales con la familia, sus amigos, vecinos o grupos?	1	2	3	4	5

	No para nada	Un poco	Regular	Bastante limitado	Imposible de realizar
8.- Durante la última semana, ¿ha tenido usted dificultad para realizar su trabajo u otras actividades cotidianas debido a su problema en el brazo, hombro o mano?	1	2	3	4	5

Por favor, ponga puntuación a la gravedad o severidad de los siguientes síntomas

	Ninguno	Leve	Moderado	Grave	Muy grave
9.- Dolor en el brazo, hombro o mano.	1	2	3	4	5
10.-Sensación de calambres (hormigueos y alfilerazos) en su brazo hombro o mano.	1	2	3	4	5

	No	Leve	Moderada	Grave	Dificultad extrema que me impedía dormir
11.- Durante la última semana, ¿cuanta dificultad ha tenido para dormir debido a dolor en el brazo, hombro o mano?.	1	2	3	4	5

Cálculo de la puntuación del "Quick Dash" (Discapacidad/Síntomas) = ([(suma de n respuestas)/n] -1) x 25, donde n es igual al número de respuestas

completadas. La puntuación del "Quick Dash" no puede ser calculada si hay más de 1 ítem sin contestar.

ANEXO III: CUESTIONARIO DE SALUD SF-36 (Calidad de vida) (33)

Marque una sola respuesta:

1. En general, usted diría que su salud es:
    a. ☐ Excelente
    b. ☐ Muy buena
    c. ☐ Buena
    d. ☐ Regular
    e. ☐ Mala
2. ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?
    a. ☐ Mucho mejor ahora que hace un año
    b. ☐ Algo mejor ahora que hace un año
    c. ☐ Más o menos igual que hace un año
    d. ☐ Algo peor ahora que hace un año
    e. ☐ Mucho peor ahora que hace un año

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal.

3. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?
    a. ☐ Sí, me limita mucho
    b. ☐ Sí, me limita un poco
    c. ☐ No, no me limita nada
4. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?
    a. ☐ Sí, me limita mucho
    b. ☐ Sí, me limita un poco
    c. ☐ No, no me limita nada
5. Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?

a. ☐ Sí, me limita mucho
b. ☐ Sí, me limita un poco
c. ☐ No, no me limita nada

6. Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?
   a. ☐ Sí , me limita mucho
   b. ☐ Sí, me limita un poco
   c. ☐ No, no me limita nada
7. Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?
   a. ☐ Sí , me limita mucho
   b. ☐ Sí, me limita un poco
   c. ☐ No, no me limita nada
8. Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?
   a. ☐ Sí, me limita mucho
   b. ☐ Sí, me limita un poco
   c. ☐ No, no me limita nada
9. Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?
   a. ☐ Sí, me limita mucho
   b. ☐ Sí, me limita un poco
   c. ☐ No, no me limita nada
10. Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?
    a. ☐ Sí , me limita mucho
    b. ☐ Sí, me limita un poco
    c. ☐ No, no me limita nada
11. Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?
    a. ☐ Sí , me limita mucho
    b. ☐ Sí, me limita un poco
    c. ☐ No, no me limita nada
12. Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?
    a. ☐ Sí, me limita mucho
    b. ☐ Sí, me limita un poco
    c. ☐ No, no me limita nada

Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades diarias.

13. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de su salud física?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
14. Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
15. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
16. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
17. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
18. Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?
    a. ☐ Sí
    b. ☐ No
19. Durante las últimas 4 semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

a. ☐ Sí
b. ☐ No

20. Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?
    a. ☐ Nada
    b. ☐ Un poco
    c. ☐ Regular
    d. ☐ Bastante
    e. ☐ Mucho
21. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?
    a. ☐ No, ninguno
    b. ☐ Sí, muy poco
    c. ☐ Sí, un poco
    d. ☐ Sí, moderado
    e. ☐ Si, mucho
    f. ☐ Sí, muchísimo
22. Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas?
    a. ☐ Nada
    b. ☐ Un poco
    c. ☐ Regular
    d. ☐ Bastante
    e. ☐ Mucho

Las siguientes preguntas se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta, responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.

23. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?
    a. ☐ Siempre
    b. ☐ Casi siempre
    c. ☐ Muchas veces

d. ◻ Algunas veces
e. ◻ Sólo alguna vez
f. ◻ Nunca

24. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo estuvo muy nervioso?
    a. ◻ Siempre
    b. ◻ Casi siempre
    c. ◻ Muchas veces
    d. ◻ Algunas veces
    e. ◻ Sólo alguna vez
    f. ◻ Nunca
25. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?
    a. ◻ Siempre
    b. ◻ Casi siempre
    c. ◻ Muchas veces
    d. ◻ Algunas veces
    e. ◻ Sólo alguna vez
    f. ◻ Nunca
26. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?
    a. ◻ Siempre
    b. ◻ Casi siempre
    c. ◻ Muchas veces
    d. ◻ Algunas veces
    e. ◻ Sólo alguna vez
    f. ◻ Nunca
27. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo tuvo mucha energía?
    a. ◻ Siempre
    b. ◻ Casi siempre
    c. ◻ Muchas veces
    d. ◻ Algunas veces
    e. ◻ Sólo alguna vez
    f. ◻ Nunca

28. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?
    a. ☐ Siempre
    b. ☐ Casi siempre
    c. ☐ Muchas veces
    d. ☐ Algunas veces
    e. ☐ Sólo alguna vez
    f. ☐ Nunca
29. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió agotado?
    a. ☐ Siempre
    b. ☐ Casi siempre
    c. ☐ Muchas veces
    d. ☐ Algunas veces
    e. ☐ Sólo alguna vez
    f. ☐ Nunca
30. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió feliz?
    a. ☐ Siempre
    b. ☐ Casi siempre
    c. ☐ Muchas veces
    d. ☐ Algunas veces
    e. ☐ Sólo alguna vez
    f. ☐ Nunca
31. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió cansado?
    a. ☐ Siempre
    b. ☐ Casi siempre
    c. ☐ Muchas veces
    d. ☐ Algunas veces
    e. ☐ Sólo alguna vez
    f. ☐ Nunca
32. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué recurrencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a amigos o familiares)?
    a. ☐ Siempre

b. ☐ Casi siempre
c. ☐ Muchas veces
d. ☐ Algunas veces
e. ☐ Sólo alguna vez
f. ☐ Nunca

Por favor, diga si le parece cierta o falsa cada una de las siguientes frases

33. Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas
    a. ☐ Totalmente cierta
    b. ☐ Bastante cierta
    c. ☐ No lo sé
    d. ☐ Bastante falsa
    e. ☐ Totalmente falsa
34. Estoy tan sano como cualquiera
    a. ☐ Totalmente cierta
    b. ☐ Bastante cierta
    c. ☐ No lo sé
    d. ☐ Bastante falsa
    e. ☐ Totalmente falsa
35. Creo que mi salud va a empeorar
    a. ☐ Totalmente cierta
    b. ☐ Bastante cierta
    c. ☐ No lo sé
    d. ☐ Bastante falsa
    e. ☐ Totalmente falsa
36. Mi salud es excelente
    a. ☐ Totalmente cierta
    b. ☐ Bastante cierta
    c. ☐ No lo sé
    d. ☐ Bastante falsa
    e. ☐ Totalmente falsa

GRADO EN FISIOTERAPIA

ANEXO IV: HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

TÍTULO DEL ESTUDIO:

NOMBRE DEL ALUMNO O ALUMNOS:

CENTRO: Escuela Universitaria Gimbernat-Cantabria (adscrita a la UC).

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE:

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica correspondiente y cumple la normativa vigente.

El objetivo de este documento es proporcionarle la información necesaria de manera adecuada y completa para que pueda decidir libremente si quiere o no participar en el estudio. Para ello revise y lea con detenimiento el presente documento, y posteriormente podrá preguntar las dudas que le surjan, pudiendo consultarlo con quien considere conveniente.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Su participación en este protocolo de estudio es totalmente voluntaria. Y si finalmente decide participar en él, cuenta con la posibilidad de cambiar su decisión y anular su consentimiento en cualquier momento de la intervención, sin que ello tenga ninguna consecuencia.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Este estudio es un ensayo clínico, en el que se seleccionarán 60 jugadores de balonmano que presenten una neuropatía cubital a nivel del túnel cubital. De estos 60, 30 recibirán un tratamiento de NMP-e combinado con ejercicios de neurodinámica (G.I) y los otros 30 un tratamiento exclusivo de ejercicios de neurodinámica (G.C). Al finalizar el estudio se valorarán las posibles mejoras de los participantes de ambos grupos.

La NMP-e es una técnica en la que se aplican corrientes eléctricas de baja/media frecuencia, a través de agujas de punción colocadas cerca del epineuro del nervio, con el objetivo de modular la actividad del sistema nervioso y el dolor.

Se justifica la realización de este estudio ya que la evidencia disponible sobre la eficacia de la NMP-e en neuropatía cubital, especialmente en el ámbito deportivo, es limitada.

BENEFICIOS Y RIESGOS QUE CONLLEVAN SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Beneficios

El propósito de este estudio es comprobar si la NMP-e combinada con ejercicios de neurodinámica genera mejores resultados que un tratamiento exclusivo con ejercicios de neurodinámica en jugadores de balonmano con neuropatía cubital. Los resultados obtenidos generarán nueva evidencia científica, lo que en un futuro podría mejorar el abordaje de esta patología.

Cabe la posibilidad que usted no obtenga ningún beneficio en su salud tras su participación en el estudio. No obstante, también se da la posibilidad de que se beneficie del tratamiento de NMP-e, si se demuestra que es más eficaz que un tratamiento único de ejercicios de neurodinámica.

Riesgos

La NMP-e es una técnica mínimamente invasiva. En ocasiones, puede generar algunos efectos adversos:

- Molestias locales en la zona de tratamiento.
- Sensación de hormigueo o de calambres en el momento de la estimulación.
- Sangrado leve.
- Hematomas pequeños.

Generalmente estos efectos secundarios remiten de manera espontánea sin tener que ser tratados.

Todo el procedimiento estará guiado con ecografía y con asepsia, para así garantizar que se realice de manera adecuada y segura.

En caso de presentar algún efecto adverso tendrá que comunicarlo a los responsables del estudio.

Tendrá que acudir a las citas previstas en el estudio y permitir la realización de las pruebas que se plantean en el estudio.

Si se considera que seguir participando en el estudio puede suponer un riesgo en su salud, se le puede retirar del estudio aún sin su consentimiento.

CONFIDENCIALIDAD

El manejo de la información personal se realizará según el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de abril del 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de esta información, y las correspondientes leyes locales.

Los datos personales recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de manera que no sea posible la identificación del paciente. Sólo el investigador y personas autorizadas relacionadas con el estudio tendrán acceso a dichos códigos y se comprometen a usar esta información exclusivamente para los fines planteados en el estudio. Los miembros del Comité Ético de Investigación Clínica o Autoridades Sanitarias pueden tener acceso a esta información en cumplimiento de requisitos legales. Se mantendrá la confidencialidad de estos datos y no podrán ser relacionados con usted, incluso aunque los resultados del estudio sean publicados.

GRADO EN FISIOTERAPIA

ANEXO V: CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL ESTUDIO:

INVESTIGADOR PRINCIPAL:

CENTRO:

D./Dña. _____

(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

Edad: ____ años.

Posición de Juego:

- Portero.
- Central.
- Lateral izquierdo.
- Lateral derecho.
- Extremo izquierdo.
- Extremo derecho.
- Pivote.

Años de práctica deportiva de balonmano (federado): ____ años.

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

He hablado con el Dr./Dra. …….

Con quien he clarificado todas las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- Cuando quiera.
- Sin dar explicaciones.
- Sin que repercuta en mis cuidados médicos.

Comprendo que la información personal que aporto será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi implicación en el estudio implica autorizar …

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador. Firma del paciente.

Fecha _____

(La fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el/la paciente)

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Yo, D./Dña.

_____

Retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson D, Woods B, Abubakar T, Koontz C, Li N, Hasoon J, Viswanath O, Kaye AD, Urits I. A comprehensive review of cubital tunnel syndrome. Orthop Rev (Pavia). 2022;14(3):38239. doi:10.52965/001c.38239. PMID:36128335. PMCID:PMC9476617.
2. Andrews K, Rowland A, Pranjal A, Ebraheim N. Cubital tunnel syndrome: anatomy, clinical presentation, and management. J Orthop. 2018;15(3):832-6. doi:10.1016/j.jor.2018.08.010. PMID:30140129. PMCID:PMC6104141.
3. Caliandro P, La Torre G, Padua R, Giannini F, Reale G, Padua L. Treatment for ulnar neuropathy at the elbow. Cochrane Database Syst Rev. 2025;(4):CD006839. doi:10.1002/14651858.CD006839.pub5. PMID:40298125.
4. Bartels RH, Verbeek AL. Risk factors for ulnar nerve compression at the elbow: a case control study. Acta Neurochir (Wien). 2007;149(7):669-74. doi:10.1007/s00701-007-1166-5. PMID:17502986
5. James J, Sutton LG, Werner FW, et al. Morphology of the cubital tunnel: an anatomical and biomechanical study with implications for treatment of ulnar nerve compression. J Hand Surg Am. 2011;36(12):1988-95. doi:10.1016/j.jhsa.2011.09.014. PMID:22051231.
6. Cain EL Jr, Dugas JR, Wolf RS, Andrews JR. Elbow injuries in throwing athletes: a current concepts review. Am J Sports Med. 2003;31(4):621-35. doi:10.1177/03635465030310042601. PMID:12860556.
7. Suzuki T, Iwamoto T, Ochi K, Mito K, Nakamura T, Suzuki K, Yamada H, Sato K. Cigarette smoking is associated with cubital tunnel syndrome. Muscle Nerve. 2016;54(6):1136-8. doi:10.1002/mus.25389. PMID:27571367.
8. Burahee AS, Sanders AD, Shirley C, Power DM. Cubital tunnel syndrome. EFORT Open Rev. 2021;6(9):743-50. doi:10.1302/2058-5241.6.200129. PMID:34667645. PMCID:PMC8489474.
9. Won H, Han S, Oh C, Chung I, Kim SM, Lim SY. Topographic relationship between the medial intermuscular septum and the ulnar nerve in the upper arm: laboratory investigation. J Neurosurg. 2011;114(6):1534-7. doi:10.3171/2011.1.JNS10210.

10. Boone S, Gelberman RH, Calfee RP. The management of cubital tunnel syndrome. J Hand Surg Am. 2015;40(9):1897-904. doi:10.1016/j.jhsa.2015.03.011. PMID:26243318
11. Dowdle SB, Chalmers PN. Management of the ulnar nerve in throwing athletes. Curr Rev Musculoskelet Med. 2020;13(4):449-56. doi:10.1007/s12178-020-09639-7. PMID:32410148. PMCID:PMC7340709
12. Shah CM, Calfee RP, Gelberman RH, Goldfarb CA. Outcomes of rigid night splinting and activity modification in the treatment of cubital tunnel syndrome. J Hand Surg Am. 2013;38(6):1125-30. doi:10.1016/j.jhsa.2013.02.039. PMID:23647638. PMCID:PMC3989882.
13. Coppieters MW, Bartholomeeusen KE, Stappaerts KH. Incorporating nerve-gliding techniques in the conservative treatment of cubital tunnel syndrome. J Manipulative Physiol Ther. 2004;27(9):560-568. doi: 10.1016/j.jmpt.2004.10.006.
14. 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):213-21. doi:10.1016/j.math.2006.12.008. PMID:17398140
15. Wolny T, Wieczorek M. Real Versus Sham- Based Neurodynamic Techniques in the Treatment of Cubital Tunnel Syndrome: A Randomized Placebo-Controlled Trial. J Clin Med.2025;14(6):2096. doi:10.3390/jcm14062096
16. Minaya Muñoz F, Valera Garrido F. Neuromodulación percutánea ecoguiada. 2nd ed. Valera Garrido F, Minaya Muñoz F, editors. Barcelona: Elsevier España S.L.; 2016. 283–294 p.
17. Fernández-de-las-Peñas C, Ortega-Santiago R, De-la-Llave-Rincón AI, Cleland JA, Pareja JA, Fahandezh-Saddi-Díaz H, Arias-Buría JL. Ultrasound-guided percutaneous electrical nerve stimulation versus surgery for women with unilateral carpal tunnel syndrome: a randomized parallel-group trial. Eur J Pain. 2023;27(7):860-70. doi:10.1002/ejp.2117.
18. Fidalgo-Martin I, Ramos-Álvarez JJ, Murias-Lozano R, Rodríguez-López ES. Effects of percutaneous neuromodulation in neuromusculoskeletal pathologies: a

systematic review. Medicine (Baltimore). 2022;101(41):e31016. doi:10.1097/MD.0000000000031016. PMID:36254060. PMCID:PMC9575779.

19. Wolny T, Fernández-de-las Peñas C, Buczek T, Domin M, Granek A, Linek P. The effects of physiotherapy in the treatment of cubital tunnel syndrome: a systematic review. J Clin Med. 2022;11(14):4247. doi:10.3390/jcm11144247.
20. Kooner S, Cinats D, Kwong C, Matthewson G, Dhaliwal G. Conservative treatment of cubital tunnel syndrome: a systematic review. Orthop Rev (Pavia). 2019;11(2):7955. doi:10.4081/or.2019.7955.
21. De-la-Cruz-Torres B, Abuín-Porras V, Navarro-Flores E, Calvo-Lobo C, Romero-Morales C. Ultrasound-Guided Percutaneous Neuromodulation in Patients with Chronic Lateral Epicondylalgia: A Pilot Randomized Clinical Trial. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(9):4877. doi:10.3390/ijerph18094877.
22. García-Collado A, Valera-Calero JA, Fernández-de-Las-Peñas C, Arias-Buría JL. Effects of ultrasound-guided nerve stimulation targeting peripheral nerve tissue on pain and function: a scoping review. J Clin Med. 2022;11(13):3753. doi:10.3390/jcm11133753.
23. San-Emeterio-Iglesias R, De-la-Cruz-Torres B, Romero-Morales C, Minaya-Muñoz F. Effect of ultrasound-guided percutaneous neuromodulation of sciatic nerve on hip muscle strength in chronic low back pain sufferers: a pilot study. J Clin Med. 2022;11(22):6672. doi: 10.3390/jcm11226672
24. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). Arthritis Care Res (Hoboken). 2011;63 Suppl 11:S240-52. doi:10.1002/acr.20543. PMID:22588748.
25. De Dobbeleer L, Beyer I, Hansen ÅM, Molbo D, Mortensen EL, Lund R, Bautmans I. Grip work measurement with the Jamar dynamometer: validation of a simple equation for clinical use. J Nutr Health Aging. 2019;23(2):221-4. doi:10.1007/s12603-019-1155-4. PMID:30697635.

26. 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 Elbow. 2018;10(4):274-84. doi:10.1177/1758573218774326. PMID:30214494. PMCID:PMC6134535.
27. Kennedy CA, Beaton DE, Smith P, Van Eerd D, Tang K, Inrig T, Hogg-Johnson S, Linton D, Couban R. Measurement properties of the QuickDASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) outcome measure and cross-cultural adaptations of the QuickDASH: a systematic review. Qual Life Res. 2013;22(9):2509-47. doi:10.1007/s11136-013-0362-4. PMID:23479209.
28. Institute for Work & Health. QuickDASH. Versión española (España). Traducción: Rosales RS. Toronto: IWH; 2006. Disponible en: https://fessh.com/newweb/wp-content/uploads/2025/06/QuickDASH_Spanish_Spain_2018.pdf
29. Olaiya MT, Hanson RL, Kavena KG, Sinha M, Clary D, Horton MB, Nelson RG, Knowler WC. Use of graded Semmes-Weinstein monofilament testing for ascertaining peripheral neuropathy in people with and without diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2019;151:1-10. doi:10.1016/j.diabres.2019.03.029. PMID:30922942. PMCID:PMC6544471.
30. Wittenberg B, Svendsen TK, Gaist LM, Itani M, Gylfadottir SS, Jensen TS, Gaist D, Sindrup SH, Krøigård T. Test-retest and time dependent variation and diagnostic values of vibratory sensation determined by biothesiometer and the Rydel-Seiffer tuning fork. Brain Behav. 2021;11(8):e2230. Doi:10.1002/brb3.2230.
31. Wolny T, Fernández-de-Las Peñas C, Granek A, Linek P. Reliability of ulnar nerve sensation tests in patients with cubital tunnel syndrome and healthy subjects. Diagnostics. 2022;12(10):2347. doi:10.3390/diagnostics12102347
32. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O'Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T, Westlake L. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. BMJ. 1992;305(6846):160-4. doi:10.1136/bmj.305.6846.160. PMID:1285753. PMCID:PMC1883187.
33. Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT). Cuestionario de salud SF-36. Madrid: SECOT. Disponible en:

https://www.secot.es/media/docs/escalas/Cuestionario%20de%20salud%20SF36.pdf

34. Svinøy OE, Hilde G, Bergland A, Strand BH. Reference values for Jamar+ digital dynamometer hand grip strength in healthy adults and in adults with non-communicable diseases or osteoarthritis: the Norwegian Tromsø study 2015-2016. Eur J Ageing. 2023;20(1):44. doi:10.1007/s10433-023-00791-w. PMID:37999814
35. Soucie JM, Wang C, Forsyth A, Funk S, Denny M, Roach KE, et al. Range of motion measurements: reference values and a database for comparison studies. Haemophilia. 2011;17(3):500-7. doi:10.1111/j.1365-2516.2010.02399.x
36. Wright RW, Steger-May K, Wasserlauf BL, O'Neal ME, Weinberg BW, Paletta GA. Elbow range of motion in professional baseball pitchers. Am J Sports Med. 2006;34(2):190-3. doi:10.1177/0363546505279921
37. Fernández-de-Las-Peñas C, Arias-Buría JL, El Bachiri YR, Plaza-Manzano G, Cleland JA. Ultrasound-guided percutaneous electrical stimulation for a patient with cubital tunnel syndrome: a case report with a one-year follow-up. Physiother Theory Pract. 2022;38(10):1564-1569. doi:10.1080/09593985.2020.1843211.
38. Behnoush B, Tavakoli N, Bazmi E, Nateghi Fard F, Pourgharib Shahi MH, Okazi A, Mokhtari T. Smartphone and universal goniometer for measurement of elbow joint motions: a comparative study. Asian J Sports Med. 2016;7(2):e30668. doi:10.5812/asjsm.30668. PMID:27625754. PMCID:PMC5003314.
39. Watanabe T, Owashi K, Kanauchi Y, Mura N, Takahara M, Ogino T. The short-term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span. J Hand Surg Am. 2005;30(3):603-9. doi:10.1016/j.jhsa.2004.12.007. PMID:15925174.
40. Villain C, Lebaube S, Kremer C, Chavoix C, Fournel F, Briant AR, Beauplet B. Gripwise versus Jamar: the challenge of a new dynamometer assessing handgrip strength. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2023;78(12):2458-65. doi:10.1093/gerona/glad198. PMID:37578949.

41. Valenzuela-Rios C, Arias-Buría JL, Rodríguez-Jiménez J, Palacios-Ceña M, Fernández-de-las-Peñas C. Effects of adding four sessions of ultrasound-guided percutaneous electrical nerve stimulation to an exercise program in patients with shoulder pain: a randomized controlled trial. J Clin Med. 2024;13(11):3171. doi:10.3390/jcm13113171.