

# COSTE-EFECTIVIDAD DE TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA INVASIVA

AUTOR

Daniel Fernández Sanchis

TESIS DOCTORAL



Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Facultad de Ciencias de la Salud

Villanueva de Gállego, 2022



# Coste-efectividad de técnicas de Fisioterapia invasiva

AUTOR

Daniel Fernández Sanchis

DIRIGIDA POR:

Pablo Herrero Gallego

Manuel Gómez Barrera



Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Facultad de Ciencias de la Salud

Villanueva de Gállego, 2022



## Autorización director tesis

Dr. Pablo Herrero Gallego, docente e investigador de la Universidad de Zaragoza y el Dr. Manuel Gómez Barrera, docente e investigador de la Universidad San Jorge, como Directores de la Tesis titulada "Coste-efectividad de técnicas de Fisioterapia invasiva"

CERTIFICAN QUE:

Ha sido desarrollada por Daniel Fernández Sanchis bajo nuestra supervisión.

Con la firma de este documento, autorizamos la presentación de este trabajo para la obtención del título de Doctor. En testimonio de lo cual, firmamos esta declaración en Villanueva de Gállego (Zaragoza), a 6 de Mayo de 2022.

DocuSigned by:  
*Pablo Herrero Gallego*  
04270FACC3764CA...

Fdo. Pablo Herrero Gallego

agomez  
Firmado digitalmente  
por agomez  
Fecha: 2022.05.09  
15:30:52 +02'00'

Fdo. Manuel Gómez Barrera



## Agradecimientos y dedicatoria

Quiero empezar agradeciendo a las personas que han participado en esta tesis.

Al Dr. Manuel Gómez Barrera agradezco su apoyo durante todos estos años. Desde el año 2008, cuando comencé la carrera en la Universidad San Jorge, hizo que algo tan complicado, como la asignatura de Estadística, se convirtiera en algo más agradable y sencillo de entender y me inició en el mundo de la Farmacoeconomía. Al final de la carrera, me guio con el trabajo de fin de grado y me asesoró de la mejor manera para seguir mis estudios. Después de varios años he llegado aquí con su apoyo y me ha ayudado a superar todos los problemas que han surgido aportando otro punto de vista.

Al Dr. Pablo Herrero Gállego, es muy difícil poder agradecer todo el trabajo, esfuerzo y paciencia que me ha dedicado durante este tiempo. Su gran talento, conocimientos y capacidad de trabajo ha sido mi gran inspiración y ha conseguido transmitirme una gran ilusión por conseguir el mejor resultado posible en las publicaciones. Ha sido el corazón de esta tesis y me siento muy afortunado de haber podido compartir esta tarea con uno de los mejores investigadores en Ciencias de la Salud.

Agradezco a Juan Nicolás Cuenca Zaldívar, Zaid Al-Boloushi, María Pilar López Royo y a Sandra Calvo todo el tiempo y el esfuerzo que han dedicado para desarrollar estos estudios.

A Nuria, por todo tu apoyo, dedicación y por estar siempre ahí.

A mis padres y abuelos, siempre han estado a mi lado y me han enseñado a ser quien soy. Os dedico todos mis logros, aunque mi mayor logro es teneros a vosotros.

A mi mujer, Oihana, gracias por ser quién eres, por estar a mi lado. Te dedico esto y toda mi vida.

**A mi pequeña Alaia.**

*Algún día cuando seas mayor, cogerás este librito de tu estantería, igual que haces ahora, y leerás esto.*

***Eres lo más importante de nuestras vidas y todo nuestro trabajo, amor y dedicación va por ti.***



# Tabla de contenido

|                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Índice de tablas .....</b>                                                                                                                         | <b>4</b>  |
| <b>Índice de figuras .....</b>                                                                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>Acrónimos .....</b>                                                                                                                                | <b>6</b>  |
| <b>Resumen .....</b>                                                                                                                                  | <b>7</b>  |
| <b>Abstract .....</b>                                                                                                                                 | <b>9</b>  |
| <b>Introducción .....</b>                                                                                                                             | <b>13</b> |
| <b>I. Marco Contextual .....</b>                                                                                                                      | <b>13</b> |
| <b>II. Punción Seca .....</b>                                                                                                                         | <b>14</b> |
| <b>a. Técnica DNHS® .....</b>                                                                                                                         | <b>15</b> |
| <b>b. Electrólisis Percutánea Intratisular .....</b>                                                                                                  | <b>16</b> |
| Dolor plantar y del talón .....                                                                                                                       | 17        |
| Tendinopatía rotuliana .....                                                                                                                          | 18        |
| <b>III. Marco teórico de la evaluación económica .....</b>                                                                                            | <b>18</b> |
| Identificación de los costes .....                                                                                                                    | 19        |
| Efectividad .....                                                                                                                                     | 21        |
| a.) Variable efectividad intermedia .....                                                                                                             | 21        |
| b.) Variable efectividad final .....                                                                                                                  | 22        |
| Análisis coste-efectividad .....                                                                                                                      | 26        |
| Análisis de sensibilidad e incertidumbre .....                                                                                                        | 28        |
| <b>IV. Revisión de estudios económicos .....</b>                                                                                                      | <b>29</b> |
| <b>Justificación.....</b>                                                                                                                             | <b>33</b> |
| <b>Hipótesis .....</b>                                                                                                                                | <b>34</b> |
| <b>Objetivos.....</b>                                                                                                                                 | <b>35</b> |
| <b>Metodología.....</b>                                                                                                                               | <b>36</b> |
| <b>Resultados.....</b>                                                                                                                                | <b>39</b> |
| <b>ARTÍCULOS PUBLICADOS.....</b>                                                                                                                      | <b>39</b> |
| Coste-efectividad de dos intervenciones mínimamente invasivas en dolor plantar y de talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado. .... | 39        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Publicado en: Fernández D, Al-Boloushi Z, Bellosta-López P, Herrero P, Gómez M, Calvo S. Cost-Effectiveness of Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Secondary Analysis of an RCT. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> . 2021; 18(4):1777. <a href="https://doi.org/10.3390/ijerph18041777">https://doi.org/10.3390/ijerph18041777</a> ..... | 39         |
| <b>Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con ictus.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>50</b>  |
| Publicado en: Fernández Sanchis D, Cuenca Zaldívar JN, Calvo S, Herrero P, Gómez Barrera M. Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke. <i>Acupuncture in Medicine</i> . 2022;40(2):160-168. doi:10.1177/09645284211055750 .....                                                                                                              | 50         |
| <b>Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>61</b>  |
| Publicado en: Fernández Sanchis D, López-Royo MP, Jiménez-Sánchez C, Herrero P, Gómez Barrera M, Calvo S. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a secondary cost-effectiveness analysis. <i>Acupuncture in Medicine</i> . 2022 1-8 DOI: 10.1177/09645284221085283 .....                                                                                         | 61         |
| <b>Coste-efectividad de punción seca en extremidades superiores en ictus en fase crónica ..</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>71</b>  |
| Publicado en: Fernández-Sanchis D, Brandín-de la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Gil-Calvo M, Herrero P, Calvo S. Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke. <i>Healthcare</i> . 2022; 10(1):160. <a href="https://doi.org/10.3390/healthcare10010160">https://doi.org/10.3390/healthcare10010160</a> .....                                                                   | 71         |
| <b>Resumen de resultados .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>84</b>  |
| ☼ <b>Coste-efectividad de dos intervenciones mínimamente invasivas en dolor plantar y de talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado .....</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>84</b>  |
| ☼ <b>Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus en fase subaguda .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>85</b>  |
| ☼ <b>Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>87</b>  |
| ☼ <b>Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con ictus en fase crónica .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>88</b>  |
| <b>Discusión .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>89</b>  |
| Costes .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 89         |
| Valoración de los resultados .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 91         |
| <b>Conclusión .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>95</b>  |
| <b>Bibliografía .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>97</b>  |
| <b>Anexos .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>102</b> |

|                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Aceptación de coautores de publicaciones en tesis doctorales por compendio de artículos<br/>(Modelo FI-379).....</b> | <b>103</b> |
| <b>Comunicaciones orales y colaboraciones .....</b>                                                                     | <b>114</b> |

## Índice de tablas

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Conversión de las respuestas del SF-36 en estados del SF-6d <sup>38</sup> .....       | 23 |
| Tabla 2 Coste medio total por grupos a las 4 y 8 semanas .....                                | 85 |
| Tabla 3 Precios establecidos por boletines oficiales de distintas comunidades autónomas ..... | 90 |

## Índice de figuras

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Sentadilla a una pierna sobre superficie inclinada (imagen extraída de Young et al. 2005).....                                 | 18 |
| Figura 2 Perspectivas para la evaluación de costes en el análisis económico .....                                                       | 20 |
| Figura 3 EQ-5D-5L Index crosswalk calculator <sup>40</sup> .....                                                                        | 24 |
| Figura 4 Plano coste efectividad (extraído de Dilla et. al 2009, Evaluación económica en medicina (I): fundamentos y metodología) ..... | 27 |
| Figura 5 Ejemplo de curva de aceptabilidad de coste-efectividad (extraída de O'Brian y Briggs 2002 <sup>45</sup> ) .....                | 29 |

## Acrónimos

|                   |                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ABVD</b>       | Actividades básicas de la vida diaria                                                |
| <b>ACE</b>        | Análisis coste-efectividad                                                           |
| <b>ACU</b>        | Análisis coste-utilidad                                                              |
| <b>ACV</b>        | Accidente cerebrovascular                                                            |
| <b>AVAC</b>       | Años de vida ajustados a calidad ( <i>QALY – Quality adjusted life-years</i> )       |
| <b>AVD</b>        | Actividades de la vida diaria                                                        |
| <b>BoTULS</b>     | <i>Botulinum Toxin for the Upper Limb after Stroke trial</i>                         |
| <b>CEI o RCEI</b> | Coste efectividad incremental ( <i>ICER – Incremental cost-effectiveness ratio</i> ) |
| <b>DASH</b>       | <i>Disability of the Arm, Shoulder, and Hand</i>                                     |
| <b>DNHS®</b>      | <i>Dry needling for hypertonia and spasticity</i>                                    |
| <b>ECA</b>        | Ensayo clínico aleatorizado                                                          |
| <b>EPI®</b>       | Electroestimulación percutánea intratisular                                          |
| <b>FM UE</b>      | Fugl-Meyer de miembro superior                                                       |
| <b>HTA</b>        | <i>Health Technology Assessment</i>                                                  |
| <b>MMAS</b>       | Escala Modificada de la Modificada de <i>Ashworth</i>                                |
| <b>NICE</b>       | <i>National Institute for Health and Clinical Excellence</i>                         |
| <b>NIHR</b>       | <i>National Institute for Health Research</i>                                        |
| <b>OMS</b>        | Organización Mundial de la Salud                                                     |
| <b>PGM</b>        | Puntos gatillo miofasciales                                                          |
| <b>PS</b>         | Punción seca                                                                         |
| <b>PSP</b>        | Punción seca profunda                                                                |
| <b>REPAS</b>      | Escala de resistencia al movimiento pasivo                                           |
| <b>SDM</b>        | Síndrome de dolor miofascial                                                         |
| <b>VAS</b>        | Escala visual analógica                                                              |
| <b>VISA-P</b>     | Cuestionario de evaluación del Instituto Victoriano del Deporte                      |
| <b>WCPT</b>       | <i>World Confederation for Physical Therapy</i>                                      |

## Resumen

**Introducción:** La punción seca es una técnica mínimamente invasiva que permite tratar diferentes afecciones del sistema neuromusculoesquelético directa (ej. contracturas musculares, lesiones tendinosas) e indirectamente (ej. dolor crónico y espasticidad). Para ello se utiliza una aguja sólida, no biselada, que provoca un efecto mecánico sobre el tejido y puede combinarse con otros agentes físicos como las corrientes eléctricas, en función de los objetivos del tratamiento. Varios estudios han evaluado ya su efectividad en diversas patologías, sin embargo, su impacto económico todavía no se ha medido y su posible incorporación a la práctica clínica diaria en casos como en la rehabilitación de pacientes con ictus puede suponer un gran ahorro en costes comparado con las alternativas actuales.

El objetivo de la presente tesis es determinar cuál es el posible coste de estas técnicas en diferentes aplicaciones y realizar el análisis de coste-efectividad para valorar su eficiencia en cada una de ellas.

**Material y métodos:** Se han completado cuatro estudios de coste-efectividad de estas técnicas mínimamente invasivas en diferentes ámbitos: 1) El primer estudio es un análisis de coste-efectividad que compara la técnica de punción seca con la electrólisis percutánea en el dolor plantar y de talón. El objetivo fue determinar el coste de ambas técnicas y a partir de los datos de un ensayo clínico previo determinar la relación de coste-efectividad incremental. 2) El segundo estudio evaluó la relación de coste-efectividad de usar o no la técnica de punción seca en miembro superior de pacientes con ictus en fase subaguda para disminuir la espasticidad. 3) El tercer estudio compara tres tratamientos para disminuir el dolor y mejorar la movilidad en la tendinopatía rotuliana usando ejercicios excéntricos y su combinación o no con electrólisis percutánea intratisular y punción seca. 4) El cuarto y último estudio valora la eficiencia de la realización o no de una sola sesión de punción seca en miembro superior de pacientes con ictus en fase crónica para la disminución de la espasticidad y mejora de la función.

**Resultados:** Estudio 1: tanto la punción seca como la electrólisis percutánea intratisular fueron efectivas para el dolor plantar y de talón, aunque la relación de coste-efectividad fue favorable a la electrólisis percutánea a medida que pasan las semanas desde el

tratamiento hasta el final del estudio. Estudio 2: el tratamiento con punción presentó mejor relación coste-efectividad considerando el porcentaje de respondedores según la escala MMAS, aunque no se obtuvieron datos concluyentes con los valores de calidad de vida. Estudio 3: en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana la probabilidad de que el tratamiento combinado de electrólisis percutánea intratisular y ejercicios excéntricos fuera coste efectivo fue superior al uso de punción seca combinada con ejercicios excéntricos o al tratamiento sólo con ejercicios excéntricos. Estudio 4: una sola sesión de punción seca mejoró la calidad de vida a las 2 semanas del tratamiento y presenta una buena relación coste-efectividad frente a control.

**Conclusiones:** las técnicas de punción seca y de electrólisis percutánea intratisular presentan buenas relaciones de coste-efectividad en el tratamiento del dolor plantar y de talón, en la tendinopatía rotuliana y en los tratamientos de la espasticidad de pacientes con ictus tanto en fase subaguda como crónica.

## Abstract

**Introduction:** Dry needling is a minimally invasive technique that allows to treat different conditions of the neuromusculoskeletal system directly (e.g., muscle contractures, tendon injuries) and indirectly (e.g., chronic pain and spasticity). A solid, non-bevelled needle is used for this purpose, which causes a mechanical effect on the tissue and can be combined with other physical agents such as electrical currents, depending on the objectives of the treatment. Several studies have already evaluated its effectiveness in various pathologies; however, its economic impact has not yet been measured and its possible incorporation into daily clinical practice such as the rehabilitation of stroke patients could represent a great saving in costs compared to current alternatives.

The aim of this thesis is to determine the cost of these techniques in different applications and to carry out different cost-effectiveness analyses to assess its efficiency in different pathologies.

**Material and methods:** Four cost-effectiveness studies of these minimally invasive techniques have been completed in different areas: 1) The first study is a cost-effectiveness analysis comparing the dry needling technique with percutaneous electrolysis in plantar heel pain. The objective was to determine the cost of both techniques and from the data of a previous clinical trial to determine the incremental cost-effectiveness ratio. 2) The second study evaluated the cost-effectiveness of using or not using the dry needling technique on the upper limb of patients with subacute stroke to reduce spasticity. 3) The third study compared three treatments to reduce pain and improve mobility in patellar tendinopathy using eccentric exercises and their combination or not with percutaneous needle electrolysis and dry needling. 4) The fourth and last study assesses the efficiency of performing or not a single session of dry needling on the upper limb of patients with stroke in the chronic phase to reduce spasticity and improve function.

**Results:** Study 1: both dry needling and percutaneous needle electrolysis were effective for plantar heel pain, although the cost-effectiveness ratio was in favour of percutaneous needle electrolysis from the beginning of treatment to the end of the study. Study 2: treatment with dry needling showed better cost-effectiveness

considering the percentage of responders according to the MMAS scale, although no conclusive data were obtained with quality-of-life values. Study 3: in the treatment of patellar tendinopathy, the combined treatment of percutaneous needle electrolysis and eccentric exercises was more cost-effective than the use of dry needling combined with eccentric exercises or treatment with eccentric exercises alone. Study 4: a single dry needling session improved quality of life 2 weeks after treatment and was cost-effective compared to control.

**Conclusions:** dry needling and percutaneous needle electrolysis techniques have good cost-effectiveness ratios in the treatment of plantar heel pain, patellar tendinopathy and in the treatment of spasticity in patients with stroke in both subacute and chronic phases.

La Tesis Doctoral “Coste-efectividad de técnicas de Fisioterapia invasiva” ha sido realizada en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidad San Jorge y presenta un compendio de publicaciones científicas que aparecen en revistas indexadas. El estudio se ha centrado en la técnica de Punción Seca aplicada a distintos grupos musculares tanto de miembro superior como inferior y comparada frente a las alternativas disponibles. Se han completado cuatro estudios que han valorado tanto el coste de la técnica como su relación coste-efectividad en diferentes afecciones musculares.

La Tesis Doctoral se compone de cuatro estudios de coste-efectividad:

- En el primer estudio se participó en el trabajo *“Effectiveness of dry needling for upper extremity spasticity, quality of life and function in subacute phase stroke patients”* (Cuenca Zaldívar JN et al. Acupunct Med. 2021)<sup>1</sup>, a partir del cual se publicó posteriormente *“Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke”* (Fernández Sanchis D et al., Acupunct Med. 2021)<sup>2</sup>. Los principales objetivos de este estudio fueron determinar los costes asociados al uso de la técnica de punción seca en miembro superior en pacientes con ictus en fase subaguda y valorar cuáles eran las variables que mejor permitían valorar la relación coste-efectividad frente al grupo control. El diseño y el estudio se inició a finales de 2018 y se completó y publicó en 2021 en *Acupuncture in Medicine* (Q2).
- En el segundo artículo se compararon dos técnicas: punción seca frente a electrólisis percutánea intratisular para el dolor plantar. El ensayo clínico se llevó a cabo durante el año 2018 y se culminó con el análisis de coste efectividad durante 2019 y 2020. Se colaboró en los artículos *“Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: a protocol for a randomized controlled trial”* (Al-Boloushi Z et al., J Orthop Surg Res 2019)<sup>3</sup> y *“Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: a randomised controlled trial”* (Al-Boloushi Z et al., BMJ Open 2020)<sup>4</sup> y finalmente se publicó *“Cost-effectiveness of two dry needling interventions for plantar heel pain: A Secondary Analysis of an RCT”* (Fernández Sanchis D et al., Int. J. Environ. Res. Public Health 2021) (Q1)<sup>5</sup>. En este estudio se introdujo como novedad, la valoración del equipo de electrólisis

percutánea intratisular, los costes de fisioterapia de Kuwait y los valores de calidad de vida del EQ-5d-5l adaptados a Kuwait para determinar la relación coste-efectividad.

- El tercer artículo combinó los tratamientos con punción seca y electrólisis percutánea intratisular con ejercicios excéntricos pero esta vez en tendinopatía rotuliana. Estas dos técnicas fueron comparadas frente al tratamiento únicamente con ejercicios excéntricos. Los resultados del ensayo clínico aleatorizado realizado por María Pilar López-Royo fueron publicados en “A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a randomized controlled trial” (M.P. López-Royo et al., Arch Phys Med Rehabil. 2021)<sup>6</sup>. *“A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a secondary cost-effectiveness analysis”* (Fernández Sanchis D et al., Acupunct Med. 2022) (Q2) fue aceptado y está pendiente de publicación. El reclutamiento de pacientes en el ensayo clínico se realizó durante 2019 y el tratamiento de los datos se hizo desde mediados de 2019 hasta mediados de 2020. A diferencia de los estudios anteriores, los datos de calidad de vida utilizados en este ensayo se obtuvieron con el cuestionario SF-36 y adaptados posteriormente a valores numéricos mediante el SF-6d. En el apartado de costes se añadió el uso del ecógrafo para el guiado de la punción seca y de la electrólisis percutánea intratisular.
- El cuarto y último estudio se realizó a partir de la publicación “Effects of dry needling on function, hypertonia and quality of life in chronic stroke: a randomized clinical trial” (S. Calvo et al., Acupunct Med. 2021)<sup>7</sup>. El estudio de coste-efectividad valoró los datos del RCT de pacientes con ictus en fase crónica que habían recibido una única sesión de punción seca en miembro superior y se siguieron los pasos que se desarrollaron en el primer estudio para la elección de las variables del estudio. En enero de 2022 se publicó “Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke” (Fernández Sanchis D. et al., Healthcare 2021)<sup>8</sup>(Q2).

# Introducción

## I. Marco Contextual

Según la Confederación Mundial de Fisioterapia (WCPT), la labor del fisioterapeuta es dar un servicio que permita desarrollar, mantener o restaurar al máximo el movimiento o la capacidad funcional de la población. Esto lo hace mediante examen, evaluación, diagnóstico y tratamiento de patologías provocadas por la edad, lesiones, enfermedades o factores ambientales. Para ello, la profesión de Fisioterapia crece cada día más con nuevas e innovadoras formas de trabajar, que permitan llegar las manos del fisioterapeuta al foco del dolor.

El concepto de fisioterapia invasiva o de punción supone una novedad que busca mejorar la capacidad de la fisioterapia para tratar afecciones musculares, garantizando la calidad de la atención, la seguridad del paciente, una gran efectividad y, sobre todo, la eficiencia, mediante una aguja. Acuñado por Mayoral en 2001 la fisioterapia invasiva es el conjunto de: “intervenciones de terapia manual en las cuales una aguja maciza/hueca es utilizada para diagnosticar y tratar el dolor de origen neuromusculoesquelético y los déficits del movimiento funcional”<sup>9</sup>. La fisioterapia invasiva combina el movimiento del fisioterapeuta con una aguja, que sirve de extensión de sus manos con el objetivo de provocar diferentes efectos:

- Mecánico aislado como en el caso de la acupuntura y de la punción seca
- Químico y/o eléctrico, en función de su combinación con otros agentes físicos (calor o electricidad, como en la electrólisis percutánea intratisular)

Las técnicas invasivas en las consultas de fisioterapia son consideradas como una práctica avanzada y ampliada. Existe controversia en varios países sobre las limitaciones en la práctica clínica del fisioterapeuta. Países como Canadá consideran que la manipulación de la columna vertebral, la punción seca o la acupuntura no se consideran enseñanzas de nivel básico, si no que requieren una formación de posgrado tras el graduado para añadirlas a la práctica clínica<sup>9</sup>. Otros países como el caso de España ya incluyen técnicas invasivas básicas dentro de la formación de Grado. Independientemente del momento en el que se introducen en la formación del fisioterapeuta, aumentar las opciones de tratamiento disponibles para el paciente y

mantener una perspectiva amplia de los tratamientos va siempre en beneficio del paciente.

## II. Punción Seca

En la naturaleza del proceso fisioterapéutico, la aguja para punción se considera una herramienta de evaluación específica o prolongación de los dedos del fisioterapeuta gracias al fenómeno llamado de “varita”, ya que cuando se toca algo con la aguja, los mecanismos táctiles permiten sentir la punta de la aguja, como si se hubieran colocado sensores en la punta<sup>10</sup>. Gracias a esto se pueden apreciar cambios en la dureza de los tejidos por los que pasa la aguja o sentir contracciones musculares que se producen en respuesta a la entrada de la aguja.

Tradicionalmente la punción con agujas se ha relacionado directamente con la acupuntura, desarrollada en China hace más de 2200 años. Sin embargo, el desarrollo de la punción seca se ha iniciado en los años 1970 por Travell, Simons y Lewit, y más adelante en el año 2000 la electrólisis percutánea intratisular (EPI) desarrollada por José Manuel Sánchez Ibañez. A diferencia de la acupuntura, la punción seca no se basa en teorías tradicionales orientales si no en la neuroanatomía occidental y la evidencia científica del sistema musculoesquelético y nervioso. Se ha practicado desde hace más de 30 años en muchos países, pero fue en 1984 cuando se aprobó su uso por fisioterapeutas en Estados Unidos, y actualmente es la técnica invasiva más utilizada. Hoy en día se conoce la punción seca como la técnica de base que consiste en la estimulación con una aguja sólida no biselada de estructuras que están dentro de la competencia del fisioterapeuta (músculo, tendón, fascia, cicatriz, etc.).

En el caso del tejido muscular, una de las disfunciones más frecuentes es el denominado “punto gatillo miofascial” (PGM), que se define como “una zona hiperirritable localizada en una banda tensa de un músculo esquelético que genera dolor con la compresión, la distensión, la sobrecarga o la contracción del tejido, que generalmente responde con un dolor referido que es percibido en una zona alejada de la original”<sup>11</sup>. Derivado del PGM se define el “síndrome de dolor miofascial” (SDM) como el conjunto de signos y síntomas provocados por los PGM. Los factores de activación y/o perpetuación de los PGM pueden ser muy diversos, desde traumatismos, alteraciones metabólicas, sobrecargas mecánicas, hasta infecciones u otras causas. Los síntomas que

provocan son, entre otros, rigidez, debilidad, inhibición muscular, fatiga, recuperación retardada, reactividad aumentada, alteraciones propioceptivas, sensitivas y/o vegetativas además del denominado dolor miofascial.

Desde los años setenta se han ido desarrollado diferentes modalidades de punción seca para el tratamiento de los puntos gatillo miofasciales y se ha abierto un amplio abanico de posibilidades para el tratamiento de diversas afecciones musculares o neurológicas. Hoy en día existe una amplia evidencia que justifica la utilización de la punción seca en el tratamiento del dolor miofascial<sup>12,13</sup> y de alteraciones tendinosas<sup>14</sup>.

#### a. Técnica DNHS®

En 2007 la técnica *Dry Needling for Hypertonia and Spasticity* (DNHS®) se registró por el Dr. Pablo Herrero como una variante de las técnicas tradicionales de punción seca, con criterios específicos de aplicación al paciente con lesión del sistema nervioso central, cuyo objetivo es la mejora del dolor, la disminución de la espasticidad y la mejora de la funcionalidad del paciente con una lesión neurológica. Desde el año 2007, diferentes estudios clínicos han demostrado la efectividad de la punción seca para el tratamiento de la espasticidad en pacientes con ictus entre los que destacan los desarrollados en pacientes en fase subaguda<sup>1</sup> y crónica<sup>7</sup> relacionados con la presente tesis. Estos estudios, unidos a otros que se han ido desarrollando en pacientes con ictus, han permitido que en 2021 se publicaran tres revisiones que concluyen que la punción seca puede tener un impacto positivo en el tratamiento de la espasticidad y del dolor, a falta de mayor evidencia en los efectos a largo plazo<sup>15-17</sup>.

La aplicación de PS también ha sido estudiada en otras poblaciones de pacientes neurológicos como en Parkinson<sup>18</sup> y esclerosis múltiple<sup>19</sup> entre otros, para la disminución del dolor, de la hipertonía, la espasticidad y mejora de la funcionalidad y la estabilidad postural.

Más allá de estudios de efectividad, es necesario conocer los costes asociados a los diferentes tratamientos, más aún teniendo en cuenta que el ictus supone sobre todo una de las causas más comunes de discapacidad en pacientes adultos<sup>20</sup>, con un gran impacto a corto y largo plazo en los costes sociales y sanitarios. En 2018 el ictus es responsable del 3-6% del gasto total sanitario, alrededor de 1.250 millones de euros en España<sup>21</sup>. La prevalencia de espasticidad post-ictus se observa en 39% de los pacientes y casi la mitad de los supervivientes de un ictus quedan con un brazo no funcional<sup>22</sup>.

En el tratamiento de la espasticidad de un paciente que ha sufrido ictus el tratamiento “gold standard” consiste en una combinación de sesiones de rehabilitación (terapia física u ocupacional) con inyecciones de toxina botulínica a distintos intervalos en función de la evolución<sup>23</sup>. Las toxinas botulínicas son una serie de proteínas producidas por bacterias de la especie *Clostridium Botulinum*. Estas toxinas tienen hasta siete serotipos distintos y todas ellas producen parálisis y problemas respiratorios graves. Su modo de acción para su uso en rehabilitación es el bloqueo de la liberación de acetilcolina de los nervios colinérgicos, lo que provoca el bloqueo de la transmisión en la unión neuromuscular y por tanto la parálisis local y temporal. En el caso de la toxina botulínica tipo A el efecto dura de 3 a 4 meses aproximadamente. El aspecto más importante a la hora de valorar su uso son los efectos adversos. Los efectos adversos más comunes son el rash cutáneo, eritema o edema en el lugar de la inyección. Sin embargo, la extravasación de la toxina en el momento de la inyección conlleva peligros como puede ser debilidad muscular, sequedad bucal o disfagia si la inyección se realiza cerca del cuello. Por otro lado, también se pueden dar efectos sistémicos como fatiga, debilidad o síndrome gripal. El tratamiento con toxina botulínica se realiza de forma puntual y con separación de algunos meses. Estudios recientes indican que el tratamiento con toxina de miembros superiores provoca una reducción en la resistencia a movimiento pasivo (tono muscular) a las 1 a 2 semanas de tratamiento y este efecto dura entre 3 a 4 meses<sup>24</sup>.

Las limitaciones tanto de la toxina como de la propia enfermedad y el enorme gasto que supone su uso han hecho que se abran nuevas vías de tratamiento que puedan ser una alternativa a los tratamientos farmacológicos, motivo por el cual ha aumentado de forma considerable la investigación en técnicas derivadas de la punción seca como es el caso de la técnica DNHS®.

#### b. Electrólisis Percutánea Intratisular

La EPI® es una técnica desarrollada por José Manuel Sánchez Ibáñez en los años 90 que combina la punción seca con la corriente galvánica, inicialmente con el objetivo de tratar lesiones en el tendón, sobretudo en aquellos casos que no respondían bien a los tratamientos convencionales como es el caso de los procesos degenerativos del tendón

(tendinosis). Sin embargo, a medida que se ha ido investigando sobre la técnica, esta ha ido ampliándose a otras estructuras, como la fascia o el músculo.

Conjuntamente al efecto mecánico, la aplicación de corriente galvánica en diferentes estructuras, tanto de forma directa (músculo, tendón, fascia, ligamento) como indirecta (liberación de tejido fascial o cicatricial que comprime el nervio o limita su normal movimiento entre los tejidos adyacentes) ha conseguido aumentar la precisión y por tanto la efectividad de las técnicas. Se ha visto que el uso de las agujas como electrodos hace que la resistencia que ofrece la piel con respecto a las corrientes eléctricas se elimine, dando en algunos casos efectos más rápidos o de mayor duración.

La electrólisis percutánea combina la estimulación mecánica del movimiento de la aguja con la eléctrica usando una corriente galvánica a través de la aguja que actúa como electrodo negativo. Esto provoca una reacción electroquímica en la región muscular o del tendón, que consiste en una ablación local y electroquímica no térmica que induce a necrosis celular a través de una reacción electrolítica producida por el cátodo. A continuación, se produce una respuesta inflamatoria local en el tejido, lo que permite la fagocitosis y la reparación del tejido afectado.

Para esta técnica se emplea un ecógrafo que se usa de guía en tiempo real, con el objetivo de mejorar tanto la seguridad como la precisión de las técnicas realizadas.

En el caso de la presente tesis, la técnica de electrólisis percutánea se ha utilizado para los siguientes casos:

#### Dolor plantar y del talón

El dolor plantar y de talón se estima que puede afectar al 10% de la población<sup>25</sup> y puede ir asociado a diferentes patologías como es el síndrome de dolor miofascial, fascitis plantar o espolón calcáneo. Se ha visto que existe relación entre los puntos gatillo miofasciales y algunas patologías musculoesqueléticas, al igual que en el dolor plantar<sup>26</sup>. Las guías de práctica clínica hasta la fecha indican un tratamiento conservador, combinado con la movilización de articulaciones y programas de ejercicios y estiramientos en casa<sup>27</sup>. Pero se cree que desde el punto de vista biológico, los pacientes pueden tener una mejoría gracias a los efectos mecánicos que provoca la inserción de una aguja, como lo muestra el estudio de Cotchett et al.<sup>26</sup>. Además, si se combina con el efecto de la electrólisis se halló que el efecto podía ser mayor<sup>3,4</sup>. Sin embargo, el uso

del equipo de electrólisis supone un mayor coste por lo que es necesario valorar la relación coste-efectividad en su conjunto.

#### Tendinopatía rotuliana

La tendinopatía rotuliana es un dolor persistente del tendón rotuliano en la zona inferior de la rótula que está asociado a cierta pérdida en su función<sup>28</sup>. Su prevalencia ronda el 8,5% en deportistas amateurs pero aumenta hasta el 45% y 32% en deportistas de elite de volleyball y baloncesto<sup>29</sup> respectivamente. El tratamiento estándar se basa en ejercicios excéntricos, especialmente en una superficie inclinada<sup>30</sup>, y ha demostrado mejores resultados que otros tratamientos como iontoforesis, ultrasonidos, técnica Cyriax u otros. El ejercicio excéntrico consiste en una serie de repeticiones de sentadilla con una sola pierna, sobre una tabla inclinada<sup>30</sup> (ver ilustración 1).



*Figura 1 Sentadilla a una pierna sobre superficie inclinada (imagen extraída de Young et al. 2005)*

Estos tratamientos han mostrado evidencias limitadas<sup>31</sup> y otras terapias regenerativas pueden alcanzar mejoras más rápidas en los síntomas y una posible regeneración del tendón afectado, como es la punción seca o la electroterapia invasiva<sup>32</sup>. Una revisión reciente muestra que la punción seca es más efectiva a largo plazo que la inyección de plasma rico en plaquetas (PRP)<sup>33</sup> aunque no existen estudios de coste-efectividad que comparen ambos tratamientos.

### III. Marco teórico de la evaluación económica

Los estudios económicos en ciencias de la salud se han utilizado ampliamente para evaluar todo tipo de intervenciones sanitarias, con el fin de asegurar su interés tanto sanitario como económico. Son tan necesarias como los propios estudios clínicos, y justifican el paso final antes de incorporarlos o no a la práctica clínica diaria. En el RD16/2012 de la legislación española se indica que “*resulta necesario, más que nunca, que las decisiones de financiación estén presididas por los criterios de evidencia científica*”

*de coste-efectividad y por la evaluación económica, con consideración del impacto presupuestario, en la que se tenga en cuenta un esquema de precio asociado al valor real que el medicamento o producto sanitario aporta al sistema*". Para que una nueva tecnología sea incorporada en la cobertura pública necesita superar las condiciones de eficacia, seguridad, calidad y coste-efectividad. En palabras de Beatriz González López-Valcarcel (Asociación Española de Economía de la Salud 2004) *"Las decisiones de asignación de recursos en tratamientos médicos han de sopesar el coste y el resultado, lo que cuestan y la salud que ganan"*. Los costes son complejos, difíciles de valorar y difíciles de conseguir, pero en este caso solo se miden en Euros. Sin embargo, los resultados indican la efectividad del tratamiento o la ganancia en salud, y tienen varias formas de medirse.

#### Identificación de los costes

Los costes que vamos a valorar se pueden clasificar en:

- Costes directos sanitarios: presentan una relación directa con la intervención terapéutica que se desea evaluar
- Costes directos no sanitarios: derivados de la intervención médica o de la enfermedad, pero que no tienen relación médica
- Costes indirectos sanitarios: se trata de los costes asociados al consumo de servicios sanitarios como consecuencia de la intervención
- Costes indirectos no sanitarios: pérdida de productividad y absentismo laboral

A la hora de hacer la estimación del coste total se necesita integrar todas las categorías, apartados o partidas de costes que resulten relevantes para la intervención evaluada. Para ello se necesita saber cuánto cuesta cada recurso y cuantos o cuánto tiempo se ha utilizado:

$$\text{Coste total} = \sum (\text{coste unitario del recurso}) \times (\text{consumo del recurso})$$

Los pasos para realizar este proceso son la identificación o selección de recursos, seguido de su medida o cuantificación y por último su valoración. En la selección de los recursos se determina qué hay que incluir en la evaluación económica de forma exhaustiva, pero valorando la perspectiva del análisis<sup>34</sup> (Ilustración 2) y siguiendo un criterio lógico.



*Figura 2 Perspectivas para la evaluación de costes en el análisis económico*

Por ejemplo, es muy probable que la identificación de los costes indirectos no sanitarios sea de gran interés desde el punto de vista de la sociedad o de una aseguradora, de la misma forma que es de gran importancia saber cuánto cuesta la hospitalización (coste sanitario) de un paciente con ictus para un hospital; pero es probable que el coste directo del tratamiento sea más importante si lo tiene que cubrir el propio paciente o el sistema sanitario y los costes indirectos pasen a un segundo plano. El criterio lógico a la hora de seleccionar recursos es que se elija únicamente aquellos que son relevantes y que puedan ser origen de diferencias en los resultados.

Para cuantificar los recursos se determina la cantidad de recursos consumidos en el periodo de análisis (por unidad de tiempo, por paciente o por proceso) de forma individual para cada paciente si se dispone de la información suficiente o asignando un valor promedio. Por último, en la valoración se asigna un precio a los recursos. Este precio se puede establecer por el precio de mercado o precios ya establecidos o por el coste de oportunidad (el valor de la mejor alternativa posible). Se considera de forma usual para el análisis económico valorar los precios según lo establecido en el mercado o listado de precios estándar, aunque en España no existe ninguna base de datos nacional que unifique criterios y, como comentaremos en la discusión, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) impide que se marquen o se regulen tarifas de tratamiento.

## Efectividad

Una vez determinados los costes, en el aspecto clínico se pueden tener en cuenta variables de efectividad que miden el efecto directo del tratamiento en el paciente como pueden ser el dolor, la movilidad o la espasticidad, entre otros. Sin embargo, este tipo de variables no tiene en cuenta las dos dimensiones: cantidad y calidad de vida. Para ello tendríamos los AVAC: años de vida ajustados a calidad. La calidad de vida según la OMS es la “percepción que un individuo tiene en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno”. El estado de salud de los pacientes no siempre se corresponde con los datos que proporcionan las medidas biológicas habituales de la evaluación clínica. La calidad de vida permite estudiar la salud de la población y analizar la efectividad de las intervenciones sanitarias. Está compuesta de un dominio físico, otro psíquico y otro social, y aporta información en cierta forma subjetiva. Su forma de medirla es a través de cuestionarios que deben ser validados, precisos y sensibles, por ello los hay genéricos y otros específicos a la enfermedad en la que se emplean.

### a.) Variable efectividad intermedia

En el caso del efecto directo del tratamiento o respuesta al tratamiento, la variable a elegir depende del criterio clínico. Por ejemplo, en el caso de los pacientes neurológicos, una de las variables clínicas más relevantes es la espasticidad, ya que se ha visto una relación directa de la misma con problemas de movilidad y dificultad para la realización de actividades de la vida diaria (AVD)<sup>35</sup>. La espasticidad, si no es tratada, puede limitar la recuperación funcional provocando una postura anormal y sus consecuencias en movilidad, higiene o las AVD, entre otras. La valoración clínica de la espasticidad es necesaria para determinar la necesidad de tratamiento y su efectividad y por ello, se han ido desarrollando y actualizando varias escalas para su medición, como la de *Ashworth* y sucesivas modificaciones de esta. Actualmente, la más utilizada es la escala Modificada de la modificada de *Ashworth* (MMAS). La escala MMAS evalúa el

nivel de espasticidad en una escala ordinal de 0 a 4 basada en el nivel de resistencia en respuesta a un movimiento rápido y pasivo. Según la escala del MMAS, 0 representa que no hay aumento del tono muscular y 4 representa la rigidez de la parte afectada en flexión o extensión. MMAS ha demostrado ser una herramienta fiable para evaluar la espasticidad de músculos de miembro superior después de un accidente cerebrovascular<sup>36</sup>. Además, apoyados en el estudio de Rychlik et al. 2016<sup>37</sup>, los valores de esta escala se han podido traducir en una variable dicotómica de respondedores (si/no) al tratamiento, considerando que la mejora de un punto en esta escala supone una mejora clínica que puede ser debida al tratamiento en cuestión. El estudio BoTULS<sup>23</sup> indica que la magnitud del cambio inicial en el tono muscular o espasticidad se considera mejora clínicamente significativa cuando hay una disminución de un punto en la escala modificada de *Ashworth*.

#### b.) Variable efectividad final

En relación con mediciones de calidad de vida, dos de las escalas más utilizadas son la SF-36 y el EQ-5D, los cuales aparecerán como medida de efectividad en la presente tesis. En el caso del SF-36 se trata de un instrumento genérico de medición de la calidad de vida relacionada con la salud que se puede aplicar tanto a pacientes como a población sana. Está compuesto de 36 preguntas, con 8 dimensiones, incluye un ítem de transición que valora el cambio de estado de salud general con respecto a una situación anterior y además contiene un componente resumen físico y otro mental. La asociación entre el SF-36 y AVAC no es directa y necesita un instrumento para obtener valores de calidad de vida. El SF-6d es el instrumento puente que permite redimensionar el SF-36 para reducirlo a un sistema descriptivo lo suficientemente manejable como para obtener valoraciones fiables. La conversión del cuestionario SF-36 a los estados del SF-6d se hace a través de la siguiente tabla:

Tabla 1 Conversión de las respuestas del SF-36 en estados del SF-6d<sup>38</sup>

| Pregunta SF-36v2* | Respuestas (tras el igual se indica el nivel)                                                                                          | Dimensión (nivel) SF-6D                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 3, 4, 12          | Si P3 = 3 y P4 = 3 y P12 = 3<br>Si P3 = 1 y P4 = 3 y P12 = 3<br>Si P3 = 2 y P12 = 3<br>Si P4 = 1 y P12 = 3<br>Si P12 = 2<br>Si P12 = 1 | Funcionamiento Físico (1)<br>FF(2)<br>FF (3)<br>FF (4)<br>FF (5)<br>FF (6) |
| 15, 18            | Si P15 = 5 y P18 = 5<br>Si P15 < 5 y P18 = 5<br>Si P18 < 5<br>Si P15 < 5 y P18 < 5                                                     | Limitaciones de Rol (1)<br>LR (2)<br>LR (3)<br>LR (4)                      |
| 32                | Si P32 = 1<br>Si P32 = 2<br>Si P32 = 3<br>Si P32 = 4<br>Si P32 = 5                                                                     | Funcionamiento Social (1)<br>FS (2)<br>FS (3)<br>FS (4)<br>FS (5)          |
| 21, 22            | Si P21 = 1 y P22 = 1<br>Si P21 > 1 y P22 = 1<br>Si P22 = 2<br>Si P22 = 3<br>Si P22 = 4<br>Si P22 = 5                                   | Dolor (1)<br>D (2)<br>D (3)<br>D (4)<br>D (5)<br>D (6)                     |
| 24, 28            | Si P24 = 5 y P28 = 5<br>Si P24 = 4 y P28 = 4<br>Si P24 = 3 y P28 = 3<br>Si P24 = 2 y P28 = 2<br>Si P24 = 1 y P28 = 1                   | Salud Mental (1)<br>SM (2)<br>SM (3)<br>SM (4)<br>SM (5)                   |
| 27                | Si P27 = 1<br>Si P27 = 2<br>Si P27 = 3<br>Si P27 = 4<br>Si P27 = 5                                                                     | Vitalidad (1)<br>V (2)<br>V (3)<br>V (4)<br>V (5)                          |

Otra de las escalas más frecuentemente utilizada es el EQ-5D, que es un instrumento genérico que no hace referencia a ninguna enfermedad específica y estandarizado porque valora un conjunto de estados de salud. Su intención es ofrecer una medida de salud autopercebida que valore las preferencias individuales sobre los estados de salud y que sirva como medida de efectividad en la evaluación económica de las tecnologías sanitarias<sup>39</sup>. Está disponible en la versión original 3L, 5L y Y (para población juvenil), sin embargo, la versión EQ-5D-5L es una extensión de la 3L que mejora las propiedades de medición, pasando de 3 a 5 niveles reduciendo así el efecto techo y mejorando el poder discriminatorio. Está compuesto por un sistema descriptivo con 5 dimensiones (movilidad, autocuidado, actividades habituales, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y una Escala Visual Analógica (EVA). Cada dimensión tiene 5 niveles: 1) sin problemas, 2) problemas leves, 3) problemas moderados, 4) problemas graves y 5) problemas extremos /imposibilidad. Los valores de cada uno de estos niveles configuran un estado de salud, siendo 11111 el mejor estado de salud y 55555 el peor estado de salud (existen en total 3125 estados de salud distintos).

De la misma forma que el SF-36, el EQ-5D también sirve tanto para individuos sanos como en pacientes con patologías. El propio individuo puede valorar su estado de salud mediante un cuestionario descriptivo y una escala visual analógica que se rellena de forma sencilla. Pero a diferencia del SF-36, este cuestionario ya tiene los coeficientes correspondientes a cada dimensión lo que permite un cálculo directo de la calidad de vida con el *EQ-5D-5L\_Crosswalk\_Index\_Value\_Calculator*. Se trata de una herramienta proporcionada por el grupo de investigación del *EUROQOL group* que permite traducir la combinación de los valores de cada dimensión a su correspondiente equivalencia en calidad de vida, según los coeficientes calculados para cada país<sup>40</sup>.

| To calculate EQ-5D-5L index values, complete the following four steps                                          |           |                  |                 |                    |                  | Available Value Sets<br>1. Denmark<br>2. France<br>3. Germany<br>4. Japan<br>5. Netherlands<br>6. Spain<br>7. Thailand<br>8. United Kingdom<br>9. United States<br>10. Zimbabwe |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|-----------------|--------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. How many observations do you have? (type in the yellow box to the right)                                    |           |                  |                 |                    | Calculate Values |                                                                                                                                                                                 |
| 2. For which value set would you like to calculate EQ-5D-5L index values? (type number from list to the right) |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |
| 3. Copy and paste your EQ-5D dimension scores to the cells below the dimension headers                         |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |
| 4. Press 'Calculate Values' (the EQ-5D-5L index values will appear in the column to the right)                 |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |
| Mobility                                                                                                       | Self-Care | Usual Activities | Pain/Discomfort | Anxiety/Depression | EQ-5D-5L profile | EQ-5D-5L index value                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                |           |                  |                 |                    |                  |                                                                                                                                                                                 |

Figura 3 EQ-5D-5L Index crosswalk calculator<sup>40</sup>

Cada uno de los estados de salud del EQ-5D-5L tiene su equivalencia en la escala de 0 a 1, siendo 0 el valor de referencia asignado a la “muerte” o peor estado de salud posible (también se consideran valores negativos cuando se determinan estados de salud peores a la muerte) y 1 el estado de salud perfecta.

En la elección de las variables de efectividad en los estudios económicos hay preferencia por usar datos de calidad de vida sacados de encuestas como la EQ-5d o SF-12,36 ya que incorporan aspectos intangibles como pueden ser una depresión asociada a la patología. Sin embargo, la especificidad y sensibilidad de estas encuestas se ve limitada en ciertos casos. Existen subestimaciones o sobreestimaciones de los valores de preferencia de la calidad de vida de los pacientes cuando se valoran enfermedades en estados muy graves (ictus, oncológicos, estados cercanos a la muerte). Pero también hay estados patológicos de distinta gravedad que pueden no afectar a ciertas dimensiones del cuestionario. El estado psicológico o la salud mental no se ve muy afectado en patologías menores a nivel muscular (Tendinopatía rotuliana) pero si en la dimensión movilidad o capacidad para realizar actividades cotidianas<sup>38</sup>. Tradicionalmente para valorar el estado de salud de un paciente o el efecto de un tratamiento se ha optado por evaluar medidas objetivas obtenidas por personal clínico, parámetros clínicos o variables intermedias. El objetivo en todo caso es evitar la arbitrariedad y la subjetividad de las valoraciones<sup>41</sup>. Una visión más amplia de la salud hace necesario que se incluya, dentro de la medicina basada en la evidencia, la calidad de vida relativa a la salud, una valoración que englobe todos los aspectos de la salud, es decir, variables finales: vida-años de vida ganados, calidad de vida, porcentaje de supervivientes, muertes... En ningún caso consideramos que tanto los parámetros clínicos o variables intermedias sean medidas excluyentes, sobre todo cuando la dificultad de las valoraciones y la gran cantidad de factores que pueden influir en los resultados a veces no nos permite ver diferencias significativas. La combinación de las utilidades de estos cuestionarios con los años de vida en los cuales han estado con esos valores de utilidad da lugar a los AVAC.

## Análisis coste-efectividad

Una vez recopilados todos los costes y los efectos de los tratamientos podemos realizar el análisis. Existen dos opciones según el tipo de variable de efectividad que estemos utilizando. Si se trata de una variable clínica se realizará un estudio de coste-efectividad, pero si utilizamos AVAC se denominará estudio de coste-utilidad. La única diferencia entre estos dos es el tipo de variable de efecto que utilizamos, en el caso del coste-efectividad nos vemos en la limitación de que nuestro resultado será únicamente comparable a otros estudios si utilizan esa misma variable, y será difícilmente comparable a intervenciones diferentes. En el caso de los AVAC, al traducir los efectos a través de los cuestionarios es posible comparar casi cualquier tipo de intervención entre ellas.

El resultado que obtenemos de este tipo de estudios suele ser preferiblemente la ratio coste efectividad incremental (RCEI), que es un criterio de eficiencia y se expresa como coste extra por unidad de beneficio adicional conseguido con una opción respecto a la otra<sup>42</sup>.

$$RCEI = \frac{\text{Coste Total Intervención} - \text{Coste Total Control}}{\text{Efectividad Intervención} - \text{Efectividad Control}}$$

El RCEI se apoya en la comparación frente a un umbral. El umbral de coste-efectividad es la cantidad máxima de dinero que el país o la sociedad estima que estaría dispuesto a pagar para ganar una unidad de salud, en este caso 1 AVAC. Parece sencillo, que siempre y cuando nuestro RCEI se encuentre por debajo del umbral se pueda concluir que el tratamiento es coste-efectivo y sería recomendable añadirlo a la práctica clínica. Sin embargo, hay otros condicionantes para tomar esta decisión, existen criterios de equidad, consideración para determinados colectivos, valoración extra de la salud ganada en casos de enfermedad rara, cáncer o medicina de rescate.

El análisis incremental de la evaluación económica se representa gráficamente en el plano coste-efectividad<sup>34</sup>, donde el umbral de coste efectividad aceptado aparece en línea discontinua azul.

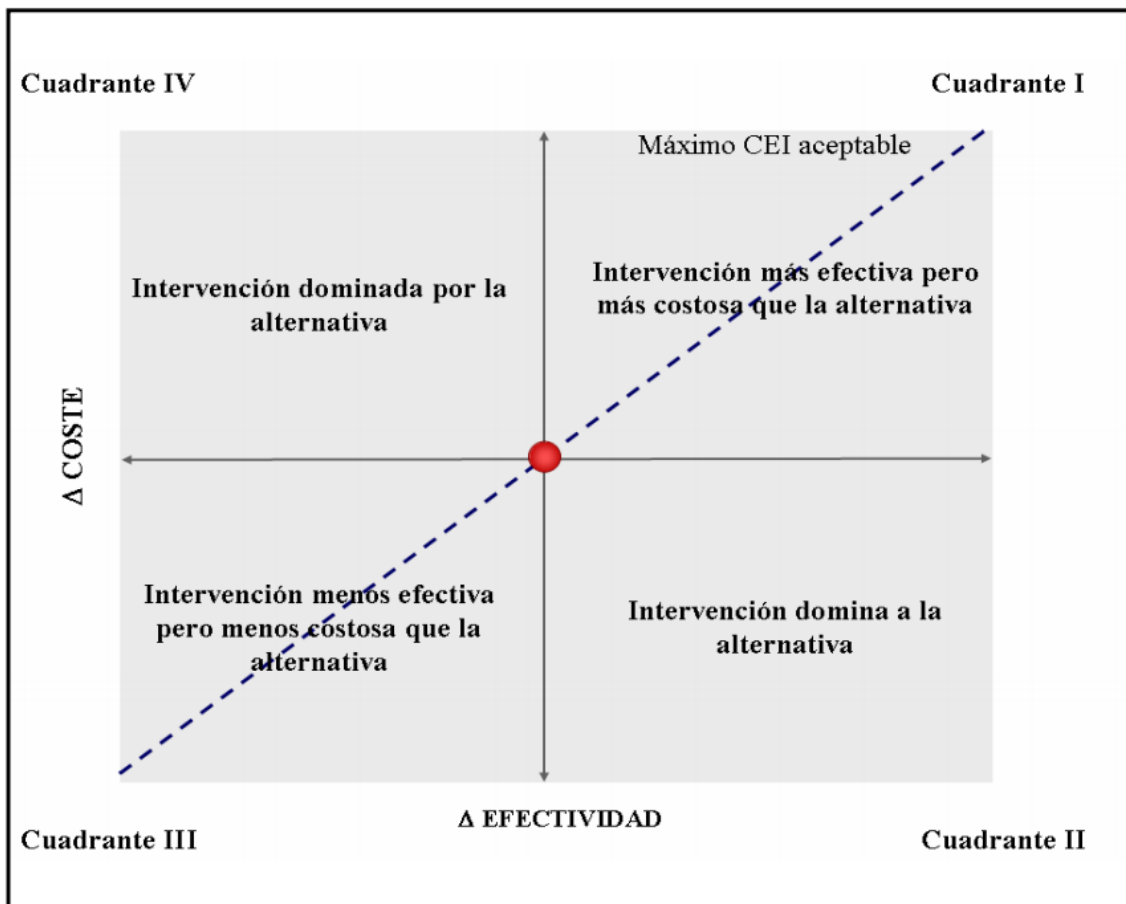


Figura 4 Plano coste efectividad (extraído de Dilla et. al 2009, Evaluación económica en medicina (I): fundamentos y metodología)

El significado de cada cuadrante es el siguiente:

- Cuadrante 1: la intervención analizada da mayor efectividad que la otra alternativa, pero supone un mayor coste. El umbral coste efectividad debe decidir si es conveniente o no.
- Cuadrante 2: la intervención analizada es más efectiva y barata, es dominante. No hay duda de su elección.
- Cuadrante 3: la intervención es menos efectiva pero también es menos costosa. Existen dudas de su interés, quizás pueda servir para ahorrar costes.
- Cuadrante 4: la intervención analizada presenta mayor coste y menor efectividad que la otra alternativa. Difícilmente puede ser una buena elección.

Los resultados que conseguimos después de todo este proceso nos aportan una amplia información sobre la efectividad de la terapia, su coste y su lugar frente a otras alternativas.

## Análisis de sensibilidad e incertidumbre

La variabilidad de los datos puede no representar fielmente los valores poblacionales, es por eso necesario valorar hasta qué punto la incertidumbre afecta a los resultados. Esto se debe al método analítico elegido para medir los efectos, a las variaciones en la muestra de pacientes, a la validez de los datos que disponemos y a los problemas de generalización y extrapolación de nuestros datos al mundo “real”<sup>43</sup>. Para ello tenemos técnicas de análisis de sensibilidad y análisis estadísticos de la incertidumbre.

El análisis de sensibilidad es una técnica analítica que permite comprobar el grado de estabilidad de los resultados y ver hasta qué punto afecta la modificación de las variables a los resultados finales. Este tipo de análisis puede modificar uno varios parámetros de forma justificada dentro de un rango o simplemente estableciendo el peor y el mejor escenario posible. A pesar de ser de buena ayuda para observar la variabilidad de los resultados tiene ciertas limitaciones como la complicada interpretación de los resultados o que en algunos casos las situaciones en los extremos sean poco frecuentes o irreales<sup>43</sup>.

Por otro lado, tenemos el muestreo repetitivo o técnica de *bootstrapping* que permite estudiar empíricamente el comportamiento del RCEI gracias a un gran número de muestras, elaboradas de forma ficticia siguiendo la distribución de los parámetros obtenidos en el estudio. Para generar una distribución de datos para un ICER utilizando datos de un ensayo clínico se siguen los siguientes pasos<sup>44</sup>:

1. Se genera una muestra de los datos pareados de Costes y Efectos extraídos del estudio experimental, de forma inter-dependiente, en el grupo intervención
2. De la misma forma se realiza esta tarea en el grupo control
3. Se calcula el RCEI para cada muestra
4. Se repite este proceso 1000 veces

Este remuestreo permite obtener distribuciones conjuntas de costes y efectos que se pueden representar en el plano coste-efectividad dando lugar a una nube de puntos (ver Figura 4 Plano coste efectividad (extraído de Dilla et. al 2009, Evaluación económica en medicina (I): fundamentos y metodología). En el plano coste-efectividad podríamos observar que cierto grupo de puntos pueden encontrarse en situación favorable coste-

efectiva o dominante y otros no tan favorables, dando así un porcentaje de probabilidades de que la intervención sea coste-efectiva o no: la incertidumbre se resume así considerando qué proporción de las réplicas del *Bootstrap* cae por debajo y a la derecha de una línea con una pendiente correspondiente al umbral de coste efectividad<sup>45</sup>. Esta información se puede trasladar a una curva de aceptabilidad que representa la probabilidad de que una intervención sea coste-efectiva según un valor de RCEI considerado o umbral de coste-efectividad (ver Figura 5 Ejemplo de curva de aceptabilidad de coste-efectividad (extraída de O'Brian y Briggs 2002<sup>45</sup>)).

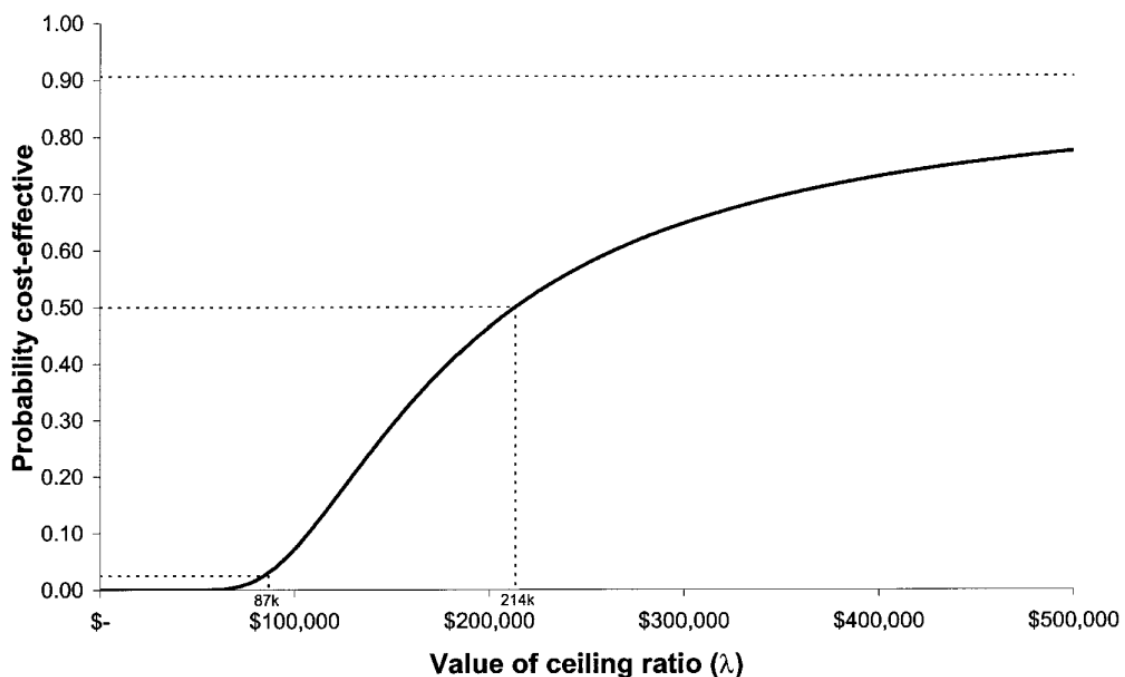


Figura 5 Ejemplo de curva de aceptabilidad de coste-efectividad (extraída de O'Brian y Briggs 2002<sup>45</sup>)

#### IV. Revisión de estudios económicos

Antes de comenzar a realizar los estudios que hemos presentado en esta tesis doctoral, solo existían 3 estudios con algún rasgo de análisis económico publicados sobre el uso de la técnica de punción seca o electrólisis percutánea intratisular en diferentes afecciones musculares o neurológicas:

- Minaya Muñoz et al. 2012<sup>46</sup>: se trata de las primeras aproximaciones de un estudio económico del uso de la electrólisis percutánea intratisular (EPI®). Con un total de 36 pacientes, valoran el coste global de un programa de fisioterapia basado en la aplicación semanal de EPI® asociado a ejercicios excéntricos y

estiramientos, y miden la efectividad del tratamiento con la reducción de la intensidad del dolor. En este caso no existe un comparador directo dentro del estudio, si no que se hace una comparación indirecta con los costes asociados a una intervención quirúrgica de epicondilitis: 308,9€ EPI® frente a 5.095€ de la intervención quirúrgica.

- Arias-buria et al. 2018<sup>47</sup>: estudio de coste-efectividad con 148 pacientes, metodológicamente muy completo, sobre la inclusión de la técnica de punción seca en un programa de ejercicios para síndrome de dolor subacromial. El estudio de costes se compone de costes directos sanitarios y no sanitarios, empleando los datos de los boletines oficiales de 5 comunidades autónomas de España y como variables de efectividad del tratamiento utilizan la escala EQ-5D-5L junto con la DASH (*Disability of the Arm, Shoulder, and Hand*). Los resultados de efectividad indican una clara mejoría de la calidad de vida en el grupo con DN a lo largo de 1 año. En el apartado de costes observamos que, aunque el coste de la punción seca es de únicamente 1,75€, el grupo que solo es tratado con ejercicios presenta unos costes muy superiores que el grupo DN: + 1.787,52€ en otros tratamientos concomitantes, + 1.340€ en consultas médicas y + 9.954,21€ en costes indirectos asociados a absentismo laboral. Es evidente que estos datos desequilibran totalmente el análisis dando un escenario totalmente dominante del tratamiento con DN.
- *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health* 2016<sup>48</sup>: en esta revisión realizada por la agencia canadiense de fármacos y tecnologías sanitarias se intenta valorar la evidencia actual sobre el uso de la punción seca para proceder a su financiación por el sistema sanitario público. De un total de 309 publicaciones solo 18 fueron lo suficientemente buenas para el cribado según criterios PRISMA y COCHRANE. Las variables principales en estos estudios fueron las de reducción de la intensidad del dolor, escala visual analógica (VAS) y, en algunas revisiones, calidad de vida. En las valoraciones globales indican que la evidencia científica actual es inadecuada y que se necesitan intervenciones estandarizadas para determinar cuál es la forma de proceder (guías de práctica clínica basadas en la evidencia sobre el uso de PS). No obtuvieron ninguna

información sobre estudios de coste-efectividad en el momento de su publicación.

En el caso de los estudios económicos publicados hasta la fecha sobre el tratamiento de la espasticidad en paciente con ictus se han centrado principalmente en valorar el impacto económico del uso de la toxina botulínica en sus diferentes variantes. En una reciente revisión (*Economics of Dry Needling and Botulinum Toxin Type A as a post-stroke spasticity treatment: a review*, Fernández et al. 2022, pendiente de publicación en *Exploration of Neuroprotective Therapy*) se encontró 9 artículos, de los cuales 7 se enfocaban en el tratamiento con toxina y 2 artículos de punción seca (publicados en esta tesis). Entre los que estudian el impacto de la toxina, el más importante ha sido realizado por el programa *Health Technology Assessment* (HTA) del *National Institute for Health Research* (NIHR), programa que realiza investigaciones que influyen directamente en la toma de decisiones por parte del *National Institute for Health and Clinical Excellence* (NICE). Se trata del estudio BoTULS<sup>23</sup>, que evaluó a más de 300 pacientes de 12 servicios de tratamiento de ictus en el norte de Reino Unido. Compararon el uso de toxina botulínica combinado con una terapia de miembro superior frente a solo terapia a través de una gran variedad de variables entre las que se encuentra la Escala Modificada de *Ashworth* y el EQ-5D, durante 1 año. Los resultados fueron claros: “La ratio de coste-efectividad incremental del caso base fue de 93.500 libras por AVAC ganado y la estimación de la curva de aceptabilidad de coste-efectividad para la toxina botulínica tipo A más el programa de terapia de extremidades superiores indicó que sólo había una probabilidad de 0,36 de que fuera coste-efectivo con una ratio de techo de 20.000 libras por AVAC”. Aunque sí encontraron mejorías en el tono muscular en el primer mes, en la fuerza de las extremidades superiores a los 3 meses y en las actividades funcionales básicas y dolor durante todo el estudio, el tratamiento con toxina botulínica tipo A no resultó en ninguna mejora importante en la calidad de vida en relación con el ictus. Es por eso por lo que las diferencias entre los resultados de las variables y la importancia de su elección es un aspecto clave en la toma de decisiones. Un ejemplo de esto es otro de los estudios incluidos en la revisión, el de Rychlik et al. 2016<sup>37</sup>. En este estudio sobre calidad de vida y espasticidad en pacientes con ictus en Alemania, 228 pacientes fueron reclutados y se compararon dos grupos: uno recibía tratamiento convencional con

medicación oral y fisioterapia, y el otro grupo, tratamiento convencional junto con inyecciones de incobotulinumtoxin-A (INCO). En este caso valoraron como resultado primario la medición del tono muscular con la escala de *Ashworth*. Esta escala mide la resistencia frente a movimientos pasivos realizados por el fisioterapeuta. Para determinar que hay mejoría o no, se necesita determinar qué se considera una diferencia clínica significativa, considerándose como paciente respondedor aquel que presentaba una mejoría de 1 punto en esta escala desde el inicio hasta el final del estudio. Los costes asociados al grupo INCO fueron el doble del grupo con medicación y fisioterapia, sin embargo, los resultados en la tasa de respondedores también fueron mejores. El grupo INCO presentó mejores resultados según la ratio coste-utilidad y un RCEI medio de alrededor de 10.000€/ % respondedor.

## Justificación

Existen muy pocos estudios que valoren la técnica de punción seca y/o técnicas derivadas de la misma en el ámbito económico. Su evidencia clínica sí que ha crecido enormemente en los últimos años<sup>1,3,4,6,7,26,32,49-52</sup> pero es necesario ampliar el conocimiento de la relación entre el beneficio que aporta esta técnica junto con el coste derivado de su uso, ya que los recursos disponibles no son suficientes para satisfacer todas las necesidades del ámbito sanitario y posiblemente haya tratamientos que supongan una carga excesiva y que haya otros que puedan ahorrar costes.

Como se ha comentado en la introducción, esta técnica no tiene un precio establecido, fijado por la administración o que pueda ser estandarizado hasta la fecha. La posible variabilidad a la hora de contabilizar el precio de una técnica de este tipo hace muy difícil poder realizar una comparación con otros tratamientos o con esa misma técnica en diferentes escenarios. Es por eso necesario establecer una pauta para determinar el coste de la técnica.

Si no se establece un precio justo y equilibrado comparado con las otras alternativas de tratamiento es muy difícil darle valor. La mejor manera de tratar estos dilemas es a través de estudios de coste-efectividad, que permitan analizar su impacto en la salud y en la economía. Si bien el estudio de la efectividad es importante, no es suficiente, siendo necesario evaluar el aspecto económico en la implantación de nuevas terapias para lograr una mejor gestión de los recursos.

## Hipótesis

Determinadas intervenciones en Fisioterapia pueden suponer un ahorro en costes directos e indirectos tanto para el sistema sanitario como para aseguradoras y empresas, y una mejoría en la calidad de vida de los pacientes con ictus con respecto a los actuales protocolos de intervención y otras alternativas terapéuticas. En concreto, la implantación de intervenciones específicas de fisioterapia invasiva como la punción seca o la electrolisis percutánea dentro de los tratamientos habituales que reciben los pacientes para diferentes patologías neurológicas y musculoesqueléticas, podrían ayudar a disminuir el gasto sanitario.

## Objetivos

Hoy en día el número de estudios relacionados con la técnica de punción seca ha ido creciendo y su efectividad ha quedado demostrada para dolor y espasticidad. Sin embargo, un paso decisivo para la implantación de nuevas técnicas en el protocolo terapéutico habitual es comprobar la eficiencia, es decir, la relación entre el coste y la efectividad.

El objetivo principal de la presente tesis es evaluar la relación coste-efectividad de la técnica de punción seca y técnicas derivadas de la misma en distintas áreas de tratamiento.

Aunque son necesarios para conseguir el objetivo principal de la tesis, los objetivos secundarios se han centrado en:

- Identificar las principales fuentes de datos para elaborar el coste de la punción seca y de técnicas derivadas de la misma
- Calcular el coste de la técnica de punción seca y técnicas derivadas de la misma
- Identificar qué variables son las más adecuadas para valorar la efectividad dentro de los análisis de coste efectividad
- Estimar el RCEI de las alternativas estudiadas para valorar su eficiencia

## Metodología

Para cumplir los objetivos propuestos se ha participado en distintos estudios de investigación en curso donde se ha colaborado en el análisis de los resultados de efectividad de las terapias y en los que se ha investigado los costes asociados. El análisis de la efectividad de los tratamientos ha sido el primer paso para realizar el posterior análisis de coste-efectividad.

En los estudios de Zaldívar et al. 2020<sup>1</sup>, Al-Boulushi et al. 2020<sup>3,4</sup> y Calvo et al. 2021<sup>7</sup> contamos con los datos del cuestionario de calidad de vida EQ-5D que nos permitió calcular de forma directa los QALY. Sin embargo en el estudio de López-Royo et al. 2021<sup>6</sup>, la escala utilizada fue la SF-36, lo que supuso un arduo trabajo de revisión y transformación de las preguntas del cuestionario a los valores del cuestionario SF-6d para obtener los datos de calidad de vida. En estos artículos que acabamos de citar se emplearon también otras variables como son: 1) la escala *Fugl-Meyer* de miembro superior (FM UE) y la escala modificada de la modificada de *Ashworth* (MMAS) en el estudio llevado a cabo en pacientes con ictus en estado crónico<sup>7</sup>; 2) la escala de resistencia al movimiento pasivo (REPAS), escala de dolor numérica de 10 puntos (NPRS 10), escala de *Brunnstrom* además de la MMAS, en el estudio llevado a cabo en pacientes con ictus en fase subaguda<sup>1</sup>; 3) el cuestionario de Salud del Pie (FHSQ) y la escala visual analógica sobre el dolor (VAS) en el estudio de dolor plantar<sup>4</sup> y 4) el cuestionario de evaluación del Instituto Victoriano del Deporte (VISA-P) en el estudio de tendinopatía rotuliana<sup>6</sup>. Con el fin de ampliar el análisis y en base a la bibliografía encontrada hasta el momento, además de los datos de calidad de vida se empleó también la escala MMAS como variable de efectividad del tratamiento en el análisis de coste efectividad para los dos estudios realizados en pacientes con ictus. Los parámetros estadísticos se valoraron específicamente en cada caso para ver si existían diferencias significativas en los valores inter e intragrupos.

Por otro lado, la valoración de costes se hizo desde el punto de vista del sistema sanitario y/o de la clínica o centro hospitalario donde se realiza la técnica. Separamos los costes en tres apartados:

- El material para realizar la técnica: en los estudios con punción seca se valoró el coste de la aguja, material de desinfección de la piel, guantes y gasas. Para los estudios donde se emplea un equipo de ecografía o el equipo de electrólisis percutánea se valoró más ampliamente. Tanto ecógrafo como equipo para EPI suponen un coste importante difícilmente valorable para una sola sesión, es por ello por lo que se pidió precio al fabricante y se establecieron diversos modos de gestión del coste, valorando número medio de usos (tanto anual o a lo largo del ensayo clínico) y distintos años de amortización.
- Coste del fisioterapeuta que realiza la técnica: en base a la bibliografía encontrada se determinó el coste medio por sesión de rehabilitación para cada patología según los boletines oficiales autonómicos de distintas comunidades autónomas españolas. En el estudio de Al-Boloushi et al. 2021 pudimos tener acceso a los costes de personal ("*physiotherapist*" y "*physiatrist*") por sesión según el hospital donde fueran tratados.
- Otros costes directos o indirectos sanitarios: en el estudio de Zaldivar et al. 2020 contamos con el coste por nivel de cuidados de los pacientes, divididos en 4 niveles en función del nivel de atención necesaria.

El resultado final que obtenemos en los estudios es la RCEI. Para ello realizamos la técnica de *bootstrapping* con los pares de datos coste-efectividad para cada grupo de intervención. La técnica de *bootstrap* nos permite asemejar a la población general con una inferencia de los propios datos de nuestra muestra utilizando una distribución gamma para los costes, beta para la utilidad y normal para las variables efectividad<sup>44,45</sup>. Gracias a esto obtenemos una nube de puntos que nos permitirá determinar en qué porcentaje de los casos remuestreados se dan valores coste-efectivos, dominantes o no coste-efectivos. En el caso de no poder emplear esta técnica observaremos los resultados en el peor y mejor de los casos para cada alternativa.



# Resultados

## ARTÍCULOS PUBLICADOS

Coste-efectividad de dos intervenciones mínimamente invasivas en dolor plantar y de talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.

### Autores:

- Daniel Fernández 1
- Zaid Al-Boloushi 2,3
- Pablo Bellosta-López 1
- Pablo Herrero 3
- Manuel Gómez 1
- Sandra Calvo 1

1 Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge, Autovía A-23 Zaragoza-Huesca Km.299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain;

2 Ministry of Health, State of Kuwait, Jamal Abdunnasser Street, Al Solaibeykhat Area 5, Safat, Kuwait City 13001, Kuwait;

3 Departamento de Fisioterapia y Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza, C/Domingo Miral s/n., 50009 Zaragoza, Spain

Publicado en: Fernández D, Al-Boloushi Z, Bellosta-López P, Herrero P, Gómez M, Calvo S. Cost-Effectiveness of Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Secondary Analysis of an RCT. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18(4):1777. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041777>



Article

# Cost-Effectiveness of Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Secondary Analysis of an RCT

Daniel Fernández <sup>1</sup>, Zaid Al-Boloushi <sup>2,3</sup>, Pablo Bellosta-López <sup>1</sup>, Pablo Herrero <sup>3,\*</sup> , Manuel Gómez <sup>1</sup> and Sandra Calvo <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Faculty of Health Sciences, Universidad San Jorge, Campus Universitario, Autov. A23 km 299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain; efernandez@usj.es (D.F.); pbellosta@usj.es (P.B.-L.); agomez@usj.es (M.G.); scalvo@usj.es (S.C.)

<sup>2</sup> Ministry of Health, State of Kuwait, Jamal Abdunnasser Street, Al Solaibeykhat Area 5, Safat, Kuwait City 13001, Kuwait; boloushi@gmail.com

<sup>3</sup> Physiatry and Nursing Department, Faculty of Health Sciences, Zaragoza University, C/Domingo Miral s/n, CP 50009 Zaragoza, Spain

\* Correspondence: pherrero@unizar.es

**Abstract:** Plantar heel pain is a common cause of foot pain that affects patients' quality of life and represents a significant cost for the healthcare system. Dry needling and percutaneous needle electrolysis are two minimally invasive treatments that were shown to be effective for the management of plantar heel pain. The aim of our study was to compare these two treatments in terms of health and economic consequences based on the results of a published randomized controlled trial. For this, we evaluated the costs from the point of view of the hospital and we carried out a cost-effectiveness study using quality of life as the main variable according to the Eq-5D-5L questionnaire. The cost of the complete treatment with dry needling (DN) was €178.86, while the percutaneous needle electrolysis (PNE) was €200.90. The quality of life of patients improved and was translated into +0.615 quality-adjusted life years (QALYs) for DN and +0.669 for PNE. PNE presented an average incremental cost-effectiveness ratio (ICER) of €411.34/QALY against DN. These results indicate that PNE had a better cost-effectiveness ratio for the treatment of plantar heel pain than DN.

**Keywords:** dry needling; percutaneous needle electrolysis; cost-effectiveness analysis; plantar heel pain; quality of life



**Citation:** Fernández, D.; Al-Boloushi, Z.; Bellosta-López, P.; Herrero, P.; Gómez, M.; Calvo, S. Cost-Effectiveness of Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Secondary Analysis of an RCT. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 1777. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041777>

Academic Editor: Son Nghiem

Received: 25 December 2020

Accepted: 8 February 2021

Published: 12 February 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Plantar heel pain (PHP) is a common cause of foot pain and discomfort that affects the quality of life (QoL) of patients. The frequency and incidence of PHP is uncertain; however, it is estimated that over the course of a lifetime, 10% of the population might suffer from this condition [1,2]. PHP places a relatively large burden on public health, being a fairly common cause of outpatient visits [3] and medical expenses, with cost of PHP treatment estimated to be between \$192 and \$376 million in the United States [4].

Clinical practice guidelines recommend the use of conservative treatment for PHP management, such as joint and soft tissue mobilization or self-stretching home programmes [5]. In particular, self-stretching home programmes were shown to be effective for addressing PHP [6]. Furthermore, recent randomised clinical trials (RCTs) showed that there is an additional effect of reduction of pain severity when self-stretching home programmes are combined with manual therapy [7]. It was also shown that dry needling (DN) is effective for managing PHP, although the magnitude of the treatment effect should be considered against the frequency of minor transitory adverse events [8].

DN and percutaneous needle electrolysis (PNE) are two minimally invasive treatment modalities that were shown to be effective for PHP management, reducing the mean and maximum pain since the first treatment session, with long lasting effects [9]. Despite the

increased use of these treatment modalities in recent years in clinical practice, to the best of our knowledge, no previous study investigated the cost-effectiveness of PNE and DN on PHP. Moreover, in the case of PHP, we only found a study analysing the cost-effectiveness of other interventions, such as the use of foot orthosis [10].

Therefore, the aim of this study was to compare the cost-effectiveness of two alternative interventions, DN and PNE, in terms of health and economic consequences.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design

The primary study was a randomised controlled trial carried out during 2018 and 2019, to compare the effectiveness of two needling interventions, conducted at the Physical Medicine and Rehabilitation Hospital in Kuwait. The study was conducted in compliance with the Helsinki Declaration of Human Rights and ethical approval was obtained from the Medical Ethics Committee of the State of Kuwait Ministry of Health, with reference number 642/2017 and registration at Clinicaltrials.com, number NCT03236779, available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30683124/> (accessed on 15 December 2020).

This secondary study used the effectiveness data obtained in the RCT to perform a cost-effectiveness study.

### 2.2. Participants

Participants were included in the randomised controlled trial if they fulfilled the following criteria. (1) Diagnosed with PHP in accordance with the Clinical Guidelines linked to the International Classification of Function, Disability and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. (2) Aged 21 to 60 years at admission to the study, according to the Kuwaiti Ethical Committee. (3) A history of PHP for over one month, showing no improvements with previous conservative treatment. (4) The ability to walk 50 m without any support. (5) The presence of myofascial trigger points on plantar and calf muscles based on an initial physical examination carried out by a physiotherapist with experience and training in myofascial trigger points. (6) Accepting treatment from a male physiotherapist. (7) The ability to understand the study and give informed consent, as well as having signed the consent form. The exclusion criteria were—(1) needle phobia; (2) needle allergy or hypersensitivity to metals; (3) the presence of coagulopathy or use of anticoagulants according to medical criteria; (4) the presence of peripheral arterial vascular disease; (5) pregnancy; (6) dermatological disease affecting the dry needling area; (7) the presence of any chronic medical condition that might preclude participation in the study, such as malignancy, systemic inflammatory disorders (e.g., rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis, ankylosing spondylitis, septic arthritis), neurological diseases, polyneuropathy, mononeuropathy, and sciatica; (8) treatment of PHP with needling or acupuncture during the last four weeks; (9) history of injection therapy in the heel over the previous three months; and (10) previous history of foot surgery or fracture.

### 2.3. Intervention Conditions

The intervention conditions were established during the RCT. All participants signed the informed consent and were randomised to the DN or PNE group in blocks of 10 patients. Allocation was randomly assigned using a computer program (Randomizer, <https://www.randomizer.org/> (accessed on 14 January 2018)) with random patient file number sequences generated by a third person not involved in the study. Each participant received four individual physical therapy sessions consisting of DN or PNE, once a week, using specific DN needles (Agu-punt, Barcelona, Spain) [9]. The duration of each session was approximately 30 min. DN and PNE interventions were performed exactly in the same way, with the only difference being that the needle was connected to the PNE equipment during the PNE procedure (“Physio Invasiva” equipment PRIM S.A. Madrid, Spain) to add a galvanic current to the mechanical effect of the needle. During the first session, all patients were instructed in a self-stretching protocol [7] that was performed twice a

day. An independent blinded assessor conducted all assessments at baseline, 4, 8, 12, 26, and 52 weeks of follow-up. Quality of life (QoL) data were used to perform the cost-effectiveness analysis.

#### 2.4. Costs

The economic evaluation was made retrospectively and from a hospital perspective. From this, direct healthcare costs were calculated, such as the material used to perform the needling (sterile gauze, disinfectant, needles), PNE equipment, and the cost of the physiotherapy and physiatrist sessions. To assess the cost of PNE equipment, two scenarios were calculated. In one scenario, the total cost of the equipment was included in the cost of the study, calculating the total number of sessions that were carried out in our study and the total cost of the equipment was divided by the number of sessions. In the second scenario, the average number of uses that the equipment can have in a standard clinic per year and the amortization of the cost of the equipment in a short period of three years was calculated.

The cost of the physiatrist and the physical therapy was obtained from the bulletin “Cost analysis and performance evaluation for government health services of the Kuwait Ministry of Health” (Financial affairs, Budget and Control Department—Cost Accounting Section) [11]. Costs of usual care were not considered for comparison as the participants selected were enrolled on the basis that the standard treatment for PHP was not effective (see inclusion criteria).

#### 2.5. Outcomes

EQ-5D-5L was completed at baseline, 4, 8, 12, 26, and 52 weeks for each patient. This questionnaire included five dimensions—mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort and anxiety/depression, with five levels of severity, which made it even more robust than previous versions [12]. To obtain the quality-of-life value based on the EQ-5D questionnaire data, the ‘EQ-5D-5L Index Value Crosswalk’ tool was used with English preference weights. Using the study timing, it was possible to obtain the quality-adjusted life years (QALYs), which was the preferred measure of health outcomes for use in technology appraisals. QALYs were estimated for each subject using area under the curve analysis.

#### 2.6. Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics (V.25, IBM, Madrid, Spain) by intention to treat, with the last observation carried forward. The distribution of the data was verified by the Kolmogorov-Smirnov normality test and a factorial ANOVA (Bonferroni test) was performed to evaluate the differences.

To analyze the uncertainty of QALY and costs, a probabilistic analysis was performed by varying both parameters according to certain ranges of their distribution variable—QALY and cost pairs were bootstrapped 1000 times to achieve 95% confidence intervals [13]. To summarize, this study considered the proportion of bootstrap replications that fell below and to the right of the line of the cost-effectiveness threshold. Then, we represented the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) in relation to possible values of the cost-effectiveness threshold in the cost-effectiveness acceptability curve (CEAC) [14]. To complete this sensitivity analysis, a univariate analysis of overhead costs was carried out considering that they could account for up to 30% of the value of direct costs [15].

### 3. Results

A total of 102 patients with an average age of 48 years were included in the final economic analysis. Participants were divided in two groups, without significant differences between groups at baseline (Table 1).

**Table 1.** Demographic characteristics of participants and other baseline characteristics.

|                                      | DN Group<br>N = 51 | PNE Group<br>N = 51 |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------|
| Gender (male)                        | 15 (29.4%)         | 15 (29.4%)          |
| Age (years)                          | 49.5 ( $\pm 8.9$ ) | 48.1 ( $\pm 8.8$ )  |
| Height, cm                           | 160.5 (8.2)        | 161.2 (7.9)         |
| Weight, kg                           | 87.5 (16.5)        | 90.8 (15.2)         |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) | 33.9 ( $\pm 5.5$ ) | 35.1 ( $\pm 6.4$ )  |
| Duration of symptoms, months         | 6.0 (6.0)          | 9.9 (11.5)          |
| Medications, n yes (%)               |                    |                     |
| - Neuromodulators/antiepileptic      | 18 (35.3)          | 22 (43.1)           |
| - Painkillers                        | 16 (31.4)          | 16 (31.4)           |
| - Anti-inflammatory medication       | 16 (31.4)          | 17 (33.3)           |
| - Myorelaxant medication             | 9 (17.6)           | 8 (15.7)            |

All values are means ( $\pm$  standard deviation) or number of patients (%).

All results from the original study titled “Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: a randomised controlled trial” can be found at <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/10/8/e038033.full.pdf>.

### 3.1. Costs

The DN and PNE treatment costs evaluated are displayed in Table 2. Costs were not compared with the usual standard of care costs as one of the inclusion criteria to be enrolled in the study was “a history of PHP for over one month, showing no improvements with previous conservative treatment”.

**Table 2.** Costs.

|                                             | DN Group | Both   | PNE Group             |
|---------------------------------------------|----------|--------|-----------------------|
| Sanitary consumables (session)              |          | €1.06  |                       |
| PNE equipment                               | -        |        | €2300                 |
| Cost of PNE per session (204 sessions)      |          |        | €12.21                |
| Cost of PNE per session according to clinic |          |        | €0.94                 |
| Physiatrist (session)                       |          | €96.03 |                       |
| Physical therapy (session)                  |          | €43.65 |                       |
| Cost first week of treatment                | €140.74  |        | €146.26 $\pm$ €5.64 * |
| Total (four sessions)                       | €178.86  |        | €200.90 $\pm$ €22.55  |

\* The variations in the cost for the PNE group are due to the calculation with or without amortization of the PNE equipment.

The cost of sanitary consumables corresponded to the use of gloves, needles, disinfectant, and any other material associated with the needling interventions. The cost of the PNE equipment corresponded to the price of the “Physio Invasiva” equipment (PRIM S.A. Madrid, Spain), without taxes. With these data, we calculated the cost per session and asked for feedback from a group of expert physical therapists to closely resemble the real value of the cost of a session with PNE in the usual clinical scenario.

To complete the costs, it was necessary to add the cost of the personnel who carried out the treatments and their supervision. These costs are available in the document “Cost analysis and performance evaluation for government health services 2013–2014” from the Kuwait Ministry of Health [11]. The cost of the physiatrist and the physical therapy was

considered to be the same in both groups. Total direct costs of treatment were €22.04 more expensive in the PNE than in the DN group, because of the use of the specific equipment for providing the PNE treatment.

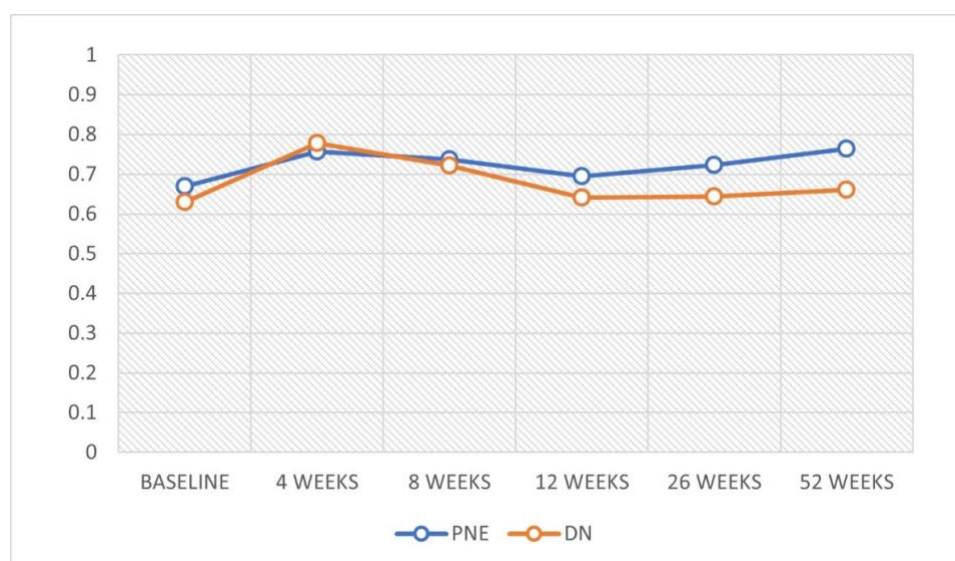
### 3.2. Quality of Life

An improvement in QoL was observed at weeks 4 and 8 in both treatment groups. However, the PNE group also showed improvements at 52 weeks (Table 3), with significant differences between groups at 52 weeks (Figure 1).

**Table 3.** Mean quality of life (QoL) from EQ-5d.

| Variable         | DN Mean (SD)    | DN Mean Difference from Baseline | PNE Mean (SD)   | PNE Mean Difference from Baseline | Mean QoL Difference PNE–DN (SD) |
|------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>QoL (1–0)</b> |                 |                                  |                 |                                   |                                 |
| Baseline         | 0.630 (0.230)   | –                                | 0.669 (0.215)   | –                                 | 0.039 (0.323)                   |
| 4th week         | 0.777 * (0.224) | 0.147                            | 0.757 * (0.237) | 0.087                             | –0.020 (0.341)                  |
| 8th week         | 0.721 * (0.232) | 0.091                            | 0.737 * (0.230) | 0.067                             | 0.015 (0.349)                   |
| 12th week        | 0.641 (0.298)   | 0.011                            | 0.694 (0.272)   | 0.025                             | 0.053 (0.370)                   |
| 26th week        | 0.644 (0.287)   | 0.014                            | 0.722 (0.278)   | 0.053                             | 0.078 (0.365)                   |
| 52nd week        | 0.660 (0.270)   | 0.034                            | 0.764 * (0.099) | 0.099                             | 0.103 ** (0.323)                |

(± standard deviation); \* difference from baseline in means is significant  $p$ -value < 0.05; \*\* difference between groups is significant.



**Figure 1.** Variation in quality of life throughout the study.

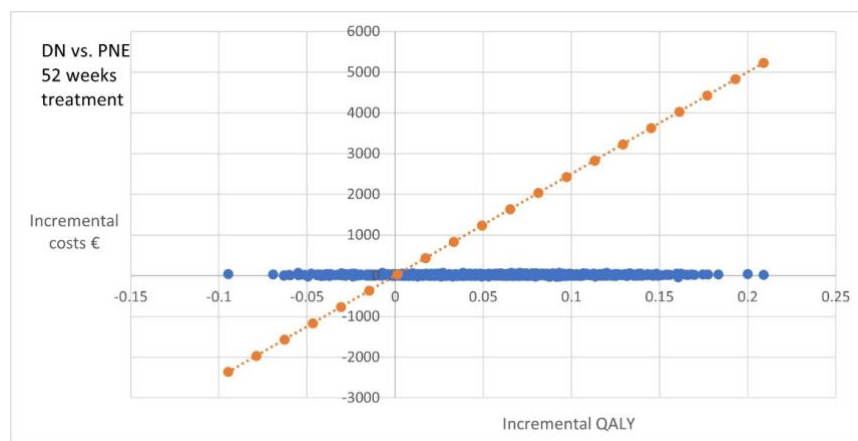
Based on the obtained QoL results, treatment with DN presented an improvement of +0.615 QALYs while PNE had an improvement of +0.669 (difference of 0.054) QALYs. The probability of each alternative being cost effective was reviewed using the bootstrap technique as a probability sensitivity analysis.

The cost-effectiveness ratios of PNE treatment versus DN increased during the study period (Table 4).

**Table 4.** Variation of cost-effective ratio during the study.

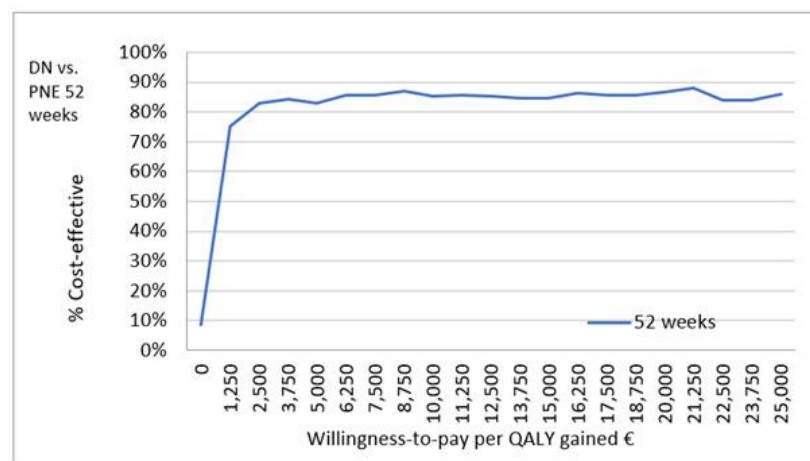
| Weeks            | PNE |     |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  | 4   | 8   | 12  | 26  | 52  |
| % Cost-effective | 50% | 46% | 63% | 79% | 86% |

PNE showed a clear dominance against DN at 52 weeks, presenting even higher costs for the equipment used (Figure 2)

**Figure 2.** Bootstrapped cost-utility pairs dry needling (DN) vs. percutaneous needle electrolysis (PNE).

The probability that the PNE treatment at 52 weeks would have a better cost-effectiveness ratio compared to DN was 86%.

The threshold that was used to evaluate the implementation of a therapeutic alternative is usually €25,000. However, in our study, PNE presented an 86% probability of being more cost-effective against DN at values much lower than this threshold (Figure 3). Moreover, PNE presented an average ICER of €411.34/QALY against DN.

**Figure 3.** Cost-effectiveness acceptability curve (CEAC).

The univariate analysis of estimated overhead costs implied an increased cost of €60.27 for the PNE group (total €261.17) and €53.66 for the DN group (total €232.52). The

resulting ICER was €530.55/QALY, 119.25€/QALY more than when overhead costs were not considered.

#### 4. Discussion

The objective of this study was to analyze which treatment option was more cost-effective for PHP treatment, on the basis that both DN and PNE were demonstrated to be effective. For this, we considered that a cost-effectiveness study was the best tool, using a good efficacy marker such as the patient QoL and evaluating all costs involved at the health centre. The baseline characteristics of our patient sample were homogeneous, and it was a good starting point to exclusively assess the variation due to treatment.

We chose the EQ-5D-5l scale mainly because it was one of the most used scales, but also because it allowed us to make a more global assessment of patient health status. Comparisons of EQ-5D-5l with other more specific scales such as the Manchester Oxford Foot Questionnaire (MOXFQ) concluded that both were particularly responsive to changes in pain, mobility and activity, or social interaction following treatment; but ‘the generic EQ-5D may allow comparison of general health states in the wider health community’ [16]. However, it has a drawback when it comes to transferring the data from the questionnaire to QoL, as currently, there is no predefined crosswalk index for Kuwaiti patients. In communication with EuroQol group experts, it was considered that the most valid option could be to use the British values.

Our analysis showed an improvement of the QoL in both groups of almost 0.1 point on the EQ-5D-5l scale. The results obtained by Rome et al. [10] with the use of an accommodative foot orthosis or functional foot orthosis were 0.07 and 0.09 QALY/year, respectively. If we compare the QALY values gained with DN treatment (0.615) and PNE (0.669) against these results, we see that there was a considerable improvement with these needling treatments.

Regarding costs, only those that most influence a clinic, hospital, or a health centre were considered in terms of equipment and staff. In both cases, the cost of the equipment was assessed as the consumable material that was used and renewed for each patient and session. The price of the PNE equipment might have differences depending on the brand or the country where it was purchased. In this case, we only valued the device used in this study. To assess the cost of this equipment for each session as accurately as possible, an average of uses per year and years of amortization was determined. On the other hand, we also calculated the cost involved for each session in case the equipment was used only for this study (51 patients, 4 sessions for each one; 204 sessions). The cost with the average of annual uses and amortization seemed to be the most realistic since this equipment could be used in many other pathologies.

On the contrary, being among the first to perform cost analyses of this type of techniques might lead to certain limitations, such as the difficulty of assessing the indirect costs. In this study, we used as a reference the inclusion of indirect costs, represented by a large weight in the overall evaluation of costs, which might bias the results [17]. The use of RCT data retrospectively did not allow us to obtain more information of indirect costs and therefore we did not include them to avoid the distortion of results.

There were improvements in QoL with both treatments, and the differences in costs between treatments were relatively low. The cost-effectiveness relationships analyzed after the bootstrapping indicated that there was a clear advantage of PNE over DN at 52 weeks. These results must be interpreted with caution, taking into account the methodological limitations of our study, mainly related to the sample size, the lack of studies that served as a comparison and the high rate of drop-outs. In the latter case, and in the same way as explained in the published study “either underpowering or the intention to treat analysis may explain the inconsistency of the results in the PNE group possibly leading to significant results in weeks 12 and 26” [9], also in cost-effectiveness ratio.

However, this study also had some strengths, as it is the first study to follow a strict methodology in the cost-effectiveness analysis of two needling interventions and the data were extracted from a randomized controlled trial comparing these needling interventions.

This was the first time that a study compared the treatment costs of DN and PNE, which combined with the cost-effectiveness analysis carried out. This could be helpful for both administrators and clinicians to assess the inclusion of new treatment methods in hospitals or rehabilitation clinics.

## 5. Conclusions

Although both DN and PNE were found to be effective in improving QoL for PHP management, PNE treatment was more cost-effective than DN, with significant differences at 52 weeks. In the comparisons made according to the cost-effectiveness analysis, this translated into an 86% probability that PNE was more cost-effective compared to DN at 52 weeks. Considering the limitations of our study based on the loss of patients from the previous study and the lack of reliable indirect costs, further studies are needed to verify the differences in PNE and DN.

**Author Contributions:** Conceptualization: D.F., Z.A.-B., M.G., and P.H.; methodology, D.F. and M.G.; formal analysis, D.F., Z.A.-B., P.B.-L., S.C., P.H., and M.G.; data curation, D.F.; writing—original draft preparation, D.F., Z.A.-B., P.B.-L., and S.C.; writing—review and editing, D.F., P.B.-L., P.H., and M.G.; supervision, P.H. and M.G. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The RCT study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Medical Ethics Committee of the State of Kuwait Ministry of Health, with reference number 642/2017 and registered at Clinicaltrials.com, number NCT03236779, available at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30683124/>.

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the RCT study.

**Data Availability Statement:** Data will be available on reasonable request by email to Daniel Fernández (efernandez@usj.es).

**Acknowledgments:** We would like to acknowledge Eva María Gómez-Trullén and Mohammad Arian as their previous work allowed us to perform this secondary analysis.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Abat, F.; Sánchez-Sánchez, J.L.; Martín-Nogueras, A.M.; Calvo-Arenillas, J.I.; Yajeya, J.; Méndez-Sánchez, R.; Monllau, J.C.; Gelber, P.E. Randomized controlled trial comparing the effectiveness of the ultrasound-guided galvanic electrolysis technique (USGET) versus conventional electro-physiotherapeutic treatment on patellar tendinopathy. *J. Exp. Orthop.* **2016**, *3*, 34. [CrossRef] [PubMed]
2. Al-Boloushi, Z.; Gómez-Trullén, E.M.; Bellosta-López, P.; López-Royo, M.P.; Fernández, D.; Herrero, P. Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: A protocol for a randomized controlled trial. *J. Orthop. Surg. Res.* **2019**, *14*, 31. [CrossRef] [PubMed]
3. Riddle, D.L.; Schappert, S.M. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosed with plantar fasciitis: A national study of medical doctors. *Foot Ankle Int.* **2004**, *25*, 303–310. [CrossRef] [PubMed]
4. Tong, K.B.; Furia, J. Economic burden of plantar fasciitis treatment in the United States. *Am. J. Orthop.* **2010**, *39*, 227–231. [PubMed]
5. McPoil, T.G.; Martin, R.L.; Cornwall, M.W.; Wukich, D.K.; Irrgang, J.J.; Godges, J.J. Heel pain—plantar fasciitis: Clinical practice guidelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2008**, *38*, A1–A18. [CrossRef] [PubMed]
6. Sweeting, D.; Parish, B.; Hooper, L.; Chester, R. The effectiveness of manual stretching in the treatment of plantar heel pain: A systematic review. *J. Foot Ankle Res.* **2011**, *4*, 19. [CrossRef] [PubMed]
7. Renan-Ordine, R.; Alburquerque-Sendín, F.; De Souza, D.P.; Cleland, J.A.; Fernández-de-Las-Peñas, C. Effectiveness of myofascial trigger point manual therapy combined with a self-stretching protocol for the management of plantar heel pain: A randomized controlled trial. *J. Orthop Sports Phys. Ther.* **2011**, *41*, 43–50. [CrossRef] [PubMed]

8. Cotchett, M.P.; Munteanu, S.E.; Landorf, K.B. Effectiveness of trigger point dry needling for plantar heel pain: A randomized controlled trial. *Phys. Ther.* **2014**, *94*, 1083–1094. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
9. Al-Boloushi, Z.; Gómez-Trullén, E.M.; Arian, M.; Fernández, D.; Herrero, P.; Bellosta-López, P. Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: A randomised controlled trial. *BMJ Open* **2020**, *10*, e038033. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
10. Rome, K.; Gray, J.; Stewart, F.; Hannant, S.C.; Callaghan, D.; Hubble, J. Evaluating the clinical effectiveness and cost-effectiveness of foot orthoses in the treatment of plantar heel pain: A feasibility study. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* **2004**, *94*, 229–238. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Kuwait Ministry of Health. *Cost accounting section. Financial affairs 2014–2013 Cost Analysis and Performance Evaluation for Government Health Services*; Budget and control department: Kuwait City, Kuwait, 2014; Volume 36.
12. Devlin, N.A.-O.; Shah, K.A.-O.; Feng, Y.A.-O.; Mulhern, B.A.-O.; Van Hout, B. Valuing health-related quality of life: An EQ-5D-5L Value Set for England. *Health Econ.* **2018**, *27*, 7–22. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Nixon, R.; Wonderling, D.; Grieve, R. Non-parametric methods for cost-effectiveness analysis: The Central Limit theorem and the bootstrap compared. *Health Econ.* **2010**, *19*, 316–333. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. O'Brien, B.J.; Briggs, A.H. Analysis of uncertainty in health care cost-effectiveness studies: An introduction to statistical issues and methods. *Stat Methods Med. Res.* **2002**, *11*, 455–468. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Drummond, M.F.; O'Brien, B.; Stoddart, G.L.; Torrance, G.W. *Methods for Economic Evaluation of Health Care Programmes*, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 1997.
16. Maher, A.J.; Kilmartin, T.E. An analysis of Euroqol EQ-5D and Manchester Oxford Foot Questionnaire scores six months following podiatric surgery. *J. Foot Ankle Res.* **2012**, *5*, 17. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Arias-Buría, J.L.; Martín-Saborido, C.; Cleland, J.; Koppenhaver, S.L.; Plaza-Manzano, G.; Fernández-de-las-Peñas, C. Cost-effectiveness Evaluation of the Inclusion of Dry Needling into an Exercise Program for Subacromial Pain Syndrome: Evidence from a Randomized Clinical Trial. *Pain Med.* **2018**, *19*, 2336–2347. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]



Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con ictus.

**Autores:**

- Daniel Fernández Sanchis 1
- Juan Nicolás Cuenca Zaldívar 2
- Sandra Calvo 3
- Pablo Herrero 3
- Manuel Gómez Barrera 1,4

1 Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge, Autovía A-23 Zaragoza-Huesca Km.299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain;

2 Servicio de Rehabilitación, Hospital Guadarrama, Madrid, Spain

3 IIS Aragon, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain

4 Pharmacoeconomics & Outcomes Research Iberia, Madrid, Spain

Publicado en: Fernández Sanchis D, Cuenca Zaldívar JN, Calvo S, Herrero P, Gómez Barrera M. Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke. *Acupuncture in Medicine*. 2022;40(2):160-168. doi:10.1177/09645284211055750

# Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke

Daniel Fernández Sanchis<sup>1</sup>, Juan Nicolás Cuenca Zaldívar<sup>2</sup>, Sandra Calvo<sup>3</sup> , Pablo Herrero<sup>3</sup>  and Manuel Gómez Barrera<sup>1,4</sup>

Acupuncture in Medicine  
1–9  
DOI: 10.1177/09645284211055750  
© The Author(s) 2021  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
journals.sagepub.com/home/aim  


## Abstract

**Introduction:** Dry needling (DN) has been shown to be effective for the treatment of upper extremity hypertonia in patients with stroke.

**Purpose:** To evaluate the cost-effectiveness of DN in patients with stroke.

**Methods:** A cost-effectiveness analysis was performed in a research study conducted at a Spanish public hospital where patients were classified into two groups with or without DN. Hypertonia was measured using the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS), and quality of life (QOL) was assessed using the EuroQoL 5-dimension questionnaire. Data regarding the effects and costs of physiotherapy were presented by calculating the mean and 95% confidence interval. The health outcomes were evaluated considering the rate of responders to the treatment based on the MMAS. Spanish preference weights were used to estimate quality-adjusted life years (QALYs). The incremental cost-effectiveness ratio (ICER) and incremental cost-utility ratio (ICUR) were calculated to determine the economic value of DN.

**Results:** Eighty patients with stroke in the subacute stage of recovery were selected to participate in this study. Based on the rate of responders, the ICER of the DN group was very low. Despite the sensitivity analysis performed, the results of the ICUR were not encouraging.

**Discussion:** Cost-effectiveness with responder rate results were favourable for the DN group and were confirmed by the sensitivity analysis according to levels of care. In addition, our findings revealed that 4 weeks of treatment could be more cost-effective than 8 weeks. DN treatment of the upper extremity appears to be cost-effective based on the rate of responders measured using the MMAS scale.

## Keywords

cost-effectiveness, cost-utility, dry needling, EQ-5D-5L, stroke, upper extremity

Accepted: 4 October 2021

## Introduction

Stroke is the second and fourth cause of death in Spain and Europe, respectively, and also the first cause of acquired disability among adults in Spain.<sup>1</sup> Patients who survive this disease experience a number of complications and sequelae, entailing a major social and health expenditure in both the short and long term.<sup>2</sup> Upper extremity impairment is most common after stroke, with patients experiencing pain, hypertonia, weakness and associated reactions. These complications interfere with motor recovery,<sup>3</sup> causing a detrimental effect on quality of life (QOL) and independence in

activities of daily living (ADLs).<sup>4</sup> Almost 20% of patients have some degree of hypertonia in the affected extremity in

<sup>1</sup>Universidad San Jorge, Zaragoza, Spain

<sup>2</sup>Servicio de Rehabilitación, Hospital Guadarrama, Madrid, Spain

<sup>3</sup>IIS Aragon, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain

<sup>4</sup>Pharmacoeconomics & Outcomes Research Iberia, Madrid, Spain

### Corresponding author:

Pablo Herrero, University of Zaragoza, C/ Domingo Miral s/n, CP 50009 Zaragoza, Spain.

Email: pherrero@unizar.es

the short and long term,<sup>5</sup> most frequently affecting the flexor muscles, with reduced fluidity of movement and an imbalance between the flexor and extensor muscle groups, in favour of the former.<sup>6</sup>

Different pharmacological alternatives exist for the treatment of hypertonia, such as Botulinum toxin A (BTX-A) infiltrations. Recently, non-pharmacological approaches have been used effectively, such as dry needling (DN), which has shown to be effective at decreasing hypertonia, improving active and passive range of motion in the upper extremity,<sup>7</sup> and managing pain.<sup>8</sup> Thus, DN is considered a safe technique when applied by an experienced physiotherapist.<sup>9</sup> Compared to BTX-A injections, the severity of adverse effects is much lower for DN.<sup>10</sup> The main difference between these two treatments is that DN causes a mechanical denervation of the dysfunctional endplates while BTX-A injections provoke a chemical denervation of the same.<sup>11</sup>

However, although a number of cost-effectiveness studies exist on the application of BTX-A<sup>12,13</sup> in stroke patients, in the case of DN there is a lack of reporting, where studies have only been found in the case of pain treatment for musculoskeletal patients.<sup>14</sup> For this reason, our aim was to analyse the cost-effectiveness of DN in the treatment of hypertonia in patients with stroke, based on a cost-utility analysis in euros per years of quality-adjusted life (QALY) and cost-effectiveness, using response to treatment based on the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) as the main outcome variable.

## Methods

### Study design

An economic evaluation was performed following a previous study conducted at Guadarrama Hospital (Madrid, Spain) between 2016 and 2018.<sup>15</sup> It was a single-centre, observational, prospective, single cohort study with a before-after design to compare the effectiveness of the DN technique for the improvement of the motor function and hypertonia of the affected extremity. All the patients signed an informed consent document before participating. The study was approved by the Clinical Research Ethics Committee of Puerta de Hierro Majadahonda Hospital (act n° 14.17, dated 24 July 2017) and was registered at ClinicalTrials.gov (ref. NCT03462693) on 12 March 2018.

### Participants

Patients were included in the study if they fulfilled the following criteria: (1) aged 18 years or above; (2) diagnosis of ischaemic or haemorrhagic stroke in the subacute phase (1–3 months); (3) ability to read, understand and sign the informed consent prior to commencing the study; and (4) grade 1–3 hypertonia in the affected upper extremity

muscles, measured using the MMAS. The exclusion criteria were as follows: (1) grade 0 (flaccidity) or 4 (rigidity) hypertonia according to the MMAS; (2) receipt of BTX-A treatment in the previous 2 months; (3) cognitive or severe language impairment; (4) insurmountable needle phobia; or (5) any medical contraindication to the application of DN. A propensity score analysis was used to pair the patients in each group according to baseline demographic and clinical variables to have a quasi-randomized design, obtaining two comparable groups without significant differences at baseline.

### Intervention conditions

Patients received standard physiotherapy treatment according to the standardized work plans used in daily clinical practice at Guadarrama Hospital. The treatment protocol consisted of a multimodal approach for the affected upper extremity, focusing on reducing hypertonia, passive positioning of the upper extremity and repetitive task training exercises,<sup>16</sup> lasting 45 min, 5 days a week. The eligible patients included in the study were treated by their usual physiotherapist and were classified into two groups depending on whether they were receiving DN in their session. The DN intervention was applied following specific diagnostic and application criteria described for neurological patients (DNHS®).<sup>17</sup> DNHS® treatment was included in six of the standard treatment sessions (weeks 1, 2, 3, 4, 6 and 8) according to the normalized protocol used at Guadarrama Hospital for the application of DN. The control group consisted of patients who received their normal rehabilitation programme with neither DN nor a placebo during the same 8 weeks, 5 days a week.

### Main measures

The two variables used for the main study were the MMAS and the values of the EuroQol-5 dimensions questionnaire (EQ-5D-5L). The EQ-5D is one of the most recognized and employed patient reporting outcomes (PRO) questionnaires, including five dimensions (mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort and anxiety/depression) with five levels of severity, which makes it even more robust than previous versions.<sup>18</sup> Furthermore, the EQ-5D correlates well with functional recovery, and its use has been validated in patients with stroke.<sup>19</sup> To obtain the QOL value based on the EQ-5D questionnaire data, the 'EQ-5D-5L Index Value Crosswalk' tool was used with Spanish preference weights. Using the study timing, it was possible to obtain QALYs, which represent the preferred measure of health outcome for use in technology appraisals.<sup>20</sup> The EQ-5D-5L survey was completed at the beginning of the study and repeated at 4 and 8 weeks.

Use of the EQ-5D, together with other more specific instruments such as the rate of responders, is recommended

to increase the discriminative power and/or sensitivity to change.<sup>21</sup> For this purpose, hypertonia was measured using the MMAS to evaluate response to treatment. The MMAS allows us to assess whether a patient has normal muscle tone or presents some type of mild, moderate, intense or extreme hypertonia. The MMAS is an ordinal scale that scores resistance to passive movement ranging from 0 (no increase in muscle tone) to 4 (rigidity in flexion or extension) via passive stretching of the affected muscle group. This scale shows good intraobserver ( $\kappa_w=0.84$ )<sup>22</sup> and interobserver ( $\kappa_w=0.81-0.89$ )<sup>23,24</sup> reliability. In this case, the resistance to shoulder abduction, elbow extension, elbow flexion, forearm supination, wrist extension and finger extension was measured. The MMAS measurements were made before and after the six sessions of DNHS®.

### Costs

The economic evaluation was undertaken from the perspective of a hospital, clinic or health centre; thus, direct healthcare costs were calculated, such as the material used to perform the DN (sterile gauze, disinfectant, needles), the cost of the physiotherapy sessions and the level of care. The costs were assessed based on the number of needled muscles and assuming proper use of the skin disinfection material. Direct healthcare costs were estimated by calculating the average cost of a physiotherapy session for upper extremity treatment of patients with stroke in five representative regions of Spain (Aragón, Castilla y León, Madrid, Basque Country and Catalonia). In the case of the cost of physiotherapy sessions, DN was performed without altering the number or duration of sessions. For this reason, there were no differences between groups for the cost of physiotherapy sessions. The average costs per patient stay were assessed according to levels of care based on data from the year 2016 provided by Guadarrama Hospital.

### Outcomes

The rate of responders and health-related QOL were measured at baseline and at 4 and 8 weeks. The rate of responders to treatment was calculated using the MMAS values. A patient was considered to have responded to treatment if an improvement by 1 point or more on the scale was detected between the first measurement and the last. The data were transformed to obtain the percentage of patients responding to treatment in both branches of the trial at 4 and 8 weeks.<sup>12</sup> With the same timeline, EQ-5D-5L responses were converted into utility scores. Then QALYs were estimated for each subject using area under the curve analysis.

To calculate the economic analysis based on the QALYs, the rate of treatment responders and estimated costs, the cost per responder and the cost per QALY were calculated for each

group. Due to the complexity of the MMAS scale, the costs per responder were assessed for each movement: shoulder abduction, elbow extension, elbow flexion, forearm supination, wrist extension and finger extension. Subsequently, the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) and the incremental cost-utility ratio (ICUR) were calculated. This ratio represents the cost per additional QALY gained for ICUR and per additional percentage of responders for ICER over the treatment period compared to the control group. It was calculated by dividing the incremental cost by the incremental QALY or percentage of responder patients.

### Statistical analysis

The distribution of data was verified by the Kolmogorov-Smirnov normality test, and a factorial analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the differences. To compare costs between groups, the direct cost per responder was calculated together with the cost per QALY. As the care levels were the most important costs included in the study, the economic study was segmented by these levels.

To analyse the uncertainty of QALY, the probabilistic bootstrapping method was applied. To summarize uncertainty, this study considered the proportion of bootstrap replications that fell below and to the right of the line of the cost-effectiveness threshold. This was represented by the cost-utility acceptability curve (CUAC).<sup>25</sup> The cost-effectiveness threshold, although not established, was between €22,000 and €25,000 in Spain.<sup>26</sup>

### Results

A total of 80 patients aged  $73.2 \pm 13.3$  years were included in the final economic analysis. There were no differences between groups in characteristics such as age, body mass index (BMI), time since stroke and other concomitant illnesses at baseline (Table 1).

### Costs

The calculations used in this study to determine the costs of treatments are displayed in Table 2. The approximate average cost of a physiotherapy treatment session provided in the Spanish public health system for a stroke patient is approximately €15.92 (€1.60 + €14.32). The differences between groups were due to the cost of the material used for DN: €6.40 for 4 weeks and four sessions with DNHS® and €9.60 for 8 weeks and six sessions. The cost of physiotherapy sessions was determined based on the official bulletins of each of the five representative autonomous communities, ranging from €7.75 per session in Castilla y León to €20.08 in Aragón. There were no differences between groups in costs according to levels of neurological patient care in this study.

**Table 1.** Demographic characteristics of participants and other baseline characteristics.

|                                      |                          | Control group<br>n = 40 | Intervention group<br>(DNHS®)<br>n = 40 | P<br>value         |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| Gender (male)                        |                          | 20 (50%)                | 20 (50%)                                | N/A                |
| Age (years)                          |                          | 73.8 ± 12.7             | 72.6 ± 13.8                             | 0.995              |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) |                          | 25.6 ± 3.8              | 24.9 ± 4.1                              | 0.758              |
| Time since stroke (days)             |                          | 32.4 ± 17.8             | 39.7 ± 18.8                             | 0.908              |
| Type of stroke                       | Haemorrhagic             | 17 (43%)                | 19 (48%)                                | 0.434              |
|                                      | Ischaemic                | 23 (57%)                | 21 (52%)                                |                    |
| Side of body                         | Right                    | 16 (40%)                | 17 (43%)                                | 1.000              |
|                                      | Left                     | 24 (60%)                | 23 (57%)                                |                    |
| Smoker                               | No                       | 32 (80%)                | 30 (75%)                                | 0.789              |
|                                      | Yes                      | 8 (20%)                 | 10 (25%)                                |                    |
| Diabetes mellitus                    | No                       | 27 (68%)                | 30 (75%)                                | 0.621              |
|                                      | Yes                      | 13 (32%)                | 10 (25%)                                |                    |
| Hypertension                         | No                       | 16 (40%)                | 13 (32%)                                | 0.642              |
|                                      | Yes                      | 24 (60%)                | 27 (68%)                                |                    |
| Heart disease                        | No                       | 25 (62%)                | 24 (60%)                                | 1.000              |
|                                      | Yes                      | 15 (38%)                | 16 (40%)                                |                    |
| Level of care                        |                          |                         |                                         | 0.231 <sup>a</sup> |
| Level 1                              |                          | 0                       | 1 (3%)                                  |                    |
| Level 2                              |                          | 24 (60%)                | 17 (42%)                                |                    |
| Level 3                              |                          | 11 (28%)                | 12 (30%)                                |                    |
| Level 4                              |                          | 5 (12%)                 | 10 (25%)                                |                    |
| Quality of life (EQ-5D-5L, 0-1)      | Baseline                 | 0.250 ± 0.386           | 0.050 ± 0.437                           | 0.442              |
|                                      | 4 weeks                  | 0.323 ± 0.392           | 0.422 ± 0.369                           | 1.000              |
| Difference from baseline             |                          | +0.073 (p = 1.000)      | +0.372 (p < 0.001) <sup>b</sup>         |                    |
| 8 weeks                              |                          | 0.321 ± 0.372           | 0.338 ± 0.421                           | 1.000              |
|                                      | Difference from baseline | +0.071 (p = 1.000)      | +0.288 (p = 0.001) <sup>b</sup>         |                    |

EQ-5D-5L: EuroQol-5 dimensions questionnaire.

<sup>a</sup>Excluding level 1, which only had one case.<sup>b</sup>All values are means ± standard deviation or number of patients (%). Difference in means is significant if p < 0.05.

### Quality of life

No significant differences between groups were found in the QOL of patients at baseline. QOL improved during the 8-week duration of the study in both groups; however, significant differences were only found in the DNHS® treatment group at 4 and 8 weeks (Table 1).

Regarding the utility values estimated using bootstrap methods, a significant difference was found in favour of the

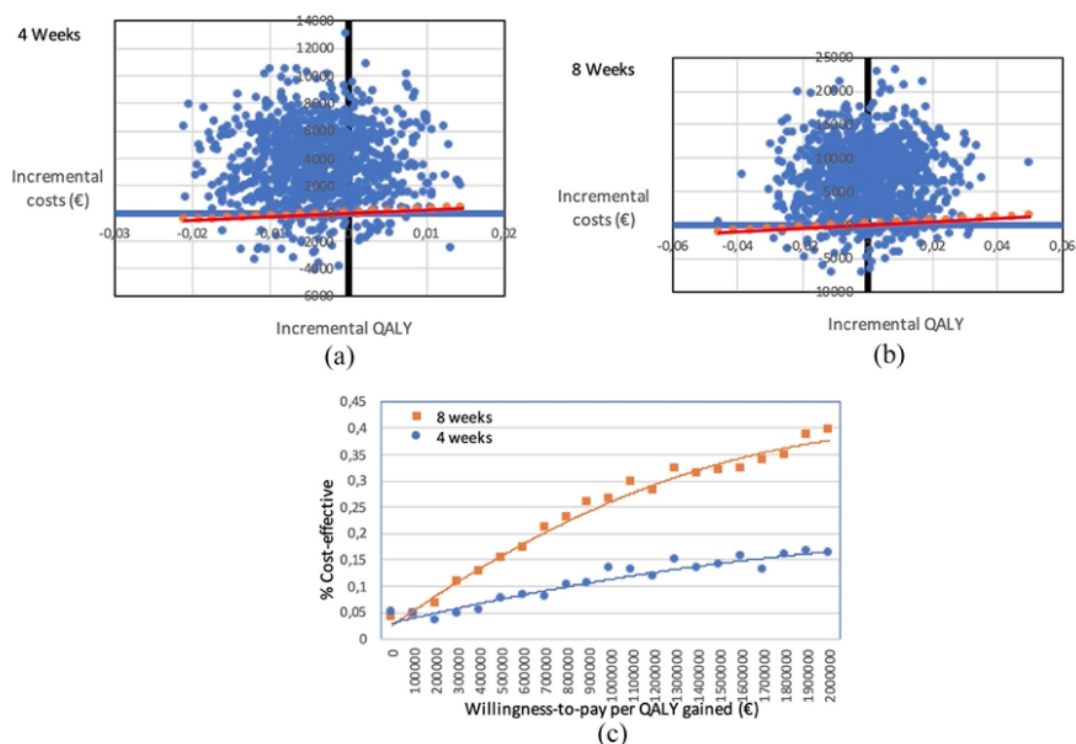
control group at 4 weeks; however, at 8 weeks there was no significant difference.

Bootstrapped cost-utility pairs were illustrated by drafting a cost-utility plane and acceptability curve (Figure 1). After resampling, most of the results appeared above the threshold: only 7.5% of the cases were cost-effective at 4 weeks and 8% at 8 weeks. This indicates that there was no improvement in utility or cost using DNHS®.

Table 2. Costs.

|                                                                                                                           |         | Unitary cost<br>(taxes not<br>included) | 4 weeks                |                        | 8 weeks                |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                                                                                                           |         |                                         | Control<br>group       | DNHS®<br>group         | Control<br>group       | DNHS®<br>group         |
| Dry needling (material per session and muscle)                                                                            |         | €1.60<br>Min. €0.64<br>Max. €2.56       | –                      | €6.40                  | –                      | €9.60                  |
| Physiotherapy (session)                                                                                                   |         | €14.32 ± €4.39 <sup>a</sup>             | €286.40                | €286.40                | €572.80                | €572.80                |
| Total treatment costs per protocol                                                                                        |         |                                         | €286.40                | 292.80                 | €572.80                | €582.40                |
| Levels of care (average cost per day<br>of neurological patients by levels<br>of care, year 2016, Guadarrama<br>Hospital) | Level 1 | €187.61                                 | –                      | €5545.88               | –                      | €11,088.56             |
|                                                                                                                           | Level 2 | €253.28                                 | €7378.24               | €7384.64               | €14,756.48             | €14,766.08             |
|                                                                                                                           | Level 3 | €1065.62                                | €30,123.76             | €30,130.16             | €60,247.52             | €60,257.12             |
|                                                                                                                           | Level 4 | €1016.67                                | €28,753.16             | €28,759.56             | €57,506.32             | €57,515.92             |
| Mean cost ± standard deviation                                                                                            |         |                                         | €16,022.59<br>±1737.77 | €19,503.11<br>±1802.26 | €32,253.77<br>±3381.76 | €39,036.23<br>±3651.51 |

**Figure 1.** Bootstrapped cost-utility pairs and acceptability curve. Red line: €25,000 cost-utility threshold. (a) Four-week incremental cost-effectiveness plane. (b) Eight-week incremental cost-effectiveness plane. (c) Cost-utility acceptability curve for 4 and 8 weeks of treatment.



**Figure 2.** Cost-utility acceptability curve separated by levels of care at 4 and 8 weeks.

We observed a large impact on costs according to level of care. Thus, it was necessary to perform a sensitivity analysis by assessing each care level separately (Figure 2). Due to a lack of patients at level 1, only levels 2, 3 and 4 were assessed. In this case, patients were separated according to their level of care, and willingness to pay was lower. At 4 weeks, level 2 and 3 patients could achieve 50% of cost-effective results.

#### Treatment responder rate according to the MMAS scale

The administration of the MMAS scale involves the measurement of six muscle movements. An improvement of 1 point on this scale in one of the movements was considered a response to treatment. The results of this scale were clearly favourable in the DNHS® treatment group, who presented significant improvements in elbow flexion, forearm supination and wrist extension at 4 and 8 weeks. In the DNHS® treatment group, there was an average of 92% of patients who responded favourably at 4 weeks versus 18% in the control group, and 70% versus 17% at 8 weeks. From an economic perspective, in all cases, the cost per responder was most inexpensive for the group receiving DNHS® (Table 3).

To verify whether these results varied according to the level of care, the analysis was repeated in a segmented

manner. According to this method, the cost per responder of the control group exceeded that of DNHS® into €69,492.02 in level 2 and €73,473.20 in level 4 at 4 weeks and exceeded €100,000 in others. The differences were significantly in favour of the group receiving DNHS®.

The distribution of data in the cost-effectiveness plane revealed that all the data, when segmented by levels of care, were well below the €25,000 threshold considered for cost per QALY.

#### Discussion

This study evaluated the effectiveness of DN treatment in upper extremity rehabilitation in patients in the sub-acute phase of stroke, by examining improvements in hypertonia and QOL and considering the cost of this technique. The baseline characteristics of the patients were very similar for the intervention and control arms, based on a propensity analysis, and therefore the difference in costs between groups is not likely to be related to other diseases or baseline characteristics. However, we observed certain differences in the distribution of patients according to levels of care. Therefore, we decided to carry out a sensitivity analysis by level of care.

Regarding hypertonia outcomes (measured with the MMAS), in all cases, the responder rate was favourable to

Table 3. Rate of responders to treatment and cost per responder.

|                    | 4 weeks |                         |             |     |                         |             |        |                         |             |                 | 8 weeks |               |                         |             |                  |                         |             |                 |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
|--------------------|---------|-------------------------|-------------|-----|-------------------------|-------------|--------|-------------------------|-------------|-----------------|---------|---------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------|-------------|-----------------|------|---|-------------------------|-------------|---|-------------------------|-------------|-----------------|------|--|--|--|------|--|--|--|--|
|                    | Control |                         |             |     |                         | DNHS®       |        |                         |             |                 | ICER    |               |                         |             |                  | Control                 |             |                 |      |   | DNHS®                   |             |   |                         |             | McNemar test    |      |  |  |  | ICER |  |  |  |  |
|                    | n       | % responder<br>[95% CI] | €/responder | n   | % responder<br>[95% CI] | €/responder | n      | % responder<br>[95% CI] | €/responder | McNemar<br>test | ICER    | n             | % responder<br>[95% CI] | €/responder | n                | % responder<br>[95% CI] | €/responder | McNemar<br>test | ICER | n | % responder<br>[95% CI] | €/responder | n | % responder<br>[95% CI] | €/responder | McNemar<br>test | ICER |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Shoulder adduction | 16      | 13% [0–28.7%]           | €128,180.7  | 4   | 100% [–]                | €19,503.11  | 0.250  | €3977.74                | 0.250       | €3977.74        | 16      | 13% [0–58.3%] | €238,030.16             | 4           | 75% [32.6–100%]  | €52,048.31              | 0.250       | €10,851.94      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Elbow flexion      | 31      | 13% [1–24.7%]           | €124,175.07 | 30  | 90% [79.3–100%]         | €21,670.12  | 0.000* | €4,514.48               | 0.000*      | €4,514.48       | 31      | 16% [0–48.4%] | €199,973.37             | 30          | 47% [28.8–64.5%] | €83,649.06              | 0.035*      | €22,210.17      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Elbow extension    | 16      | 50% [25.5–74.5%]        | €32,045.18  | 11  | 91% [73.9–100%]         | €21,453.42  | 1      | €8507.94                | 1           | €8507.94        | 16      | 44% [7–80.5%] | €73,722.90              | 11          | 91% [73.9–100%]  | €42,939.85              | 0.500       | €14,382.08      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Forearm supination | 37      | 5% [0–12.7%]            | €296,417.92 | 16  | 94% [81.9–100%]         | €20,803.32  | 0.000* | €3939.71                | 0.000*      | €3939.71        | 37      | 5% [0–36.7%]  | €596,694.75             | 16          | 69% [46–91.5%]   | €56,779.97              | 0.006*      | €10,707.24      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Wrist extension    | 35      | 14% [2.7–25.9%]         | €112,158.13 | 18  | 94% [83.9–100%]         | €20,650.35  | 0.001* | €4342.03                | 0.001*      | €4342.03        | 35      | 14% [0–45%]   | €225,776.39             | 18          | 72% [51.5–92.9%] | €54,050.16              | 0.039*      | €11,706.71      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Finger extension   | 18      | 11% [0–25.6%]           | €144,203.31 | 11  | 82% [59–100%]           | €23,837.13  | 0.500  | €4922.45                | 0.500       | €4922.45        | 18      | 11% [0–54.7%] | €290,283.93             | 11          | 64% [35.2–92%]   | €61,342.65              | 0.500       | €12,912.76      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |
| MEANS              | 18%     |                         | €139,530.05 | 92% |                         | €21,319.58  |        | €5034.06                |             | €5034.06        | 17%     |               | €274,080.25             | 70%         |                  | €58,468.33              |             | €13,795.15      |      |   |                         |             |   |                         |             |                 |      |  |  |  |      |  |  |  |  |

CI: confidence interval; ICER: incremental cost-effectiveness.

\*The difference in means is significant if value of  $p < 0.05$ .

the DNHS<sup>®</sup> group. Although a direct comparison with other studies cannot be made, the results obtained in our study are similar to the study carried out by Rychlik et al.,<sup>12</sup> who evaluated incobotulinumtoxinA infiltration versus standard treatment (combination of physiotherapy and oral medication). Comparing these data with the present study, the responder rate in terms of shoulder abduction was 100% at 4 weeks and 75% at 8 weeks for DNHS<sup>®</sup> versus 62.9% at 1 year for BTX A; for elbow flexion, it was 90% at 4 weeks and 47% at 8 weeks for DNHS<sup>®</sup> versus 83.8% at 1 year for BTX A; and for wrist extension, it was 94% at 4 weeks and 72% at 8 weeks for DNHS<sup>®</sup> versus 86.2% at 1 year for BTX A. Although the timelines were not comparable, the data are very similar in both studies.

According to our findings, no significant differences were found for the EQ-5D scores between groups, which is similar to the results found by the BoTULS study, performed on the upper extremity of stroke patients,<sup>13</sup> which showed that treatment with BTX-A did not result in any important improvements in stroke-related QOL. Unlike this study, the DNHS treatment group displayed significant improvements in QOL at 4 weeks compared to the baseline values of  $0.422 \pm 0.369$  ( $+0.372$ ,  $p < 0.05$ ).

In terms of costs, the main difference we found in the average total costs (Table 2) was mainly due to the cost of care levels of patients with stroke, which is the greatest burden because of the complexity of the disease. Levels 3 and 4 represent the largest economic burden. The cost per session of physiotherapy treatment is not standardized in Spain and may vary by both autonomous community and centre ( $\pm$ €4.39). Because of this, the assessment of cost of physiotherapy sessions and the materials used was slightly higher than that described by Arias-Buría et al.,<sup>14</sup> who reported an estimated cost per physiotherapy session of €14.32 ( $\pm$ €4.39) versus €10.03 ( $\pm$ €5.9) and a material cost for DN of €0.64 versus €0.35.

The cost per QALY of each group was similar at 4 weeks of treatment, but varied at 8 weeks of treatment, with better results in the control group, due to costs related to levels of care. As observed in Table 1, there was one patient in care level 1 in the DNHS<sup>®</sup> treatment group, but no patients in this care level in the control group. In addition, the distribution by levels may have influenced average costs, despite the lack of significant differences; therefore, a sensitivity analysis was necessary. The cost-utility analysis with the QOL values of the EQ-5D and care level costs were not very promising. According to bootstrap sensitivity analysis, DNHS<sup>®</sup> appeared to be cost-effective in less than 10% of cases. Care levels represent the greatest economic burden, and therefore it was necessary to carry out a sensitivity analysis according to levels of care to determine the cases in which this was cost-effective. Our study revealed that 4 weeks of DNHS<sup>®</sup> treatment for patients in care levels 2 and 3 may have greater odds of being cost-effective than physiotherapy alone, which is in line with the results obtained in

other studies, such as a study using DN to treat subacromial pain syndrome,<sup>14</sup> which reported that inclusion of the DN technique in conventional treatment had a better cost-effectiveness ratio than conventional exercise for 1 year, based on the same QOL questionnaire (EQ-5D-5L).

These results lead us to believe that the use of EQ-5D to evaluate this type of treatment in a stroke population is not ideal. In this case, we consider that the EQ-5D may not be as sensitive to QOL variations in patients whose QOL is rather poor or when the variations in QOL with treatment are limited.<sup>27</sup> The use of the 'responder rate' variable appears to be more appropriate than the EQ-5D to detect improvements with DN treatment in patients with stroke.

Cost-effectiveness with responder rate results was positive in all cases for DNHS<sup>®</sup> and was confirmed with the sensitivity analysis by levels of care. Besides, our findings indicate that 4 weeks of treatment could be more profitable than treatments lasting 8 weeks, considering the cost per responder: the mean difference between cost per responder at 4 weeks was €37,148.75 cheaper than at 8 weeks. Therefore, it would be necessary to analyse whether it is clinically necessary to extend treatment to 8 weeks. It would also be interesting to know how this situation evolves up to 1 year after treatment and be able to compare this with other treatments such as BTX-A in the BoTULS study.<sup>13</sup>

The main limitation of this study concerns the measurement of QOL in patients with stroke. The use of the EQ-5D scale did not allow us to verify the variations in the QOL of these patients; furthermore, this scale does not appear to be very sensitive to these variations of hypertonia. In other cases, certain studies indicate that although the EQ-5D may be very useful for a variety of diseases, in line with other scales measuring QOL (sickness impact profile (SIP), 36-item short form (SF-36) health survey, well-being scale or Nottingham health profile), it may be less sensitive for the examination of specific effects of certain diseases, such as stroke, and for evaluating QOL and the impact of treatments.<sup>28</sup> In addition, we encountered several difficulties when comparing our data with other studies because of differences in the study duration or the measurement times for the gathering of QoL data.

In future studies, a direct comparison between BTX-A and DNHS<sup>®</sup> is necessary, as the effectiveness of DNHS<sup>®</sup> and BTX-A infiltration appears similar in the rate of responders<sup>12</sup> and in QOL according to the EQ-5D.<sup>13</sup> In addition, the comparison of our results with data from the BoTULS study enables us to assume that the utility values with the EQ-5D would be similar. Regarding costs, as reported in the study by Andrés-Nogales et al.,<sup>29</sup> the annual cost of the toxin vials for adult patients with spasticity in the upper extremity can range between €529.87 and €1180.72. Because of this and considering the cost of physiotherapy treatment, it is reasonable to consider that including a specific DN treatment in a standard physiotherapy programme may involve a cost saving compared to BTX-A

infiltration. However, our study did not allow us to confirm the benefits of DN versus BTX-A; therefore, further research is needed to confirm and expand on these findings.

In this study, a cost-effectiveness analysis was conducted using two different effectiveness variables: a PRO as the EQ-5D for QOL and another direct variable (hypertonia measured using the MMAS). The effectiveness data calculated in this study are clearly positive for treatment with DNHS<sup>®</sup> in the upper extremity among patients with sub-acute stroke, according to the rate of responders. However, according to utility values, QOL did not show statistically significant improvements. Similarly, these results were transferred to the economic analysis.

When QOL was assessed with the EQ-5D questionnaire, it only appeared to be favourable in less than 10% of the cases, which is a finding that we attribute to the low sensitivity of this tool in these cases or to the pathology itself. The findings regarding the rate of responders were clearly more positive in the case of the DNHS<sup>®</sup> treatment. The low cost of the DNHS<sup>®</sup> technique and the positive data regarding the rate of responders, based on the MMAS scale, are indicators that DN may be a good alternative for the treatment of the upper extremity in patients with stroke in the sub-acute phase.

#### Declaration of conflicting interests

The authors declared the following potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article: The DNHS<sup>®</sup> technique was registered by Pablo Herrero. The other authors of this work declare that there are no potential conflicts of interest regarding the research, authorship and/or publication of this article.

#### Funding

The authors received no financial support for the research, authorship and/or publication of this article.

#### ORCID iDs

Sandra Calvo  <https://orcid.org/0000-0002-1674-7788>

Pablo Herrero  <https://orcid.org/0000-0002-9201-0120>

#### References

1. Instituto Nacional de Estadística (INE). National Statistics Institute. Spanish Statistical Office. INEbase / Sociedad / Salud / Estadística de defunciones según la causa de muerte / Últimos datos. INE, [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175)
2. Katan M and Luft A. Global burden of stroke. *Semin Neurol* 2018; 38: 208–211.
3. Coupar F, Pollock A, Rowe P, et al. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2012; 26(4): 291–313.
4. Wissel J, Verrier M, Simpson DM, et al. Post-stroke spasticity: predictors of early development and considerations for therapeutic intervention. *PM R* 2015; 7(1): 60–67.

5. Marciniak C. Poststroke hypertonicity: upper limb assessment and treatment. *Top Stroke Rehabil* 2011; 18(3): 179–194.
6. Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, et al. Evaluation of upper-limb spasticity after stroke: a clinical and neurophysiologic study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(3): 410–415.
7. Mendigutia-Gómez A, Martín-Hernández C, Salom-Moreno J, et al. Effect of dry needling on spasticity, shoulder range of motion, and pressure pain sensitivity in patients with stroke: a crossover study. *J Manipulative Physiol Ther* 2016; 39(5): 348–358.
8. DiLorenzo L, Traballasi M, Morelli D, et al. Hemiparetic shoulder pain syndrome treated with deep dry needling during early rehabilitation: a prospective, open-label, randomized investigation. *J Musculoskelet Pain* 2004; 12: 25–34.
9. Brady S, McEvoy J, Dommerholt J, et al. Adverse events following trigger point dry needling: a prospective survey of chartered physiotherapists. *J Man Manip Ther* 2014; 22(3): 134–140.
10. Witt CM, Pach D, Brinkhaus B, et al. Safety of acupuncture: results of a prospective observational study with 229,230 patients and introduction of a medical information and consent form. *Forsch Komplementmed* 2009; 16(2): 91–97.
11. Domingo A, Mayoral O, Monterde S, et al. Neuromuscular damage and repair after dry needling in mice. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013: 260806.
12. Rychlik R, Kreimendahl F, Schnur N, et al. Quality of life and costs of spasticity treatment in German stroke patients. *Health Econ Rev* 2016; 6: 27.
13. Shaw L, Rodgers H, Price C, et al. BoTULS: a multicentre randomised controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost-effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. *Health Technol Assess* 2010; 14(26): 1–113, iii–iv.
14. Arias-Buría JL, Martín-Saborido C, Cleland J, et al. Cost-effectiveness evaluation of the inclusion of dry needling into an exercise program for subacromial pain syndrome: evidence from a randomized clinical trial. *Pain Med* 2018; 19: 2336–2347.
15. Zaldivar JNC, Calvo S, Bravo-Esteban E, et al. Effectiveness of dry needling for upper extremity spasticity, quality of life and function in subacute phase stroke patients. *Acupunct Med* 2021; 39: 299–308.
16. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 11: CD010820.
17. Gallego PH, Carrión SC and Lucas MO. Dry Needling for Hypertonia and Spasticity (DNHS®). In: *Advanced techniques in musculoskeletal medicine & physiotherapy: using minimally invasive therapies in practice*, <https://www.elsevier.com/books/advanced-techniques-in-musculoskeletal-medicine-and-physiotherapy/valera-garido/978-0-7020-6234-6>
18. Devlin NJ, Shah KK, Feng Y, et al. Valuing health-related quality of life: an EQ-5D-5L value set for England. *Health Econ* 2018; 27(1): 7–22.
19. van Exel NJA, Scholte op Reimer WJM and Koopmanschap MA. Assessment of post-stroke quality of life in cost-effectiveness studies: the usefulness of the Barthel Index and the EuroQoL-5D. *Qual Life Res* 2004; 13(2): 427–433.
20. York Health Economics Consortium (YHEC). Quality-adjusted life year (QALY), <https://yhec.co.uk/glossary/quality-adjusted-life-year-qaly/>
21. The EuroQol Group. EuroQol – a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 1990; 16(3): 199–208.
22. Ansari NN, Naghdi S, Mashayekhi M, et al. Intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale (MMAS) in the assessment of upper-limb muscle spasticity. *NeuroRehabilitation* 2012; 31(2): 215–222.
23. Kaya T, Karatepe AG, Gunaydin R, et al. Inter-rater reliability of the Modified Ashworth Scale and Modified Ashworth Scale in assessing poststroke elbow flexor spasticity. *Int J Rehabil Res* 2011; 34(1): 59–64.
24. Ansari NN, Naghdi S, Hasson S, et al. Inter-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale as a clinical tool in measurements of post-stroke elbow flexor spasticity. *NeuroRehabilitation* 2009; 24(3): 225–229.
25. O'Brien BJ and Briggs AH. Analysis of uncertainty in health care cost-effectiveness studies: an introduction to statistical issues and methods. *Stat Methods Med Res* 2002; 11(6): 455–468.
26. Vallejo-Torres L, García-Lorenzo B and Serrano-Aguilar P. Estimating a cost-effectiveness threshold for the Spanish NHS. *Health Econ* 2018; 27(4): 746–761.
27. Walters SJ and Brazier JE. Comparison of the minimally important difference for two health state utility measures: EQ-5D and SF-6D. *Qual Life Res* 2005; 14(6): 1523–1532.
28. Carod-Artal FJ. Specific scales for rating quality of life after stroke. *Rev Neurol* 2004; 39: 1052–1062.
29. Andrés-Nogales F, de Morell A, Aracil J, et al. Análisis de costes del uso de toxina botulínica A en España. *Farm Hosp* 2014; 38: 193–201.



## Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad

### Autores:

- Daniel Fernández Sanchis 1,
- María Pilar López-Royo 1,
- Carolina Jiménez Sánchez 1,
- Pablo Herrero 2,3
- Manuel Gómez Barrera 1,
- Sandra Calvo 2,3

1 Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge, Autovía A-23 Zaragoza-Huesca Km.299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain;

2 IIS Aragón, Universidad de Zaragoza, Avda. San Juan Bosco, 13, 50009 Zaragoza, Spain;

3 Departamento de Fisioterapia y Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza, C/Domingo Miral s/n., 50009 Zaragoza, Spain

Publicado en: Fernández Sanchis D, López-Royo MP, Jiménez-Sánchez C, Herrero P, Gómez Barrera M, Calvo S. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a secondary cost-effectiveness analysis. *Acupuncture in Medicine*. 2022 1-

8 DOI: 10.1177/09645284221085283

# A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a secondary cost-effectiveness analysis

Acupuncture in Medicine  
1–8  
DOI: 10.1177/09645284221085283  
© The Author(s) 2022  
Article reuse guidelines:  
sagepub.com/journals-permissions  
journals.sagepub.com/home/aim  
SAGE

Daniel Fernández Sanchis<sup>1</sup> , María Pilar López-Royo<sup>1</sup>,  
Carolina Jiménez-Sánchez<sup>1</sup> , Pablo Herrero<sup>2</sup> ,  
Manuel Gómez-Barrera<sup>1</sup> and Sandra Calvo<sup>2</sup>  [AQ: 1]

## Abstract

**Objective:** To compare the cost-effectiveness of three patellar tendinopathy treatments.

**Design:** Secondary (cost-effectiveness) analysis of a blinded, randomised controlled trial, with follow-up at 10 and 22 weeks.

**Settings:** Recruitment was performed in sport clubs. The diagnosis and the intervention were carried out at San Jorge University.

**Participants:** The participants were adults between 18 and 45 years ( $n = 48$ ) with patellar tendinopathy.

**Interventions:** Participants received percutaneous needle electrolysis, dry needling or sham needling, all of which were combined with eccentric exercise.

**Main outcome measures:** Costs, quality-adjusted life years and incremental cost-effectiveness ratio were calculated for each group.

**Results:** The total cost per session was similar in the three groups: €9.46 for the percutaneous needle electrolysis group; €9.44 for the dry needling group; and €8.96 for the sham group. The percutaneous needle electrolysis group presented better cost-effectiveness in terms of quality-adjusted life years and 96% and 93% probability of being cost-effective compared to the sham and dry needling groups, respectively.

**Conclusion:** Our study shows that percutaneous needle electrolysis has a greater probability of being cost-effective than sham or dry needling treatment.

## Keywords

cost and cost-analysis, dry needling, electrolysis, patellar ligament, quality of life

Accepted: 14 February 2022

## Introduction

Patellar tendinopathy (PT) is a pathology that affects the patellar tendon and produces decreased functionality and increased pain in the anterior part of the knee associated with tenderness to palpation in the lower pole of the patella.<sup>1</sup>

This condition sometimes presents changes in the tendon tissue, such as increased tendon thickness, neovascularisation, and increased cellularity with incompletely healed tendon micro-ruptures and altered collagen distribution.<sup>2–6</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Health Sciences, Universidad San Jorge, Villanueva de Gállego, Spain

<sup>2</sup>Department of Physiatry and Nursing, Faculty of Health Sciences, IIS Aragon, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain

### Corresponding author:

Pablo Herrero, Department of Physiatry and Nursing, Faculty of Health Sciences, IIS Aragon, University of Zaragoza, C/ Domingo Miral s/n CP, 50009 Zaragoza, Spain.  
Email: pherrero@unizar.es

In the general population, the prevalence of PT is 14%; it affects 8.5% of amateur athletes<sup>7</sup> and an even greater proportion of professional athletes. Tendinopathies are an area of great interest, since it is estimated that 45% of professional volleyball athletes and 32% of basketball athletes have PT.<sup>8–10</sup>

Nowadays, the available evidence about which type of exercise is the most indicated for the treatment of PT is inconclusive, but it is known that exercises and control/administration of loads are fundamental for the treatment.<sup>11</sup> Over the years, eccentric exercise (EE) has been postulated as one of the most beneficial interventions for the prevention and treatment of PT,<sup>12–16</sup> although new training protocols (such as those using high resistance at low speed) seem to give very good results.<sup>17</sup> In physiotherapy, minimally invasive treatments, such as percutaneous needle electrolysis (PNE) and dry needling (DN), are being increasingly used based on research showing them to be effective for the treatment of tendinous injuries,<sup>18,19</sup> although recent studies have shown that adding minimally invasive techniques does not provide any additional benefit over only performing an EE programme.<sup>19</sup>

In addition, there are few studies on the cost-effectiveness of minimally invasive therapies.<sup>20–22</sup> One of them compared the cost-effectiveness of two different minimally invasive treatments for plantar heel pain provoked by myofascial trigger points and concluded that PNE had a better cost-effectiveness ratio than DN. Another study, performed in patients with lateral elbow tendinopathy, compared the cost-effectiveness of PNE with other surgical treatments and concluded that treatment with PNE combined with EE and stretching constitutes a treatment with a very acceptable cost-effectiveness ratio.<sup>20</sup> However, to our knowledge, there are no studies comparing the cost-effectiveness of different minimally invasive treatments in the case of tendinopathies. Therefore, the aim of this study was to evaluate the cost-effectiveness of an EE programme when performed alone or combined with DN and PNE, assessed in terms of quality-adjusted life years (QALYs).

## Methods

### Study design

A randomised controlled trial (RCT) was carried out between March 2018 and March 2020 to compare the effectiveness of three different physiotherapy protocols applied in three intervention groups of patients with PT: PNE, DN and sham needling.<sup>19</sup> Randomisation was performed as a 1:1:1 block stratification. This study followed the standards of the Declaration of Helsinki for good clinical practice and was prospectively registered at ClinicalTrials.gov on 15 July 2015 (NCT02498795). The Aragon Ethics Committee evaluated and authorised the

project (reference no. PI15/0017). This cost-effectiveness study is a secondary analysis of this RCT.<sup>19</sup>

### Participants

Patient recruitment was carried out by means of informative campaigns targeted at different sports clubs and federations.

### Inclusion criteria

In order to be included, in the study, participants had to: (1) have had anterior knee pain located on the inferior pole of the patella for at least 3 months while practicing sports; (2) be aged between 18 and 45 years old; (3) practice any kind of sports at least three times a week; and (4) score < 80 on the Victorian Institute of Sport Assessment-Patellar questionnaire (VISA-p).<sup>19,23</sup>

### Exclusion criteria

The exclusion criteria for the study were as follows: (1) knee surgery within the previous 6 months; (2) chronic joint diseases; (3) injection of corticosteroids in the patellar tendon in the last 3 months; (4) contraindications to needling; (5) use of medication 48 h before (e.g. non-steroidal anti-inflammatory drugs); and (6) any other concomitant treatment for PT.

### Intervention conditions

First, patients received information on the study procedure and the interventions to be performed and signed the informed consent. All of them were randomised to the corresponding groups.

The therapists in charge of assessments (MPL) and data analysis (DF) were blinded as well as the patients. An interview was conducted at the end of the study by email to verify blinding of the patients. In the first session, patients were asked to fill in their baseline data and sociodemographic variables through an interview. In addition, they completed a quality of life (QoL) questionnaire (SF-36) and received an explanation of the EE programme that they should perform at home daily. This programme consisted of three sets of 15 repetitions of single-leg squats on a decline board twice a day, and speed was increased if the participants were pain free.<sup>24</sup> The resting time between each set was decided by each participant according to their needs. It was indicated that exercise could achieve five points on a numerical pain rating scale<sup>25,26</sup> and, if it was higher, the exercise should be stopped and the investigator, before trying again 24 h later, following the same rules.

For all the interventions, the participants were placed in a supine position with a pillow below the knee (approximately 20° of knee flexion). The area was cleaned before the intervention with an antiseptic solution (70% propan-2-ol,

Skin-Des). All interventions (PNE, DN and sham needling) were combined with EE. Each participant received four treatment sessions, once every 2 weeks over 8 weeks.

**DN and PNE interventions.** The DN intervention consisted of three needle insertions lasting 3 s each, following the recommendations of clinical practice published by other authors in recent studies.<sup>27,28</sup> The needles used were 0.25 mm × 25 mm (APS, Agupunt, Barcelona, Spain) and were inserted until they reached the target area in the patellar tendon (1.5–2.0 cm) at an angle of 45 degrees.<sup>19</sup> The procedure was ultrasound (US)-guided to ensure the specificity of application to the injured area and to guarantee that the procedure was safe for the patient. The PNE intervention was exactly the same as the DN, except for the addition of a galvanic current (EPI®, Cesmar Electro-medicina, Barcelona, Spain) with an intensity of 3 mA (and voltage 16–18 V) during the 3 s that the procedure lasted.

**Sham needling.** A sham needle was placed over the treatment area, simulating the same procedure as in the other two groups. The physiotherapist performing the interventions placed high importance on the entire intervention experience, as cognitive influences that extend beyond mimicking of tactile sensations are recommended to create a believable simulation.

### Costs

The economic evaluation was conducted from the perspective of a hospital, clinic or health centre. Direct health care costs such as the needling material (sterile gauze, antiseptic solution, US gel, needles),<sup>29,30</sup> the US and PNE device<sup>31</sup> and the staff (physiotherapist)<sup>21</sup> were calculated. The cost of both US and PNE devices was assessed considering the average cost of the equipment (5 or 10 years of amortisation of the equipment cost), the average number of uses per year, and the cost of maintenance, following the guidelines of the Spanish Society of Ultrasound (SEUS) in the case of the US and the approximate cost of the equipment according to market distributor prices.<sup>32</sup>

The cost of the physiotherapist was estimated by calculating the average cost of a physiotherapy session according to the staff costs in four representative regions of Spain (Aragón,<sup>33</sup> Castilla y León,<sup>34</sup> Madrid<sup>35</sup> and Basque Country).<sup>36</sup>

### Outcomes

QoL was measured with the SF-36 questionnaire, which covers the following eight dimensions: physical function, physical role, body pain, general health, vitality, social function, emotional role and mental health. The scores of the eight dimensions of the SF-36 are arranged in such a

way that the higher the value registered, the better the corresponding health status. The SF-36 is a useful scale for evaluating the burden of very diverse diseases, detecting the health benefits produced by a wide range of different treatments and assessing the health status of patients.<sup>37</sup> SF-36 values were transformed to QoL values using SF-6D scores,<sup>38</sup> then QALYs were estimated for each subject using area under the curve analysis. QALY is a measure of health status, which considers both quantity and quality of life. To perform the economic analysis based on the QALYs, three comparisons were made: PNE versus DN versus sham.

### Statistical analysis

To analyse the uncertainty of QALY, the probabilistic bootstrapping method was applied. To summarise uncertainty, this study analysed the proportion of bootstrap replications that are below and to the right of the cost-effectiveness threshold line. Then, the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) was represented in relation to possible values of the cost-effectiveness threshold in the acceptability curve.<sup>39</sup> The ICER represents the economic value of the intervention, compared with its alternative.<sup>40</sup>

## Results

A total of 48 patients, aged  $32.5 \pm 7.14$  years (mean  $\pm$  SD), were included in the final economic analysis (Table 1).

### Costs

The calculations used in this study to determine the costs of treatments are displayed in Table 2.

Regarding the PNE group, there was an additional cost due to the equipment. The cost of the physiotherapist remained the same in the three groups and varied according to the costs analysed for each region, between €4.10 in Castilla y León and €19.00 in Madrid. Total direct costs, compared to the sham treatment, were €2.46 more expensive with PNE and €2.39 with DN.

### Quality-adjusted life years

The mean change in QALY during the study corresponded to +0.038 for PNE, +0.013 for DN and +0.016 for the sham intervention.

A bootstrap technique was used to calculate the probability of each alternative being cost-effective (Table 3). [AQ: 2]

The results were promising in the case of PNE, since it presented a 93% probability of being cost-effective against DN (24% dominant) at 22 weeks (Figure 1).

PNE was also favourable when compared with the sham needling treatment, with 96.0% probability of being cost-effective against sham, but not dominant, mainly due to the difference in price (Figure 2).

**Table 1.** Baseline characteristics of participants.

|                               | PNE (n = 16) | DN (n = 16)  | Sham (n = 16) | p value |
|-------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------|
| Gender (male)                 | 14 (88%)     | 13 (81%)     | 15 (94%)      | 0.565   |
| Age (years)                   | 31.1 (7.33)  | 33.2 (7.97)  | 32.7 (6.1)    | 0.684   |
| Height (m)                    | 1.77 ± 0.107 | 1.76 ± 0.092 | 1.78 ± 0.059  | 0.823   |
| Weight (kg)                   | 80.6 ± 17.39 | 74.5 ± 11.62 | 78.6 ± 9.77   | 0.427   |
| Duration of symptoms (months) | 16.9 ± 10.3  | 19 ± 28.4    | 18.4 ± 16.3   | 0.952   |

PNE: percutaneous needle electrolysis; DN: dry needling.  
Values are expressed as mean ± SD or number of patients (%).

**Table 2.** Costs.

|                                  |                  | PNE (n = 16) | DN (n = 16)  | Sham (n = 16) |
|----------------------------------|------------------|--------------|--------------|---------------|
| Sanitary consumables (session) € | Latex gloves     | 0.09         | 0.09         | 0.09          |
|                                  | Needles          | 0.08         | 0.08         | 0.08          |
|                                  | Disinfectant     | 0.54         | 0.54         | 0.54          |
|                                  | Sterile US gel   | 0.04         | 0.04         | 0.04          |
|                                  | Sterile US cover | 0.14         | 0.14         | 0.14          |
|                                  |                  | 0.89         | 0.89         | 0.89          |
| US equipment (session) €         |                  | 0.05 ± 0.02  | 0.05 ± 0.02  | 0.05 ± 0.02   |
| PNE equipment €                  |                  | 0.02 ± 0.01  | —            | —             |
| Physiotherapist mean (session) € |                  | 8.45 ± 6.12  | 8.45 ± 6.12  | 8.45 ± 6.12   |
| Average total cost per session € |                  | 9.46 ± 0.8   | 9.44 ± 0.07  | 8.96 ± 0.42   |
| Total (4 sessions) €             |                  | 37.85 ± 0.30 | 37.78 ± 0.29 | 35.85 ± 1.70  |

PNE: percutaneous needle electrolysis; DN: dry needling; US: ultrasound.

The threshold that is used to evaluate the implantation of a therapeutic alternative is usually €25,000;<sup>41</sup> however, in our study, PNE was cost-effective against DN and sham in values much lower than this threshold (Figure 3).

## Discussion

We aimed to analyse the cost-effectiveness of three different treatments for PT. Cost-effectiveness studies are the best tool when using a good efficacy marker, such as the patient's QoL, if they evaluate all the costs involved. In our study, our patients' baseline characteristics were homogeneous and their compliance with home exercise (single-leg eccentric squat) was excellent for all groups, with all participants completing their sets of exercises, allowing us to assess the variation that is exclusively due to treatment. The SF-36 questionnaire is, in our opinion, the best tool, despite having a wide variety of questionnaires such as the EQ-5D, as it gives greater sensitivity for this type of ailment that is not related to relatively serious states of health.<sup>38</sup> [AQ: 3]

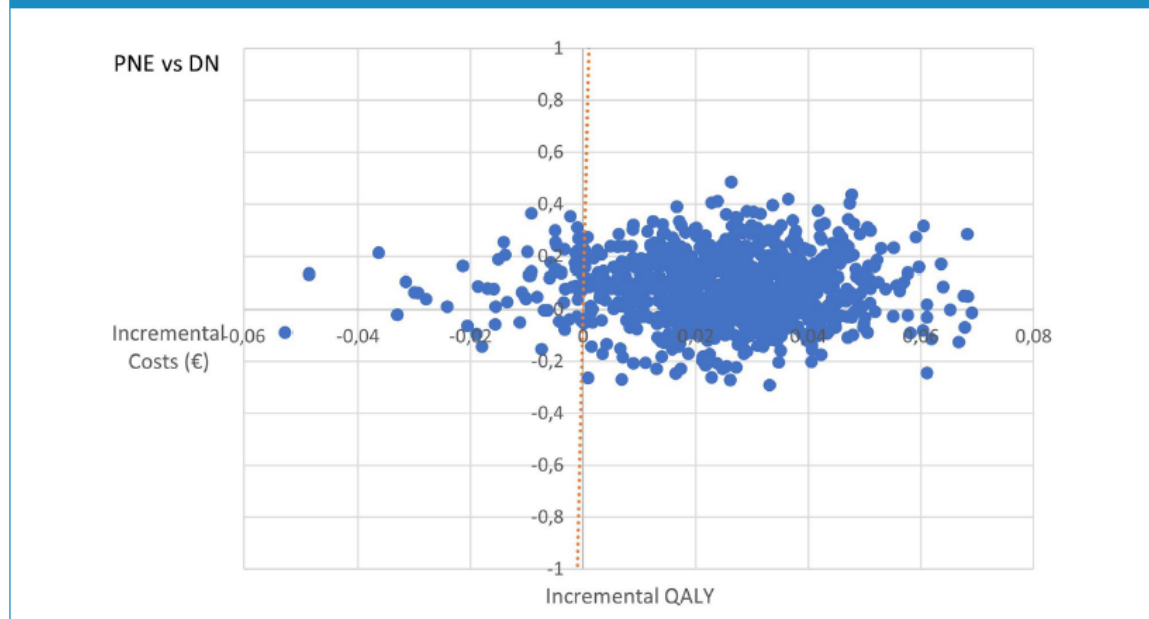
The analysis shows that there was a certain gain of QALYs in the groups, with greater importance in PNE.

Regarding costs, equipment and staff were considered for the cost-effectiveness analysis as they are the ones that most influence the costs of a clinic or a health centre. Equipment presented many difficulties for the analysis due to the great variety of prices of US equipment (from €3000 to €60,000) and maintenance, and PNE equipment (from €1000 to €3000). Despite this, our results showed that there was no major difference in material costs between groups. In the case of staff costs, the time spent by the physiotherapist does not have a stipulated fixed price and it was necessary to determine the variability of costs according to different regions. [AQ: 4] Our costs were cheaper than in the study published by Minaya et al., who determined a cost per session of €60 for the treatment of chronic lateral epicondylalgia with PNE.<sup>20</sup> In the case of our study, we assessed that the cost for the health centre would be €9.46 ± 0.8 based on publicly published costs. The lack of information on the description of its costs prevented us

**Table 3.** Cost-effectiveness results per treatment group.

|                           |                  | PNE           | DN            | Difference<br>PNE versus<br>DN | Sham          | Difference<br>PNE versus<br>sham | Difference<br>DN versus<br>sham |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------|--------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Deterministic<br>analysis | Costs (€)        | 37.85 ± 0.30  | 37.78 ± 0.29  | +0.076                         | 35.85 ± 1.70  | +2.004                           | +1.928                          |
|                           | QALY             | 0.038 ± 0.043 | 0.013 ± 0.052 | +0.025                         | 0.016 ± 0.025 | +0.022                           | -0.003                          |
|                           | ICER (€/QALY)    |               |               | 3.04                           |               | 89.34                            | -757.41                         |
| Probabilistic<br>analysis | Costs (€)        | 37.85 ± 0.07  | 37.78 ± 0.10  | +0.074                         | 35.89 ± 0.86  | +1.956                           | +1.877                          |
|                           | QALY             | 0.038 ± 0.011 | 0.013 ± 0.013 | +0.025                         | 0.015 ± 0.006 | +0.022                           | -0.003                          |
|                           | ICER (€/QALY)    |               |               | 2.88                           |               | 91.71                            | -167.53                         |
|                           | % Cost-effective |               |               | 93.0%                          |               | 96.0%                            | 30.8%                           |

PNE: percutaneous needle electrolysis; DN: dry needling; ICER: incremental cost-effectiveness ratio; QALY: quality-adjusted life year.

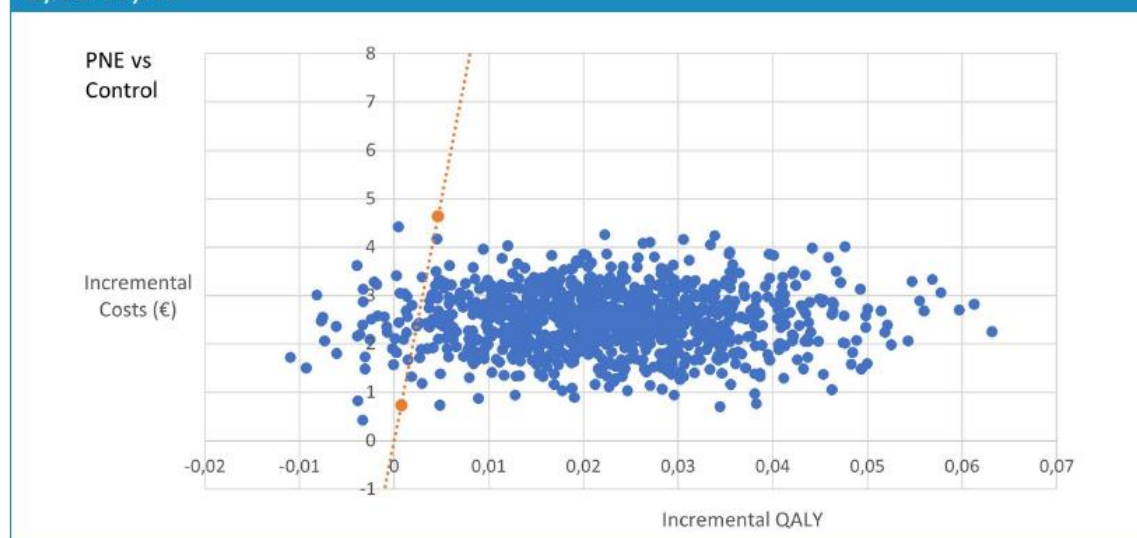
**Figure 1.** Incremental cost-effectiveness plane for percutaneous needle electrolysis (PNE) versus dry needling (DN). QALY: quality-adjusted life year.

from making more comparisons. Another cost-effectiveness study by Arias-Buría et al.<sup>42</sup> assessed the inclusion of DN in an exercise programme for subacromial pain syndrome; however, we did not consider the cost section to be very plausible considering that there was a difference of more than €10,000 in the control group due to absenteeism and that data comparisons were not possible.

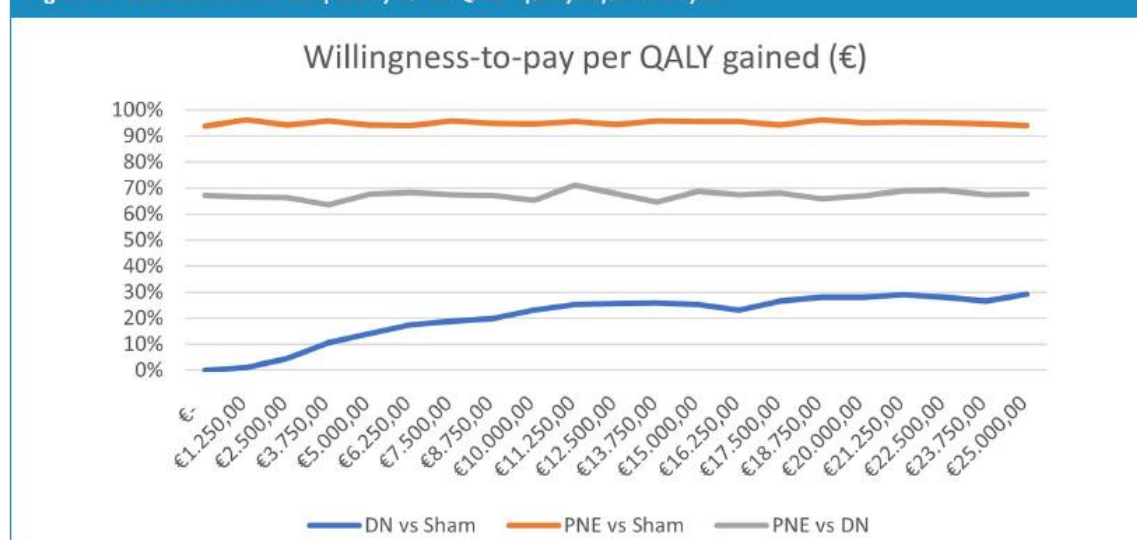
The cost-effectiveness analysis performed after bootstrapping revealed that the PNE group had a clear advantage over the DN and sham groups at 22 weeks. To our

knowledge, there are no other publications that have analysed the cost-effectiveness of these techniques in patients with PT. However, other studies showed similar results in the comparison of PNE versus DN in the treatment of plantar heel pain,<sup>21</sup> with PNE having an 83% probability of being cost-effective against DN, similar to our study that showed a probability of 93%. In the case of the comparison of DN versus sham needling, we observed that the results were not in favour of DN as suggested by Arias-Buría et al.,<sup>42</sup> who found DN to be dominant over control in

**Figure 2.** Incremental cost-effectiveness plane for percutaneous needle electrolysis (PNE) versus sham needling. QALY: quality-adjusted life year.



**Figure 3.** Cost-effectiveness acceptability curve. QALY: quality-adjusted life year.



subacromial pain syndrome. The differences in results between our studies may be due to differences in ailments or the type of analysis performed.

On one hand, our study has some limitations and, therefore, the results should be interpreted with caution. The primary study had a relatively small sample size, which impedes generalisation of the results or the performance of sub-analysis by sport or gender, among others. Moreover, there is a lack of studies with which to compare our results.

On the other hand, the study has also strengths, such as being the first (to our knowledge) to follow a strict methodology in the cost-effectiveness analysis of PNE and DN.



### Conclusion

The comparative cost-effectiveness analysis translated into a 93% probability that PNE was cost-effective compared to DN and 96.0% compared to sham needling. Further studies

are necessary to verify the possible benefits of the DN technique for PT.

### Declaration of conflicting interests

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

### Funding

The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

### ORCID iDs

Daniel Fernández Sanchis  <https://orcid.org/0000-0002-9846-5468>

Carolina Jiménez-Sánchez  <https://orcid.org/0000-0003-2889-2226>

Pablo Herrero  <https://orcid.org/0000-0002-9201-0120>

Sandra Calvo  <https://orcid.org/0000-0002-1674-7788>

### References

- Christian RA, Rossy WH and Sherman OH. Patellar tendinopathy – recent developments toward treatment. *Bull Hosp Jt Dis* 2014; 72(3): 217–224.
- Knobloch K. The role of tendon microcirculation in Achilles and patellar tendinopathy. *J Orthop Surg Res* 2008; 3: 18.
- Maffulli N, Wong J and Almekinders LC. Types and epidemiology of tendinopathy. *Clin Sports Med* 2003; 22(4): 675–692.
- Alfredson H and Ohberg L. Neovascularisation in chronic painful patellar tendinosis – promising results after sclerosing neovessels outside the tendon challenge the need for surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13(2): 74–80.
- Fu SC, Wang W, Pau HM, et al. Increased expression of transforming growth factor-beta1 in patellar tendinosis. *Clin Orthop Relat Res* 2002(400): 174–183.
- Ohberg L, Lorentzen R and Alfredson H. Neovascularisation in Achilles tendons with painful tendinosis but not in normal tendons: an ultrasonographic investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9(4): 233–238.
- Zwerver J, Bredeweg SW and van den Akker-Scheek I. Prevalence of Jumper's knee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey. *Am J Sports Med* 2011; 39(9): 1984–1988.
- Benítez-Martínez JC, Martínez-Ramírez P, Valera-Garrido F, et al. Assessment of patellar tendinopathy in professional basketball players using algometry. *Rev Fisioter Invasiva* 2019; 2: 2–8.
- Lian OB, Engebretsen L and Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports – a cross-sectional study. *Am J Sports Med* 2005; 33(4): 561–567.
- Hagglund M, Zwerver J and Ekstrand J. Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *Am J Sports Med* 2011; 39(9): 1906–1911.
- Lopes AD, Hespanhol Junior LC, Kamper SJ, et al. Exercise for patellar tendinopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018; 7: CD013078.
- Figueroa D, Figueroa F and Calvo R. Patellar tendinopathy: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24(12): e184–e192.
- Young MA, Cook JL, Purdam CR, et al. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med* 2005; 39(2): 102–105.
- Bahr R, Fossan B, Loken S, et al. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (jumper's knee) – a randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(8): 1689–1698.
- Larsson MEH, Kall I and Nilsson-Helander K. Treatment of patellar tendinopathy – a systematic review of randomized controlled trials. *Review Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Aug* 2012; 20(8): 1632–1646.
- Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodriguez D, et al. Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *J Strength Cond Res* 2016; 30(7): 1834–1842.
- Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 19(6): 790–802.
- James SLJ, Ali K, Pocock C, et al. Ultrasound guided dry needling and autologous blood injection for patellar tendinosis. *Br J Sports Med* 2007; 41(8): 518–521; discussion 522.
- López-Royo MP, Ríos-Díaz J, Galán-Díaz RM, et al. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102(5): 967–975.
- Minaya Muñoz F, Valera Garrido F, Sánchez Ibáñez JM, et al. Estudio de coste-efectividad de la electrólisis percutánea intratendinaria (EPI®) en las epicondralgias. *Fisioterapia* 2012; 34(5): 208–215.
- Fernández D, Al-Boloushi Z, Bellosta-López P, et al. Cost-effectiveness of two dry needling interventions for plantar heel pain: a secondary analysis of an RCT. *Int J Environ Res Pub Heal* 2021; 18(4): 1777.
- Fernández Sanchis D, Cuenca Zaldivar JN, Calvo S, et al. Cost-effectiveness of dry needling in the upper extremity rehabilitation of patients with stroke. *Acupunct Med* 2022; 40: 160–168.
- Abat F, Sánchez-Sánchez JL, Martín-Nogueras AM, et al. Randomized controlled trial comparing the effectiveness of the ultrasound-guided galvanic electrolysis technique (USGET) versus conventional electrophysiotherapeutic treatment on patellar tendinopathy. *J Exp Orthop* 2016; 3(1): 34.
- Purdam CR, Jonsson P, Alfredson H, et al. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2004; 38(4): 395–397.
- Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, et al. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med* 1998; 26(3): 360–366.
- Silbernagel KG, Thomee R, Eriksson BI, et al. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study. *Am J Sports Med* 2007; 35(6): 897–906.
- Carvajal-Fernández Ó, Álvarez-Prats D, Medina-Mirapeix F and Minaya-Muñoz F. Effects of percutaneous needle electrolysis of the patellar tendon on local and contralateral temperature, measured with infrared thermography. *J Invasive Tech Phys Ther* 2016; 1(1): 18–25.
- de la Cruz Torres B, Albornoz Cabello M, García Bermejo P, et al. Autonomic responses to ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis of the patellar tendon in healthy male footballers. *Acupunct Med* 2016; 34(4): 275–279.
- Data from: Base de datos del medicamento. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (CGCOF), 2019, [www.botplusweb.portalfarma.com](http://www.botplusweb.portalfarma.com) [AQ: 5]
- Agupunt P. AGUPUNT APS®, <https://agupunt.com/>
- Invasive Physiotherapy Equipment 'APS e4' from Physiotherapy and Rehabilitation PRIM [AQ: 6]
- PACot SEUS, Ángel MS, Luis dCRGJ, et al. Documento SEUS 1-2012 LOS COSTES DE LA ECOGRAFÍA. LOS COSTES DE LA ECOGRAFÍA. Documento SEUS – SERAM. Spanish Society of Ultrasound (SEUS), 2012, <https://www.seram.es/images/site/seus-sociedad-esp%C3%B1ola-de-ultrasonidos.original.pdf>

33. BOA ORDEN SAN/1221/2017. de 21 de julio, por la que se establecen los precios y tarifas máximas aplicables en la prestación de servicios sanitarios con medios ajenos al Sistema de Salud de Aragón 2017; 74.
34. RESOLUCIÓN de 21 de noviembre de 2011, del Presidente de la Gerencia Regional de Salud, por la que se fijan las tarifas máximas y los porcentajes de revisión de las condiciones económicas aplicables en el año 2011, a la prestación de Servicios de Asistencia Sanitaria concertada en el ámbito de la Gerencia Regional de Salud, 2011, <https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/resumen-bocyl-legislacion-sanitaria/resolucion-21-noviembre-2011-presidente-gerencia-regional-1files/797/resolucion-21-noviembre-2011-presidente-gerencia-regional-1.html> (accessed 11 May 2020).
35. BOCM-20170821-1 ORDEN 727/2017, de 7 de agosto, del Consejero de Sanidad, por la que se fijan los precios públicos por la prestación de los servicios y actividades de naturaleza sanitaria de la red de centros de la Comunidad de Madrid, 2017, [https://www.bocm.es/boletin/CM\\_Orden\\_BOCM/2017/08/21/BOCM-20170821-1.PDF](https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2017/08/21/BOCM-20170821-1.PDF) (accessed 11 May 2020).
36. TARIFAS PARA FACTURACIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS Y DOCENTES DE OSAKIDETZA PARA EL AÑO 2019. OSAKIDETZA, [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk\\_servic\\_para\\_empresas/es\\_def/adjuntos/tarifas\\_2019.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk_servic_para_empresas/es_def/adjuntos/tarifas_2019.pdf) (accessed 11 May 2020).
37. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, et al. The Spanish version of the Short Form 36 Health Survey: a decade of experience and new developments. *Gac Sanit* 2005; 19(2): 135–150.
38. AnPan JM. *Utilidades SF-6D para España*. Guía de uso 2012/8. Sevilla: Cátedra de Economía de la Salud Universidad Pablo de Olavide Consejería de Salud de la Junta de Andalucía, 2012.
39. O'Brien BJ and Briggs AH. Analysis of uncertainty in health care cost-effectiveness studies: an introduction to statistical issues and methods. *Stat Methods Med Res* 2002; 11(6): 455–468.
40. Consortium YHE. Incremental cost-effectiveness ratio (ICER), <https://yhec.co.uk/glossary/incremental-cost-effectiveness-ratio-icer/>
41. Vallejo-Torres L, García-Lorenzo B and Serrano-Aguilar P. Estimating a cost-effectiveness threshold for the Spanish NHS. *Health Econ* 2018; 27(4): 746–761.
42. Arias-Buría JL, Martín-Saborido C, Cleland J, et al. Cost-effectiveness evaluation of the inclusion of dry needling into an exercise program for subacromial pain syndrome: evidence from a randomized clinical trial. *Pain Med* 2018; 19(12): 2336–2347.



## Coste-efectividad de punción seca en extremidades superiores en ictus en fase crónica

### Autores:

- Daniel Fernández Sanchis 1,
- Natalia Brandín de la Cruz 1,
- Carolina Jiménez Sánchez 1,
- Marina Gil-Calvo 2,3
- Pablo Herrero 2,3
- Sandra Calvo 2,3

1 Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge, Autovía A-23 Zaragoza-Huesca Km.299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain;

2 IIS Aragón, Universidad de Zaragoza, Avda. San Juan Bosco, 13, 50009 Zaragoza, Spain;

3 Departamento de Fisioterapia y Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza, C/Domingo Miral s/n., 50009 Zaragoza, Spain

Publicado en: Fernández-Sanchis D, Brandín-de la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Gil-Calvo M, Herrero P, Calvo S. Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke. *Healthcare*. 2022; 10(1):160. <https://doi.org/10.3390/healthcare10010160>

## Article

# Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke

Daniel Fernández-Sanchis <sup>1</sup>, Natalia Brandín-de la Cruz <sup>1</sup>, Carolina Jiménez-Sánchez <sup>1</sup> , Marina Gil-Calvo <sup>2,3</sup> , Pablo Herrero <sup>2,3,\*</sup>  and Sandra Calvo <sup>2,3</sup> 

<sup>1</sup> Faculty of Health Sciences, Universidad San Jorge, Autovía A-23 Zaragoza-Huesca Km.299, Villanueva de Gállego, 50830 Zaragoza, Spain; efernandez@usj.es (D.F.-S.); nbrandin@usj.es (N.B.-d.l.C.); cjimenez@usj.es (C.J.-S.)

<sup>2</sup> IIS Aragón, University of Zaragoza, Avda. San Juan Bosco, 13, 50009 Zaragoza, Spain; magilcal@unizar.es (M.G.-C.); sandracalvo@unizar.es (S.C.)

<sup>3</sup> Department of Physiatry and Nursing, Faculty of Health Sciences, University of Zaragoza, C/Domingo Miral s/n., 50009 Zaragoza, Spain

\* Correspondence: pherrero@unizar.es



**Citation:** Fernández-Sanchis, D.; Brandín-de la Cruz, N.; Jiménez-Sánchez, C.; Gil-Calvo, M.; Herrero, P.; Calvo, S. Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke. *Healthcare* **2022**, *10*, 160. <https://doi.org/10.3390/healthcare10010160>

Academic Editors: Grigorios Nasios, Lambros Messinis, Efthimios Dardiotis and Markos Sgantzou

Received: 13 December 2021

Accepted: 12 January 2022

Published: 14 January 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Introduction: Dry needling is a non-pharmacological approach that has proven to be effective in different neurological conditions. Objective: The aim of this study was to evaluate the cost-effectiveness of a single dry needling session in patients with chronic stroke. Methods: A cost-effectiveness analysis was performed based on a randomized controlled clinical trial. The results obtained from the values of the EuroQol-5D questionnaire and the Modified Modified Ashworth Scale were processed in order to obtain the percentage of treatment responders and the quality-adjusted life years (QALYs) for each alternative. The cost analysis was that of the hospital, clinic, or health center, including the equipment and physiotherapist. The cost per respondent and the incremental cost-effectiveness ratio of each alternative were assessed. Results: Twenty-three patients with stroke were selected. The cost of DN treatment was EUR 14.96, and the data analysis showed a favorable cost-effectiveness ratio of both EUR/QALY and EUR/responder for IG, although the sensitivity analysis using limit values did not confirm the dominance (higher effectiveness with less cost) of the dry needling over the sham dry needling. Conclusions: Dry needling is an affordable alternative with good results in the cost-effectiveness analysis—both immediately, and after two weeks of treatment—compared to sham dry needling in persons with chronic stroke.

**Keywords:** cost-utility; stroke; upper extremity; EQ-5D

## 1. Introduction

Stroke is a major contributor to disability worldwide, and the second leading cause of death in Spain [1,2], generating a great impact on patients' quality of life (QOL) due to the functional limitations that it entails [3]. According to the Global Burden of Disease Study (GBD), the socioeconomic burden of stroke has increased over time, although there has been a decrease in its prevalence [2]. Stroke imposes a high burden in terms of direct and indirect costs: on the one hand, indirect costs because of lost productivity due to patients' long-term disability, restricted social functioning, and premature death, leading to a detriment to the patients' quality of life; on the other hand, direct costs of care resulting from costs of health professionals, hospital services, medications, etc. [4].

Upper motor neuron lesions may result in long-term positive and/or negative symptoms [5], which usually lead to different degrees of upper extremity disability. Spasticity is one of the more common symptoms, leading to progressive functional limitation and decrease in quality of life [6]. The current scientific evidence shows the effectiveness of different interventions for the rehabilitation of upper extremity post-stroke, such as

robotics [7], virtual reality [8], and different physical therapy protocols for functional improvement [9]. Physical therapy treatments can be combined with other pharmacological interventions and/or other medical treatments, such as antispastic drugs or botulinum toxin type A (BTX-A) infiltration [10]. Recently, non-pharmacological approaches have been used, such as dry needling (DN) of myofascial trigger points, which is increasingly used to treat neurological conditions such as stroke [11–14], Parkinson's disease [15], and multiple sclerosis [16]. Although the reasons for the increase in non-pharmacological treatments such as DN are not clear, the following factors could be relevant: (1) from the patient's perspective, the adverse effects of pharmacological treatments, or a shift to more patient-centered treatments, where patients are more involved in decision making on different treatment alternatives; and (2) from the professional and health system perspective, the high costs of pharmacological treatments such as BTX-A infiltration.

In relation to DN and BTX-A, BTX-A is the most potent neurotoxin known, and its paralytic effect is due to the blockade of neuromuscular transmission [17]. On the other hand, DN acts by mechanically impairing the sensory or motor components of nerve endings and dysfunctional motor endplates that contribute to the abnormal functioning of contractile elements [18]. Therefore, the main difference between the two would be the mechanism of action, as DN provokes a mechanical disruption, whereas BTX-A works via a chemical denervation [17]. DN is considered to be an effective and safe treatment to improve function and spasticity in stroke patients [13,14,19] when applied by an experienced physiotherapist [20]. Moreover, although DN may have some adverse effects—such as bruising, bleeding and pain—it does not have the other adverse effects that BTX-A can have, such as weakness, anatomic denervation, or long-term immune resistance [21]. However, when compared with BTX-A, DN has fewer long-lasting effects, which would involve including more treatment sessions [13].

To the authors' knowledge, there has only been one study analyzing the cost-effectiveness of DN in neurological conditions [22]—specifically in stroke patients in the subacute phase—showing that the addition of four sessions of DN treatment for the upper extremity appears to be cost-effective. Cost-effectiveness analysis of DN treatment is necessary in order to determine the economic impact of adding or substituting treatments in the routine clinical practice of healthcare centers. Therefore, the main aim of this study was to analyze the cost-effectiveness of DN in patients with stroke in a chronic phase, using a cost-utility analysis in EUR per quality-adjusted life years (QALY), as well as analyzing the response to treatment based on the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) as the main outcome variable.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design

An economic evaluation was performed following a previous randomized controlled trial (RCT) conducted at the Aragon Association of Stroke in Zaragoza (Spain). The study was approved by the Ethics Committee of Aragon (reference no. P116/0160), and registered at Clinicaltrials.gov no. NCT03546517 on June 2018.

### 2.2. Participants

The sample size estimation in the RCT was 23 participants [14]. Patients were enrolled in the study if they fulfilled the following criteria: (1) 40–90 years old, with hemiparesis from stroke of more than six months evolution; (2) ability to follow instructions and reply to questionnaires; and (3) hypertonia in at least one of the muscles of the upper extremity according to the MMAS score. The exclusion criteria were as follows: (1) grade 0 or 4 of hypertonia measured with the MMAS; (2) previous treatment with BTX-A or other treatments for hypertonia in the previous six months; (3) other neurodegenerative conditions; (4) fear of needles or contraindication to treatment with DN; and (5) cognitive decline ( $\leq 24$  points on the Mini-Mental State Examination test). All participants provided signed informed consent before participation in the study.

### 2.3. Intervention Conditions

There were two groups: the intervention group (IG), and the sham group (SG). Patients were randomized with a 1:1 allocation ratio using an online research randomizer sequence generator (<http://www.randomizer.org> (accessed on 9 June 2018)). After randomization, the physiotherapist performed the treatment according to the assignments. The IG received a single-session treatment of DN with the DNHS® technique, whereas the SG received a sham intervention, placing the needles superficially at the skin level and simulating the intervention in the same treatment context [14,23,24]. The DNHS® technique is an adaptation of traditional DN techniques, with specific diagnostic and application criteria for neurological patients. One of the main differences is that muscles are needled in submaximal stretch, and progression with the treatment is based on spasticity release and not on pain recognition [14,25]. The muscles treated were the biceps brachii and brachialis, flexor digitorum superficialis and profundus, extensor digitorum, adductor pollicis, and triceps brachii. Diagnosis of myofascial trigger points in the muscles selected was performed with clinical criteria, which have proven to be valid and reliable [26].

### 2.4. Main Measures

The two variables used for the cost-effectiveness study were the values of the EuroQol-5D questionnaire and the MMAS.

#### 2.4.1. EuroQol-5D

The EQ-5D (EQ-5D-3L) is a recognized patient-reported outcome questionnaire including five dimensions (mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression) with three levels each (no problems, some problems, and extreme problems). The Q-5D-3L questionnaire has a Cronbach's alpha value of 0.928, and it has proven to be a reliable tool to measure QOL among stroke survivors [27,28].

#### 2.4.2. Modified Modified Ashworth Scale

The MMAS is a clinical scale used to assess hypertonia, and has been widely used despite its subjective component [29]; it scores the resistance to passive movement ranging from 0 (no increase in muscle tone) to 4 (rigidity in flexion or extension), and it has exhibited a good intra- (ICC = 0.748) and inter-rater (ICC = 0.781) reliability for assessing hypertonia in persons who have had a stroke [30]. Flexor and extensor muscles of the elbow and wrist are evaluated by assessing the resistance when the affected muscle group is passively stretched [31].

An improvement of at least one point in the MMAS is considered to be a clinically significant change [32]. The percentage of responders to treatment according to the MMAS has already been used in previous stroke cost-effectiveness studies in order to directly assess the impact of this type of intervention on affected muscles [22,32].

### 2.5. Costs

The evaluation of costs was carried out from the perspective of the hospital, clinic, or health center. From this point of view, only the direct healthcare costs associated with the DNHS® technique were considered: the DN materials and the cost of the physiotherapist session. The materials used were gauze, disinfectant, and needles, and the cost of the session was determined based on public data from the official bulletins of five representative regions of Spain (Aragón [33], Castilla y León [34], Madrid [35], País Vasco [36], and Cataluña [37]). These bulletins publish the prices established for the provision of health services outside the public health system.

### 2.6. Outcomes

#### 2.6.1. Quality of Life (QOL)

QOL was measured at the beginning and two weeks after the DN intervention, and then the QALY was estimated using the area under the curve analysis. QALY is the preferred

measure of health outcomes for use in technological appraisals, because it combines the impact of gains in QOL and in quantity of life (years) associated with an intervention [38]. The economic analysis through QOL was carried out by combining these data with the costs of the two interventions (DN and sham-DN), determining the incremental cost-effectiveness ratio (ICER). The ICER was calculated by dividing the difference in total costs by the difference in QOL, which represents the extra cost per extra unit of QOL [39]. The data were aggregated to the cost-effectiveness plane (graph), and were compared with the accepted cost-effectiveness threshold of EUR 20,000/QALY [40].

#### 2.6.2. Modified Modified Ashworth Scale (MMAS)

MMAS values were obtained before and after the first DN session, and again two weeks later. In order to be able to use these values in the economic analysis, it was necessary to transform this information into the number of responders to treatment. The number of responders was determined for each muscle, and the data were related to the costs of the intervention, indicating the cost per responder to treatment and the incremental cost-effectiveness ratio.

#### 2.7. Statistical Analysis

Data were analyzed with SPSS version 25.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA), and were plotted with Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA). Significant differences between quality-of-life measurements in the RCT [14] were confirmed, and the information was completed by McNemar's test in the case of MMAS responders. To complete the sensitivity of the study, the minimum and maximum QOL values were added, and the data were compared to a cost-effectiveness threshold on a cost-effectiveness plane.

### 3. Results

A total of 23 patients aged  $60.87 \pm 15.16$  years (mean  $\pm$  SD; 61% male) were included in the final economic analysis; 11 were allocated to the IG and 12 to the SG, with no statistically significant differences between the groups at baseline.

#### 3.1. Costs

The established costs of the treatment are displayed in Table 1. The DN materials used for one session cost EUR 0.64, and the mean physiotherapy cost per session according to published bulletins is EUR  $14.32 \pm 4.39$ . The DN material cost was the only difference between the IG and SG.

**Table 1.** Cost of treatment.

|                                        | Unitary Cost         | Sham Group | Intervention Group |
|----------------------------------------|----------------------|------------|--------------------|
| Dry needling<br>(material per session) | EUR 0.64             | -          | EUR 0.64           |
| Mean physiotherapy<br>cost per session | EUR $14.32 \pm 4.39$ | EUR 14.32  | EUR 14.96          |

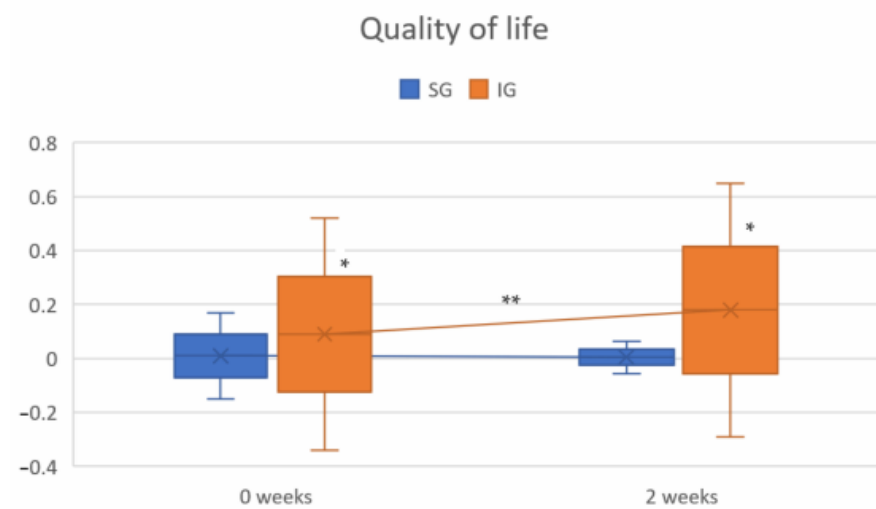
#### 3.2. Quality of Life

The RCT results showed significant differences between groups in terms of QOL two weeks after the intervention (Table 2). The resulting QALYs were higher in the IG (Figure 1).

**Table 2.** QOL, QALY, and ICER.

|                 |          | Sham Group                            | Intervention Group                     |
|-----------------|----------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| QOL             | Pre-test | 0.01 ± 0.16                           | 0.09 ± 0.43 *                          |
|                 | 2 weeks  | 0.005 ± 0.06                          | 0.18 ± 0.47 *                          |
| QALY            |          | 0.0003<br>(min. −0.0077; max. 0.0115) | 0.0052<br>(min. −0.0230, max. 0.02493) |
| ICER (EUR/QALY) |          | 130.14<br>(min. −41.57, max. 47.51)   |                                        |

\*  $p < 0.05$  within IG and between IG and SG.

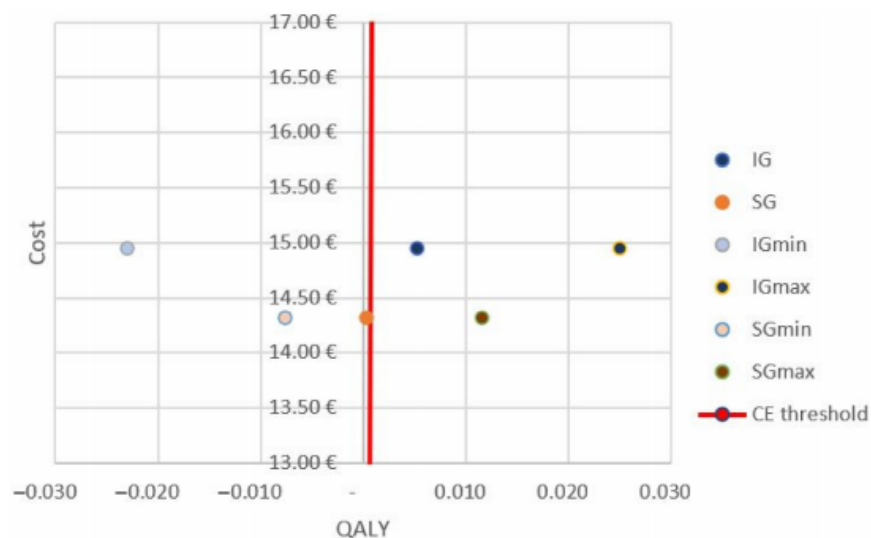
**Figure 1.** Variation of QOL during the study timeline. Abbreviations—IG: intervention group; SG: sham group. \*  $p < 0.05$  within IG; \*\*  $p < 0.05$  between IG and SG.

Costs and QALY are represented in a cost-effectiveness plane, with the accepted cost-effectiveness threshold of EUR 20,000 in red.

As can be seen in Figure 2, the values of IG, SGmax, and IGmax are below the cost-effectiveness threshold, which corresponds to the most favorable values for accepting the inclusion of this treatment. However, the values of SG, IGmin, and SGmin imply higher costs and/or lower QALY values.

### 3.3. Modified Modified Ashworth Scale

An improvement of one point on this scale in one of the five movements assessed was considered a response to treatment. In Table 3, it can be seen that the percentage of responders in the IG was higher in all of the muscles except for the elbow flexors. From the percentage of responders, it can be seen that the post-intervention cost per responder in the IG is on average almost half that of the control, and that at two weeks, the cost per responder remains the same in the IG, but the cost drops in the control (SG). However, the results of this scale only showed statistically significant improvements in the elbow extensors, with 73% of patients responding in the IG vs. 8% responding in the SG, considering the values taken before and just after the session with DN. The resulting ICER was low, indicating that DN only costs EUR 0.99 more than the alternative without DN to get one more respondent. The mean rate of treatment responders was higher in the IG than in the SG (39% vs. 20% after session and 41% vs. 28% two weeks after the treatment).



**Figure 2.** Cost-effectiveness plane. The average, minimum, and maximum values of the IG and SG are shown on the right-hand side of the cost-effectiveness threshold of EUR 20,000/QALY. Abbreviations—IG: intervention group; SG: sham group.

Table 3. Rate of responders to treatment and cost per responder.

| Post-Intervention    |          |             |                   |          |                                   |                   |                 |            |  |
|----------------------|----------|-------------|-------------------|----------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|------------|--|
| Control              |          |             |                   |          | Intervention (DNHS <sup>9</sup> ) |                   |                 |            |  |
|                      | <i>n</i> | % Responder | EUR/<br>Responder | <i>n</i> | % Responder                       | EUR/<br>Responder | McNemar<br>Test | ICER       |  |
| Elbow flexors        | 12       | 33%         | EUR 42.96         | 11       | 27%                               | EUR 54.85         | 1.000           | EUR −10.52 |  |
| Elbow extensors      | 12       | 8%          | EUR 171.84        | 11       | 73%                               | EUR 20.57         | 0.009 *         | EUR 0.99   |  |
| Wrist-dorsal flexors | 12       | 25%         | EUR 57.28         | 11       | 36%                               | EUR 41.13         | 1.000           | EUR 5.61   |  |
| Wrist-palmar flexors | 12       | 17%         | EUR 85.92         | 11       | 18%                               | EUR 82.27         | 1.000           | EUR 42.09  |  |
| Thumb adductor       | 12       | 17%         | EUR 85.92         | 10       | 40%                               | EUR 37.39         | 0.375           | EUR 2.73   |  |
| Means                |          | 20%         | EUR 88.78         |          | 39%                               | EUR 47.24         |                 | EUR 8.18   |  |

| 2 Weeks              |          |             |                   |          |                                   |                   |                 |            |  |
|----------------------|----------|-------------|-------------------|----------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|------------|--|
| Control              |          |             |                   |          | Intervention (DNHS <sup>9</sup> ) |                   |                 |            |  |
|                      | <i>n</i> | % Responder | EUR/<br>Responder | <i>n</i> | % Responder                       | EUR/<br>Responder | McNemar<br>Test | ICER       |  |
| Elbow flexors        | 12       | 33%         | EUR 42.96         | 11       | 27%                               | EUR 54.85         | 1.000           | EUR −10.52 |  |
| Elbow extensors      | 12       | 25%         | EUR 57.28         | 11       | 73%                               | EUR 20.57         | 0.125           | EUR 1.34   |  |
| Wrist-dorsal flexors | 12       | 17%         | EUR 85.92         | 11       | 45%                               | EUR 32.91         | 0.375           | EUR 2.22   |  |
| Wrist-palmar flexors | 12       | 17%         | EUR 85.92         | 11       | 27%                               | EUR 54.85         | 1.000           | EUR 6.01   |  |
| Thumb adductor       | 12       | 50%         | EUR 28.64         | 10       | 30%                               | EUR 49.86         | 0.625           | EUR −3.19  |  |
| Means                |          | 28%         | EUR 60.14         |          | 41%                               | EUR 42.60         |                 | EUR −0.83  |  |

\* *p* < 0.05 for elbow extensors post-intervention.

#### 4. Discussion

This study explored the relationships between costs, QOL, and hypertonia when DN is applied to the upper extremity muscles of persons with chronic stroke, with the aim of analyzing the cost-effectiveness of a single DN session via a cost-utility analysis. Regarding costs, the main contributors when applying DN are the staff costs, since the materials used for DN have a very low cost. Although there are no fixed prices for the application of DN, and it may vary from country to country, in the case of Spain it can be calculated with relative certainty thanks to the official bulletins that publish the prices paid for services outside the Spanish public health system, as has been shown in previous studies [22,41].

Subsequently, the two variables we chose to assess the effectiveness of treatment were the QOL and the treatment response rate. The RCT results showed an improvement in QOL two weeks after the DN intervention, with significant differences between groups [14]. Other studies have also used the EQ-5D to assess the effectiveness of treatments in stroke patients but, unlike this study, they found no significant differences in quality of life between groups when applying DN [13] or BTX-A treatment [42]. It is possible that the limited number of patients included in the study may have influenced this, as the results were clearly better in the IG, with +0.0049 QALY compared to the SG.

On the other hand, we have a clinical variable, MMAS, which allows us to easily determine which patients are responders to treatment from a perspective other than that of the EQ-5D. In this case, significant differences were only obtained before and after treatment in elbow extensors, where we observed 65% more responders in the IG than in the SG. We remain unsure of the reasons for such a variety of responses to treatment, as well as why some muscle groups respond to treatment very differently than others, which is something worthy of consideration in future cost-effectiveness studies.

The results of the cost-effectiveness analysis indicate very low ICER values for both QOL and responder rate. The representation in Figure 2 allows us to see that the IG alternative is placed in the quadrant with the best cost-effectiveness ratio. However, the sensitivity analysis performed with the maximum and minimum values does not allow us to confirm the dominance (higher effectiveness with less cost) of the IG over the SG, since the minimum values of the IG could present worse QOL data, and the maximum values obtained for QOL in the SG show a cost-effective balance. In the economic analysis with the MMAS, the cost per respondent is EUR 41.54 less if valued just after the session, or EUR 17.54 less if valued two weeks after treatment. These results are consistent with another previously published study [22], and might suggest that adding DN to upper extremity rehabilitation treatment in stroke patients is a good alternative. The main reason for this is the low cost of this type of intervention which, combined with even a slight improvement in effectiveness variables, gives favorable results in the ICER. According to our data, to obtain one more QALY than the control group, we would only need to invest an additional EUR 130.14, and for responder patients the cost would be EUR 8.18 after treatment, or even a saving of EUR 0.83 at 2 weeks.

This study has certain limitations, such as the low number of patients evaluated, short follow-up period, and the use of only a single DN session. It is possible that a higher number of sessions may have a greater influence on QOL, as seen in the study of Cuenca Zaldívar et al., 2021 [13], where six needling sessions were performed. Moreover, the performance of only a single DN session limits the possibility of giving recommendations for the optimal number of sessions in terms of cost-effectiveness for the treatment of people with chronic stroke, which is something that could be done in the study carried out by Cuenca Zaldívar et al., who concluded that in the case of people with subacute stroke, four sessions of DN were more cost-effective than six sessions [13].

Since the first publication of the application of DN for spasticity in a child with cerebral palsy in 2007 [43], the number of studies of DN has increased and extended to many different neurological conditions, such as stroke [14], Parkinson's disease [15], and multiple sclerosis [16]. However, although recent systematic reviews and meta-analyses have shown that DN is effective in decreasing spasticity, there has only been one study

of cost-effectiveness in subacute stroke patients and, therefore, this study contributes to increase the evidence for the inclusion of DN treatment in rehabilitation protocols from the clinical and healthcare perspectives. This is important considering not only the effectiveness, but also the low costs compared to botulinum toxin, as the annual cost of the toxin vials for adult patients with spasticity in the upper extremity can range between EUR 529.87 and 1180.72 [44]. Moreover, from the patient's perspective, it is important to consider that the treatment for focal spasticity is limited to BTX-A infiltrations [45] and, therefore, researching new treatment alternatives allows patients to empower themselves and seek treatments that are evidence-based, but under a patient-centered approach, considering their preferences [46,47].

Future lines of research should perform secondary analysis of RCTs of DN and other non-pharmacological interventions, including costs and cost-effectiveness. Apart from economic reasons derived from the costs of some pharmacological interventions, such as BTX-A infiltration, non-pharmacological treatments also have fewer adverse effects, and more research should be carried out from both the clinical and healthcare system perspectives, in order to analyze whether they can constitute an alternative to pharmacological treatments.

Although these results should be considered with caution due to the aforementioned limitations, the analysis performed shows that the inclusion of a single session of DN in the upper extremity rehabilitation protocols for chronic stroke patients can be of great benefit; therefore, future studies with a longer follow-up and a larger number of patients should be conducted in order to confirm these findings.

## 5. Conclusions

In this study, a cost-effectiveness analysis was conducted using two different effectiveness outcomes: the EQ-5D for QOL, and the treatment responders according to their hypertonia measured using the MMAS. The findings regarding the rate of responders showed good results in the cost-effectiveness analysis after treatment and at two weeks follow-up, finding that the application of DN in the upper extremity is an affordable alternative to use in patients with chronic stroke.

**Author Contributions:** Conceptualization: D.F.-S., S.C., and P.H.; methodology, D.F.-S. and P.H.; investigation, S.C., C.J.-S., N.B.-d.l.C., and P.H.; writing—original draft preparation, D.F.-S., N.B.-d.l.C., C.J.-S., M.G.-C., S.C., and P.H.; writing—review and editing, D.F.-S., N.B.-d.l.C., C.J.-S., M.G.-C., S.C., and P.H.; supervision, P.H. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The clinical study associated with this secondary analysis was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki and approved by the Ethics Committee of Aragon (reference no. PI16/0160).

**Informed Consent Statement:** Informed consent to publish this paper was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** Data are available on reasonable request by email to efernandez@usj.es.

**Acknowledgments:** The authors acknowledge the participation of the members and staff of the Aragon Association of Stroke in Zaragoza (Spain).

**Conflicts of Interest:** The authors declare the following potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article: The DNHS<sup>®</sup> technique was registered by Pablo Herrero. The other authors of this work declare that there are no potential conflicts of interest regarding the research, authorship, and/or publication of this article.

## References

1. National Statistics Institute; Spanish Statistical Office. INEbase. Instituto Nacional de Estadística (INE). Available online: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175) (accessed on 20 May 2021).
2. Kuriakose, D.; Xiao, Z. Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *Int. J. Mol. Sci.* **2020**, *21*, 7609. [CrossRef] [PubMed]
3. Ma, V.Y.; Chan, L.; Carruthers, K.J. Incidence, Prevalence, Costs, and Impact on Disability of Common Conditions Requiring Rehabilitation in the United States: Stroke, Spinal Cord Injury, Traumatic Brain Injury, Multiple Sclerosis, Osteoarthritis, Rheumatoid Arthritis, Limb Loss, and Back Pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* **2014**, *95*, 986–995.e1. [CrossRef] [PubMed]
4. Pan, F.; Hernández, L.; Ward, A. Cost-effectiveness of stroke treatments and secondary preventions. *Expert Opin. Pharmacother.* **2012**, *13*, 1751–1760. [CrossRef] [PubMed]
5. Thibaut, A.; Chatelle, C.; Ziegler, E.; Bruno, M.-A.; Laureys, S.; Gosseries, O. Spasticity after stroke: Physiology, assessment and treatment. *Brain Inj.* **2013**, *27*, 1093–1105. [CrossRef] [PubMed]
6. Schinwelski, M.J.; Sitek, E.; Waz, P.; Slawek, J. Prevalence and predictors of post-stroke spasticity and its impact on daily living and quality of life. *Neurol. i Neurochir. Polska* **2019**, *53*, 449–457. [CrossRef] [PubMed]
7. Moggio, L.; De Sire, A.; Marotta, N.; Demeco, A.; Ammendolia, A. Exoskeleton versus end-effector robot-assisted therapy for finger-hand motor recovery in stroke survivors: Systematic review and meta-analysis. *Top. Stroke Rehabil.* **2021**, 1–12. [CrossRef]
8. Lee, H.S.; Park, Y.J.; Park, S.W. The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Res. Int.* **2019**, *2019*, 7595639. [CrossRef]
9. Veerbeek, J.M.; Van Wegen, E.; Van Peppen, R.; Van Der Wees, P.J.; Hendriks, E.; Rietberg, M.; Kwakkel, G. What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* **2014**, *9*, e87987. [CrossRef]
10. Kinnear, B.Z.; Lannin, N.A.; Cusick, A.; Harvey, L.; Rawicki, B. Rehabilitation Therapies After Botulinum Toxin-A Injection to Manage Limb Spasticity: A Systematic Review. *Phys. Ther.* **2014**, *94*, 1569–1581. [CrossRef]
11. Sánchez-Mila, Z.; Salom-Moreno, J.; Fernández-De-Las-Peñas, C. Effects of Dry Needling on Post-Stroke Spasticity, Motor Function and Stability Limits: A Randomised Clinical Trial. *Acupunct. Med.* **2018**, *36*, 358–366. [CrossRef]
12. Ghannadi, S.; Shariat, A.; Ansari, N.N.; Tavakol, Z.; Honarpishe, R.; Dommerholt, J.; Noormohammadpour, P.; Ingle, L. The Effect of Dry Needling on Lower Limb Dysfunction in Poststroke Survivors. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis. Off. J. Natl. Stroke Assoc.* **2020**, *29*, 104814. [CrossRef]
13. Zaldívar, J.N.C.; Calvo, S.; Bravo-Esteban, E.; Ruiz, P.O.; Santi-Cano, M.J.; Herrero, P. Effectiveness of dry needling for upper extremity spasticity, quality of life and function in subacute phase stroke patients. *Acupunct. Med.* **2021**, *39*, 299–308. [CrossRef]
14. Calvo, S.; La Cruz, N.B.-D.; Jiménez-Sánchez, C.; Bravo-Esteban, E.; Herrero, P. Effects of dry needling on function, hypertonia and quality of life in chronic stroke: A randomized clinical trial. *Acupunct. Med.* **2021**. [CrossRef]
15. La Cruz, N.B.-D.; Calvo, S.; Rodríguez-Blanco, C.; Herrero, P.; Bravo-Esteban, E. Effects of dry needling on gait and muscle tone in Parkinson's disease: A randomized clinical trial. *Acupunct. Med.* **2022**, *40*, 3–12. [CrossRef]
16. Luque-Moreno, C.; Granja-Domínguez, A.; Moral-Munoz, J.; Izquierdo-Ayuso, G.; Lucena-Anton, D.; Heredia-Rizo, A. Effectiveness of Dry Needling versus Placebo on Gait Performance, Spasticity, Electromyographic Activity, Pain, Range-of-Movement and Quality of Life in Patients with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial Protocol. *Brain Sci.* **2020**, *10*, 997. [CrossRef]
17. Dong, Y.; Wu, T.; Hu, X.; Wang, T. Efficacy and safety of botulinum toxin type A for upper limb spasticity after stroke or traumatic brain injury: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* **2017**, *53*, 256–267. [CrossRef]
18. Kütük, S.G.; Özkan, Y.; Kütük, M.; Özdaş, T. Comparison of the Efficacies of Dry Needling and Botox Methods in the Treatment of Myofascial Pain Syndrome Affecting the Temporomandibular Joint. *J. Craniofacial Surg.* **2019**, *30*, 1556–1559. [CrossRef]
19. Valencia-Chulián, R.; Heredia-Rizo, A.M.; Moral-Munoz, J.A.; Lucena-Anton, D.; Luque-Moreno, C. Dry needling for the management of spasticity, pain, and range of movement in adults after stroke: A systematic review. *Complement. Ther. Med.* **2020**, *52*, 102515. [CrossRef]
20. Brady, S.; McEvoy, J.; Dommerholt, J.; Doody, C. Adverse events following trigger point dry needling: A prospective survey of chartered physiotherapists. *J. Man. Manip. Ther.* **2013**, *22*, 134–140. [CrossRef]
21. Kaku, M.; Simpson, D. Spotlight on botulinum toxin and its potential in the treatment of stroke-related spasticity. *Drug Des. Dev. Ther.* **2016**, *10*, 1085–1099. [CrossRef]
22. Sanchis, D.F.; Zaldívar, J.N.C.; Calvo, S.; Herrero, P.; Barrera, M.G. Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke. *Acupunct. Med.* **2021**. [CrossRef]
23. Mitchell, U.H.; Stoneman, P.; Larson, R.E.; Page, G.L. The Construction of Sham Dry Needles and Their Validity. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* **2018**, *2018*, 9567061. [CrossRef]
24. Braithwaite, F.A.; Walters, J.L.; Moseley, G.L.; Williams, M.T.; McEvoy, M.P. Towards more homogenous and rigorous methods in sham-controlled dry needling trials: Two Delphi surveys. *Physiotherapy* **2020**, *106*, 12–23. [CrossRef]
25. Herrero, P.; Calvo, S.; Ortiz, M. Dry Needling for Hypertonia and Spasticity (DNHS). In *Advanced Techniques in Musculoskeletal Medicine & Physiotherapy Using Minimally Invasive Therapies*; Minaya, I.F.V.F., Ed.; Churchill-Livingston; Elsevier: London, UK, 2015.

26. Del Moral, O.M.; Lacomba, M.T.; Russell, I.J.; Méndez, Ó.S.; Sánchez-Sánchez, B. Validity and Reliability of Clinical Examination in the Diagnosis of Myofascial Pain Syndrome and Myofascial Trigger Points in Upper Quarter Muscles. *Pain Med.* **2018**, *19*, 2039–2050. [CrossRef]
27. Mahesh, P.K.B.; Gunathunga, M.W.; Jayasinghe, S.; Arnold, S.M.; Senanayake, S.; Senanayake, C.H.; De Silva, L.S.D.; Kularatna, S. Construct validity and reliability of EQ-5D-3L for stroke survivors in a lower middle income setting. *Ceylon. Med. J.* **2019**, *64*, 52–58. [CrossRef]
28. Pinto, E.; Maso, I.; Vilela, R.N.R.; Santos, L.C.; Oliveira-Filho, J. Validation of the EuroQol quality of life questionnaire on stroke victims. *Arq. Neuro-Psiquiatr.* **2011**, *69*, 320–323. [CrossRef]
29. Bohannon, R.W.; Smith, M.B. Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Phys. Ther.* **1987**, *67*, 206–207. [CrossRef]
30. Meseguer-Henarejos, A.-B.; Sánchez-Meca, J.; López-Pina, J.-A.; Carles-Hernández, R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* **2018**, *54*, 576–590. [CrossRef]
31. Ansari, N.N.; Naghdi, S.; Mashayekhi, M.; Hasson, S.; Fakhari, Z.; Jalaie, S. Intra-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) in the assessment of upper-limb muscle spasticity. *Neurorehabilitation* **2012**, *31*, 215–222. [CrossRef]
32. Rychlik, R.; Kreimendahl, F.; Schnur, N.; Lambert-Baumann, J.; Dressler, D. Quality of life and costs of spasticity treatment in German stroke patients. *Health Econ. Rev.* **2016**, *6*, 27. [CrossRef]
33. BOA ORDEN SAN/1221/2017, de 21 de Julio, Por la Que se Establecen los Precios y Tarifas Máximas Aplicables en la Prestación de Servicios Sanitarios con Medios Ajenos al Sistema de Salud de Aragón. Available online: <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=977342223030> (accessed on 22 October 2021).
34. Junta de Castilla y León. JRESOLUCIÓN de 21 de Noviembre de 2011, del PRESIDENTE de la Gerencia Regional de Salud, por la Que se Fijan las Tarifas Máximas y los Porcentajes de Revisión de las Condiciones Económicas Aplicables en el año 2011, a la Prestación de Servicios de Asistencia Sanitaria Concertada en el Ámbito de la Gerencia Regional de Salud. Available online: <https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/resumen-bocyl-legislacion-sanitaria/resolucion-21-noviembre-2011-presidente-gerencia-regional-1> (accessed on 22 October 2021).
35. BOCM-20170821-1 ORDEN 727/2017, de 7 de agosto, del Consejero de Sanidad, por la que Se fijan los Precios Públicos por la Prestación de los Servicios y Actividades de Naturaleza Sanitaria de la Red de Centros de la Comunidad de Madrid. Available online: [http://www.madrid.org/wleg\\_pub/secure/normativas/contenidoNormativa.jsf?opcion=VerHtml&nmnorma=9930#no-back-button](http://www.madrid.org/wleg_pub/secure/normativas/contenidoNormativa.jsf?opcion=VerHtml&nmnorma=9930#no-back-button) (accessed on 22 October 2021).
36. TARIFAS PARA FACTURACIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS Y DOCENTES DE OSAKIDETZA PARA EL AÑO 2019. Available online: [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk\\_servic\\_para\\_empresas/es\\_def/adjuntos/LIBRO-DE-TARIFAS\\_2020\\_osakidetza.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/osk_servic_para_empresas/es_def/adjuntos/LIBRO-DE-TARIFAS_2020_osakidetza.pdf) (accessed on 22 October 2021).
37. ORDRE SLT/42/2012, de 24 de Febrer, per la qual es Regulen els Supòsits i Conceptes Facturables i S'aproven els Preus Públics Corresponents als Serveis que Presta L'Institut Català de la Salut. Mar 2, 2012. Available online: [http://ics.gencat.cat/web/.content/documents/transparencia/economia/ICF\\_2n2014.pdf](http://ics.gencat.cat/web/.content/documents/transparencia/economia/ICF_2n2014.pdf) (accessed on 22 October 2021).
38. York, Consortium YHE. Quality-Adjusted Life Year (QALY) 2016. Available online: <https://yhec.co.uk/glossary/quality-adjusted-life-year-qaly/> (accessed on 22 October 2021).
39. YHE Consortium. Incremental Cost-Effectiveness Ratio (ICER). Available online: <https://yhec.co.uk/glossary/incremental-cost-effectiveness-ratio-icer/> (accessed on 22 October 2021).
40. Vallejo-Torres, L.; García-Lorenzo, B.; Serrano-Aguilar, P. Estimating a cost-effectiveness threshold for the Spanish NHS. *Health Econ.* **2018**, *27*, 746–761. [CrossRef] [PubMed]
41. Arias-Burúa, J.L.; Martín-Saborido, C.; Cleland, J.; Koppenhaver, S.L.; Plaza-Manzano, G.; Fernández-De-Las-Peñas, C. Cost-effectiveness Evaluation of the Inclusion of Dry Needling into an Exercise Program for Subacromial Pain Syndrome: Evidence from a Randomized Clinical Trial. *Pain Med.* **2018**, *19*, 2336–2347. [CrossRef] [PubMed]
42. Shaw, L.; Rodgers, H.; Price, C.; Van Wijck, F.; Shackley, P.; Steen, N.; Barnes, M.; Ford, G.; Graham, L. BoTULS: A multicentre randomised controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost-effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. *Health Technol. Assess.* **2010**, *14*, 1–113. [CrossRef] [PubMed]
43. Herrero, P.; Del Moral, O.M. A Case Study Looking at the Effectiveness of Deep Dry Needling for the Management of Hypertonia. *J. Musculoskelet. Pain* **2007**, *15*, 55–60. [CrossRef]
44. Andrés-Nogales, F.d.; Morell, A.; Aracil, J.; Torres, C.; Oyagüez, I.; Casado, M.A. Análisis de costes del uso de toxina botulínica A en España. *J. Farm. Hosp.* **2014**, *38*, 193–201.
45. Wissel, J. [Multidisciplinary therapy for focal spasticity treatment]. *Nervenarzt* **2008**, *79* (Suppl. 1), 24–28.
46. Dörfner, E.; Kulnik, S.T. Despite communication and cognitive impairment—person-centred goal-setting after stroke: A qualitative study. *Disabil. Rehabil.* **2020**, *42*, 3628–3637. [CrossRef]
47. Tonelli, M.R.; Sullivan, M.D. Person-centred shared decision making. *J. Eval. Clin. Pract.* **2019**, *25*, 1057–1062. [CrossRef]



## Resumen de resultados

### Coste-efectividad de dos intervenciones mínimamente invasivas en dolor plantar y de talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado

En el estudio *“Cost-Effectiveness of Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: a secondary analysis of an RCT”* se evaluaron los datos del ensayo clínico realizado en el *Physical Medicine and Rehabilitation Hospital* de Kuwait realizado durante 2018 y 2019 en el que 102 pacientes con una edad media de 48 años fueron tratados con 4 sesiones de punción seca o electrólisis percutánea intratisular una vez a la semana. Además de esto, en la primera sesión se instruyó a los pacientes para que realizaran un protocolo de estiramientos dos veces al día. El seguimiento del estudio se realizó desde el inicio y a las 4, 8, 12, 26 y hasta las 52 semanas, en las que se administró el cuestionario EQ-5D-5L para cada paciente.

El análisis económico se hizo de forma retrospectiva y desde el punto de vista del hospital. Para ello se valoraron costes directos sanitarios entre los que se encuentra el material para realizar la punción seca, el equipo de EPI y el coste del personal que realiza el tratamiento. El coste del tratamiento completo por paciente en el grupo punción fue de 178,86€ mientras que el coste en el grupo EPI fue de 200,90±22,55€.

Por otro lado, gracias a los datos del cuestionario de calidad de vida EQ-5D-5L y a través de la herramienta *“EQ-5D-5L Crosswalk Index Value Calculator”* obtuvimos los valores de calidad de vida. Se obtuvieron mejoras significativas dentro del grupo de PS a las 4 y 8 semanas y en el grupo de EPI a las 4, 8 y 52 semanas, habiendo diferencias entre grupos sólo a las 52 semanas.

Los resultados del análisis del RCEI mostraron que la probabilidad de que la intervención con EPI frente a PS fuera coste-efectiva fue de 50% a las 4 semanas, 46% a las 8, 63% a las 12, 79% a las 26 y 86% al final del estudio, siendo 411,34€/AVAC el RCEI medio.

## Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus en fase subaguda

En el estudio *“Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke”* se evaluaron los datos de la escala modificada de la modificada de Ashworth (MMAS), de la calidad de vida según el cuestionario EQ-5D-5L y los costes asociados al tratamiento y al cuidado de los pacientes con espasticidad e hipertonía en miembro superior tras ictus que fueron seleccionados durante los años 2016 a 2018 en el hospital de Guadarrama. Todos los pacientes fueron tratados según protocolo con una sesión de ejercicios de 45 minutos, 5 veces a la semana. Sin embargo, el grupo intervención recibió además seis sesiones de punción seca según la técnica DNHS® en las semanas 1, 2, 3, 4, 6 y 8.

Las variables utilizadas para valorar la efectividad del tratamiento fueron la calidad de vida (al inicio y a las 4 y 8 semanas) y el porcentaje de pacientes respondedores al tratamiento según la escala MMAS<sup>37</sup>, medida antes y después de las 6 sesiones de punción.

De la misma forma que en el estudio anterior, se hizo una valoración de los costes directos disponibles y un estudio del coste medio de las sesiones realizadas por un fisioterapeuta en este tipo de afecciones. En este estudio pudimos añadir los costes por niveles de cuidados diario de cada paciente aportados por el hospital de Guadarrama en el año 2016. El coste del tratamiento con PS, técnica DNHS®, fue de 292,80€ frente a 286,40€ a las 4 semanas, y de 582,40€ frente a 572,80€ a las 8 semanas. El coste medio total de cada grupo fue:

*Tabla 2 Coste medio total por grupos a las 4 y 8 semanas*

| Duración del tratamiento | 4 semanas            | 8 semanas            |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Grupo Control            | 16.022,59€ ±1737,77€ | 32.253,77€ ±3381,76€ |
| Grupo DNHS®              | 19.503,11€ ±1802,26€ | 39.036,23€ ±3651,51€ |

Según los datos de calidad de vida del EQ-5D-5L y los coeficientes adaptados para la población en España se ha observado que la calidad de vida basal era menor en el grupo DNHS® y que sólo hubo mejoras significativas intragrupo en los pacientes que fueron tratados con DNHS®. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre la calidad de vida del grupo control y DNHS® al final del estudio. El porcentaje de

respondedores según la escala MMAS fue siempre superior en el grupo DNHS® con 92% de los pacientes que respondieron favorablemente a las 4 semanas frente al 18% en el grupo de control, y el 70% frente al 17% a las 8 semanas. Se encontraron diferencias significativas solo en flexión de codo, supinación del antebrazo y extensión de muñeca.

Según el análisis inicial de coste efectividad con los datos de calidad de vida observamos que la probabilidad de que el uso de DNHS® fuera coste-efectivo fue muy bajo. Sin embargo, añadiendo un análisis de sensibilidad separando los pacientes según los niveles de cuidado, observamos que con pacientes en niveles de cuidado 2 y 3 se conseguía hasta un 50% de probabilidad de ser coste efectivo. El coste por respondedor al tratamiento según la MMAS fue inferior en el grupo DNHS® que en el control y el RCEI medio fue de 5.034,06€/%/respondedor a las 4 semanas y 13.795,15€/%/respondedor a las 8 semanas.

## 🌐 Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad

El estudio *“A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a secondary cost-effectiveness analysis.”* evalúa los resultados de un ensayo clínico aleatorizado con 48 pacientes repartidos en tres grupos de tratamiento que combinan ejercicios excéntricos con punción simulada o control, punción seca y electrólisis percutánea intratisular. El ejercicio excéntrico debía enseñarse al inicio y cada paciente debía realizarlo individualmente. En los grupos que incluyeron tratamiento invasivo además del ejercicio excéntrico, estos se realizaron cuatro veces, una vez cada dos semanas.

En el análisis de costes se añadió en este caso el impacto del uso del ecógrafo dando como resultado un coste medio por sesión de EPI de  $9,46 \pm 0,08€$ , PS de  $9,44 \pm 0,07€$  y el control de  $8,96 \pm 0,42€$ .

La variable efectividad elegida fue la calidad de vida, pero esta vez sacada de los resultados del cuestionario SF-36, medida al inicio, a las 10 y a las 22 semanas. Los resultados no fueron concluyentes ya que no se encontraron diferencias significativas entre grupos y solo se observó mejoría a las 10 semanas en el grupo tratado con EPI.

A pesar de esto, en el análisis de coste efectividad realizado el tratamiento con EPI conseguía tener una probabilidad del 93% de ser más coste-efectivo que el tratamiento con PS y 96% frente a control.

## Coste-efectividad de punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con ictus en fase crónica

En el estudio *“Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in chronic stroke”* 23 pacientes con hemiparesia por accidente cerebrovascular de más de seis meses de evolución fueron tratados con una sola sesión de punción seca (11) o punción simulada (12). Se completó el cuestionario EQ-5D-3L al inicio y a las 2 semanas de la sesión, y la escala MMAS antes y después de la sesión y a las 2 semanas después de la sesión.

El coste de la sesión fue de 14,32€ para el grupo control y de 14,96€ para el grupo intervención.

Se observó una mejoría de la calidad de vida de los pacientes del grupo intervención a las 2 semanas, y diferencias significativas con el grupo control. En relación con el porcentaje de respondedores observamos que el grupo intervención tiene prácticamente el doble de respondedores que el grupo control, sin embargo, sólo hay diferencias significativas en el movimiento flexión de codo justo después de realizar la sesión.

Los resultados del análisis de coste-efectividad muestran indicios de que una sesión de punción seca presenta mejor relación coste efectividad que el control según el análisis de sensibilidad en la calidad de vida, y que a partir de los datos del porcentaje de respondedores según la MMAS el ICER es bajo o incluso negativo.

## Discusión

### Costes

En los estudios que se han realizado se han valorado dos tipos de costes: el relacionado con el material necesario para realizar la punción y el del personal que la realiza. La valoración de los costes del equipo de EPI como del equipo de ecografía supuso un reto por los diferentes equipos que hay en el mercado y por el número de usos que tienen. En el caso de la ecografía existen diferentes equipos y modalidades: portátiles desde 30.000€ hasta equipos de altas prestaciones de más de 60-100.000€. Valorar cuánto cuesta un equipo cuyo uso, ya sea una o mil sesiones, que además implica un desembolso inicial importante es difícil de extrapolar en la valoración de un estudio concreto. Ya sea en una clínica pequeña como en un hospital grande, el número de usos que puede tener un equipo de este tipo puede ir desde los 4.000 hasta los 10.000 usos al año<sup>53</sup>.

El coste del personal o de la sesión en sí misma es un coste que no está establecido y que puede variar de una clínica a otra, lo que supone una gran dificultad para realizar un estudio de coste-efectividad. A raíz de la investigación que se llevó a cabo para realizar los estudios y gracias a la comunicación que se mantuvo con Jose A. Martin Urrialde, ex presidente del Consejo General de Colegios oficiales de Fisioterapeutas, se pudo ver que existe una gran traba para fijar el precio. La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) impide que los colegios profesionales marquen o regulen tarifas de tratamiento, por lo que no existe ningún documento oficial que pueda establecerlo. Se confía en que cada parte por su lado (aseguradoras, contratos públicos, clínicas privadas) autorregule su propio mercado: las diferencias pueden ir desde los 5€ hasta los 60€ por sesión. Las aproximaciones que hemos elaborado en estos estudios combinan el precio establecido en boletines oficiales de varias comunidades autónomas, que fijan los precios públicos por la prestación servicios y actividades de naturaleza sanitaria por terceros. Los precios que encontramos para una sesión de rehabilitación fueron los siguientes:

Tabla 3 Precios establecidos por boletines oficiales de distintas comunidades autónomas

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                          |               |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CASTILLA<br/>Y LEÓN</b> | <p>RESOLUCIÓN de 21 de noviembre de 2011, del Presidente de la Gerencia Regional de Salud, por la que se fijan las tarifas máximas y los porcentajes de revisión de las condiciones económicas aplicables en el año 2011, a la prestación de Servicios de Asistencia Sanitaria concertada en el ámbito de la Gerencia Regional de Salud. [Internet]. Portal de Salud de la Junta de Castilla y León. [citado 5 de abril de 2018]. Disponible en: <a href="https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/resumen-bocyl-legislacion-sanitaria/resolucion-21-noviembre-2011-presidente-gerencia-regional-1">https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/resumen-bocyl-legislacion-sanitaria/resolucion-21-noviembre-2011-presidente-gerencia-regional-1</a></p>                                                                                                                 | <p>ANEXO IV.<br/>SERVICIOS<br/>ESPECIALES DE<br/>TRATAMIENTO.<br/>12.Rehabilitación<br/>para parálíticos<br/>cerebrales. Por<br/>cada sesión de este<br/>tratamiento</p> | <p>7,75 €</p> |
| <b>MADRID</b>              | <p>BOCM EC de S JAVIER FERNÁNDEZ-LASQUETTY Y BLANC. ORDEN 731/2013, de 6 de septiembre, del Consejero de Sanidad, por la que se fijan los precios públicos por la prestación de los servicios y actividades de naturaleza sanitaria de la Red de Centros de la Comunidad de Madrid. [Internet].<br/>Disponible en:<br/><a href="http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&amp;blobheader=application%2Fpdf&amp;blobheadername1=Content-Disposition&amp;blobheadervalue1=filename%3DBOCM-20130910-1.pdf&amp;blobkey=id&amp;blobtable=MungoBlobs&amp;blobwhere=1352916926357&amp;ssbinary=true">http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&amp;blobheader=application%2Fpdf&amp;blobheadername1=Content-Disposition&amp;blobheadervalue1=filename%3DBOCM-20130910-1.pdf&amp;blobkey=id&amp;blobtable=MungoBlobs&amp;blobwhere=1352916926357&amp;ssbinary=true</a></p> | <p>E 03.1.3.4<br/>Tratamiento de<br/>Fisioterapia</p>                                                                                                                    | <p>71€</p>    |
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>E 03.1.2.07<br/>Rehabilitación (por<br/>sesión)</p>                                                                                                                   | <p>18€</p>    |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                        |         |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>ARAGÓN</b>         | BOA DG del SA de S. BOA RESOLUCIÓN de 30 de julio de 2012, de la Dirección Gerencia del Servicio Aragonés de Salud, sobre revisión de las tarifas a aplicar por la prestación de servicios sanitarios a terceros obligados al pago o a usuarios sin derecho a asistencia sanitaria en la Comunidad Autónoma de Aragón. jul 30, 2012. | 1.5.3<br>Rehabilitación y<br>Fisioterapia. Por<br>sesión                               | 20,08 € |
| <b>PAÍS<br/>VASCO</b> | OSAKIDETZA. Tarifas para facturación de servicios sanitarios y docentes de osakidetza para el año 2014. 2014.                                                                                                                                                                                                                        | A.10.b)<br>Rehabilitación<br>fisioterapia                                              | 11,83€  |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fisioterapia Ictus                                                                     | 37,38€  |
| <b>CATALU<br/>ÑA</b>  | Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.<br>DOGC DEPARTAMENT DE SALUT ORDRE<br>SLT/42/2012, de 24 de febrer, per la qual es<br>regulen els supòsits i conceptes facturables i<br>s'aproven els preus públics corresponents als<br>serveis que presta l'Institut Català de la Salut.<br>mar 2, 2012.                             | C) Rehabilitació<br>ambulatoria i<br>domiciliària C.1.<br>fisioteràpia<br>Visita única | 13,94€  |
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | A1,1,1 Malalties<br>del sistema nerviós<br>central                                     | 181,69€ |

### Valoración de los resultados

En el primer estudio de este compendio<sup>5</sup> se hizo una comparación de costes y calidad de vida entre dos técnicas, punción seca y electrólisis percutánea intratisular, con una duración de hasta 1 año. En la calidad de vida se observaron mejoras en ambos grupos de al menos 0,1 puntos en la escala según el EQ-5D-5L. Este resultado es incluso mejor que el obtenido por Rome et al.<sup>54</sup> donde obtuvieron mejoras de 0,07 y 0,09 en la calidad de vida con ortesis para el pie. Para la valoración de los costes, además de contabilizar los costes unitarios del material fungible usado en la sesión de punción, se establecieron diferentes escenarios para el cálculo del coste del equipo de

electroterapia. Se decidió que el equipo de electrólisis con un coste de 2.300€ (PRIM S.A.) podría amortizarse en 1 o 3 años, considerando que no existe un coste por mantenimiento, y que el equipo podría usarse una media de 15.000 usos al año o sólo dedicarlo para este estudio, es decir, 4 sesiones para 51 pacientes, 204 usos al año. Esto nos permitió obtener resultados realistas, teniendo en cuenta que este equipo puede utilizarse para muchas otras patologías. Para la valoración de los costes del personal sanitario contamos con la información precisa publicada por el ministerio de sanidad de Kuwait. En este caso, los tratamientos son realizados por dos profesionales: “Physiatrists”, médico experto en la valoración, diagnóstico y manejo de problemas musculoesqueléticos y condiciones discapacitantes y que asegura que el paciente pueda participar en las terapias y “Physical therapists” que se ocupan de realizar la terapia. Estos datos fueron obtenidos en dinares kuwaitís y transformados a euros para el análisis.

Se trata del primer estudio de coste efectividad que relaciona dolor plantar con las técnicas de punción seca y EPI, y por ello no existen otros comparadores para nuestros resultados. Las principales limitaciones se deben a la fuente de datos y estudio principal, cuyo tamaño muestral es limitado y donde sólo el 78% de los participantes completaron el estudio. Por otra parte, debido a la escasez de información y el uso de los datos del ensayo de forma retrospectiva fue difícil poder incorporar más información sobre costes indirectos o costes no sanitarios.

En el segundo estudio<sup>2</sup> realizado en pacientes con ictus conseguimos evaluar dos variables de efectividad diferentes y tuvimos la oportunidad de incluir en los costes los niveles de cuidado. Los datos de calidad de vida mostraron ligeras mejoras en el grupo DNHS® que sin embargo no fueron suficientes para confirmar las diferencias entre grupos. Como es el caso de BoTULS<sup>23</sup>, su revisión del uso de la toxina botulínica en esta misma patología tampoco encontró diferencias significativas en la calidad de vida de varios estudios. Es posible que la valoración de la calidad de vida según el EQ-5D-5L no sea lo suficientemente sensible para ver los cambios que se dan en pacientes cuya calidad de vida es baja o el impacto que pueden tener en ella algunos tratamientos con poco margen de mejora<sup>55</sup>. En este caso, el uso de los respondedores según la MMAS nos da otro punto de vista que completa el análisis.

En el análisis de sensibilidad que realizamos a raíz del análisis coste-efectividad con la variable calidad de vida observamos que los costes por nivel de cuidado tienen un gran peso comparado con el coste de la propia intervención. Entendemos que, en esta patología, el cuidado de un paciente de estas características supone un gran impacto en el gasto sanitario.

Por otro lado, el análisis de propensiones realizado en el estudio previo ayuda a que los resultados sean más precisos. A la hora de comparar diferentes grupos es necesario que las únicas diferencias sean las del factor que se quiere comparar y que los otros factores que puedan influir estén en igualdad de condiciones. En el caso de los estudios aleatorizados los grupos suelen ser de por sí homogéneos; sin embargo, en estudios observacionales o no aleatorizados, es difícil determinar hasta qué punto lo que vemos en las variables resultado es efecto de las condiciones que estamos estudiando.

En el tercer estudio (pendiente de publicación en *Acupuncture in Medicine*) el uso del cuestionario SF-36 nos permite obtener datos de calidad de vida a través de la herramienta SF-6d, a pesar de su dificultad. Sin embargo, los resultados que se obtienen en el estudio no presentan grandes mejoras significativas, posiblemente por el escaso impacto que puedan tener este tipo de tratamientos en este tipo de afecciones y en la calidad de vida del paciente. Los AVAC pueden no ser sensibles al efecto de intervenciones relativamente parecidas sobre una enfermedad no muy grave (donde la esperanza de vida no influye) o en el manejo de enfermedad crónicas (donde lo más importante puede ser la calidad de vida). Además, la duración del estudio se limita a 22 semanas, cuando en otros estudios hemos encontrado diferencias significativas entre grupos a las 52 semanas (estudio dolor plantar). La medida a sólo 2 meses del tratamiento puede ser insuficiente para valorar la modificación en la calidad de vida en un paciente con ictus<sup>56</sup> o en el caso de la tendinopatía rotuliana. En el estudio sobre fascitis plantar se hace un seguimiento de 52 semanas (1 año), y aunque en las primeras mediciones sí que se observan diferencias significativas en la calidad de vida en las 4 y 8 primeras semanas para la punción seca y EPI, las variaciones de la calidad de vida a lo largo de las 52 semanas se traducen en unas diferencias aún mayores entre los AVAC de

ambos grupos y permite ver los resultados del análisis de coste efectividad de forma clara.

También hay que considerar que los cuestionarios de calidad de vida representan la valoración del paciente con respecto a su estado de salud. El poder del tratamiento puede estar por debajo de las expectativas del paciente: ¿el paciente quiere recuperarse al nivel de salud previo o quiere mejorar? ¿la mejora a la hora de andar para el paciente es suficiente para que se traslade en una mejoría de su calidad de vida?

En la valoración de los costes nos encontramos dificultades similares a los otros estudios, y todas radican en lo mismo: no existen precios estipulados. Es por ello por lo que se hacen estimaciones del coste de la sesión realizada por el fisioterapeuta según los boletines oficiales de distintas comunidades autónomas y se valora el coste del ecógrafo y del equipo de electrólisis asumiendo varios tipos de amortización del coste total del equipo y distintos números de uso.

En el cuarto y último estudio observamos diferencias significativas en la mejora de la calidad de vida de 11 pacientes con hemiparesia por ictus solo con una sola sesión de punción seca. A pesar de ser una muestra de pacientes reducida y que las conclusiones que podemos sacar son limitadas, podemos observar cierto impacto del tratamiento con punción en pacientes con ictus y con la escala EQ-5D. Estos datos se correlacionan con los valores de porcentaje de respondedores según la MMAS, y combinado con el bajo coste que supone realizar la punción seca hace que la relación coste-efectividad sea beneficiosa.

Los resultados de estos estudios deben compararse con el valor de referencia que nos permite determinar si un tratamiento se debe aceptar o no por su relación de coste-efectividad. El umbral de coste-efectividad sirve como regla de medir para tomar decisiones transparentes y objetivas. En 2002 este umbral se consideraba en 30.000€<sup>57</sup>. Sin embargo, en 2016 se ha ajustado este umbral a un intervalo entre 21.000€ y 24.000€<sup>58</sup>. En todos los casos las valoraciones del ICER obtenidos han estado muy por debajo de estos valores.

## Conclusión

A raíz de los resultados publicados en los artículos de este compendio podemos concluir que:

1. Las técnicas de punción seca y electrólisis percutánea intratisular para el tratamiento del dolor plantar y de talón presentan buena relación de coste-efectividad, siendo esta última la que presenta mejores resultados.
2. En la rehabilitación de miembros superiores del paciente con ictus en fase subaguda, el tratamiento con punción seca, técnica DNHS®, presenta buenos resultados de coste-efectividad según la MMAS. Según los datos de calidad de vida, 4 semanas de tratamiento es más coste-efectivo que una duración de 8 semanas.
3. En la rehabilitación de pacientes con ictus en fase crónica una sesión con punción seca, técnica DNHS®, es más coste-efectiva que la punción simulada.
4. En el análisis de coste-efectividad, los cambios en las variables intermedias o finales pueden ser muy pequeños, es por eso necesario emplear distintas variables que puedan ser más sensibles a estos cambios
5. La técnica de electrólisis percutánea intratisular presenta mejor relación coste-efectividad que la punción seca o solo ejercicios excéntricos para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana.
6. La falta de consenso o de precios establecidos para las sesiones realizadas por el fisioterapeuta dificulta la valoración de la relación de coste-efectividad de las técnicas en fisioterapia
7. Se necesitan más estudios que evalúen tanto variables clínicas como de calidad de vida, con un mayor número de pacientes y que puedan comparar de forma directa las técnicas de punción seca con los tratamientos habituales (toxina botulínica en el caso de ictus).



## Bibliografía

1. Zaldívar JNC, Calvo S, Bravo-Esteban E, Ruiz PO, Santi-Cano MJ, Herrero P. Effectiveness of dry needling for upper extremity spasticity, quality of life and function in subacute phase stroke patients: *Acupunct Med*. Published online August 20, 2020. doi:10.1177/0964528420947426
2. Fernández Sanchis D, Cuenca Zaldívar JN, Calvo S, Herrero P, Gómez Barrera M. Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke. *Acupunct Med*. Published online December 2, 2021:096452842110557. doi:10.1177/09645284211055750
3. Al-Boloushi Z, Gómez-Trullén EM, Bellosta-López P, López-Royo MP, Fernández D, Herrero P. Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: a protocol for a randomized controlled trial. *J Orthop Surg*. 2019;14(1):31. doi:10.1186/s13018-019-1066-4
4. Al-Boloushi Z, Gómez-Trullén EM, Arian M, Fernández D, Herrero P, Bellosta-López P. Comparing two dry needling interventions for plantar heel pain: a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2020;10(8). doi:10.1136/bmjopen-2020-038033
5. Fernández Sanchis D, Al-Boloushi Z, Bellosta-López P, Herrero P, Gómez M, Calvo S. Cost-effectiveness of two dry needling interventions for plantar heel pain: a secondary analysis of an RCT. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(4):1777. doi:10.3390/ijerph18041777
6. López-Royo MP, Ríos-Díaz J, Galán-Díaz RM, Herrero P, Gómez-Trullén EM. A comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. Published online February 5, 2021. doi:10.1016/j.apmr.2021.01.073
7. Calvo S, Brandín-de la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Bravo-Esteban E, Herrero P. Effects of dry needling on function, hypertonia and quality of life in chronic stroke: a randomized clinical trial. *Acupunct Med*. Published online December 13, 2021:09645284211056347. doi:10.1177/09645284211056347
8. Fernández-Sanchis D, Brandín-de la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Gil-Calvo M, Herrero P, Calvo S. Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke. *Healthcare*. 2022;10(1):160. doi:10.3390/healthcare10010160
9. Garrido FV, Muñoz FM. *Fisioterapia invasiva*. Elsevier Health Sciences; 2016.
10. Mayoral del Moral O. Fisioterapia invasiva del síndrome de dolor miofascial. *Fisioterapia*. 2005;27(2):69-75. doi:10.1016/S0211-5638(05)73419-2
11. Myofascial Pain and Dysfunction, The Trigger Point Manual, 2nd Edition. (2 Volumes). *J Neurosurg Anesthesiol*. 2001;13(1):69-70. Accessed January 20, 2022. [https://journals.lww.com/jnsa/fulltext/2001/01000/myofascial\\_pain\\_and\\_dysfunction,\\_the\\_trigger\\_point.26.aspx](https://journals.lww.com/jnsa/fulltext/2001/01000/myofascial_pain_and_dysfunction,_the_trigger_point.26.aspx)
12. Kietrys DM, Palombaro KM, Azzaretto E, et al. Effectiveness of dry needling for upper-quarter myofascial pain: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43(9):620-634. doi:10.2519/jospt.2013.4668
13. Morihisa R, Eskew J, McNamara A, Young J. Dry needling in subjects with muscular trigger points in the lower quarter: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(1):1-14.
14. Krey D, Borchers J, McCamey K. Tendon needling for treatment of tendinopathy: A systematic review. *Phys Sportsmed*. 2015;43(1):80-86. doi:10.1080/00913847.2015.1004296
15. Fernández-de-Las-Peñas C, Pérez-Bellmunt A, Llurda-Almuzara L, Plaza-Manzano G, De-la-Llave-Rincón AI, Navarro-Santana MJ. Is Dry Needling Effective for

- the Management of Spasticity, Pain, and Motor Function in Post-Stroke Patients? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Med Malden Mass*. 2021;22(1):131-141. doi:10.1093/pm/pnaa392
16. Núñez-Cortés R, Cruz-Montecinos C, Latorre-García R, Pérez-Alenda S, Torres-Castro R. Effectiveness of Dry Needling in the Management of Spasticity in Patients Post Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc*. 2020;29(11):105236. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105236
  17. Valencia-Chulián R, Heredia-Rizo AM, Moral-Munoz JA, Lucena-Anton D, Luque-Moreno C. Dry needling for the management of spasticity, pain, and range of movement in adults after stroke: A systematic review. *Complement Ther Med*. 2020;52:102515. doi:10.1016/j.ctim.2020.102515
  18. Brandín-de la Cruz N, Calvo S, Rodríguez-Blanco C, Herrero P, Bravo-Esteban E. Effects of dry needling on gait and muscle tone in Parkinson's disease: a randomized clinical trial. *Acupunct Med J Br Med Acupunct Soc*. 2022;40(1):3-12. doi:10.1177/09645284211039232
  19. del Pilar Pérez-Trujillo M, González-Platas M, Pérez-Martín MY, Revert-Gironés MC, González-Platas J. Dry needling for treating spasticity in multiple sclerosis. *J Phys Ther Sci*. 2021;33(7):505-510. doi:10.1589/jpts.33.505
  20. INEbase / Sociedad /Salud /Estadística de defunciones según la causa de muerte / Últimos datos. INE. Accessed January 23, 2022. [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175)
  21. El gasto sanitario anual por ictus en España es de 1.250 millones de euros. Redacción Médica. Accessed January 25, 2022. <https://www.redaccionmedica.com/secciones/neurologia/el-gasto-sanitario-anual-por-ictus-en-espana-es-de-1-250-millones-de-euros--5845>
  22. Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, Verdesca S, Grippo A. Evaluation of upper-limb spasticity after stroke: A clinical and neurophysiologic study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(3):410-415. doi:10.1016/j.apmr.2004.10.022
  23. Shaw L, Rodgers, H, Price C, et al. BoTULS: a multicentre randomised controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost-effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. *Health Technol Assess*. 2010;14(26). doi:10.3310/hta14260
  24. Esquenazi A, Delgado MR, Hauser RA, et al. Duration of Symptom Relief Between Injections for AbobotulinumtoxinA (Dysport®) in Spastic Paresis and Cervical Dystonia: Comparison of Evidence From Clinical Studies. *Front Neurol*. 2020;11. Accessed March 4, 2022. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2020.576117>
  25. Heel Pain—Plantar Fasciitis | Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Accessed January 20, 2022. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2008.0302#bib48>
  26. Cotchett MP, Munteanu SE, Landorf KB. Effectiveness of trigger point dry needling for plantar heel pain: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2014;94(8):1083-1094. doi:10.2522/ptj.20130255
  27. McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, Wukich DK, Irrgang JJ, Godges JJ. Heel pain--plantar fasciitis: clinical practice guidelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(4):A1-A18. doi:10.2519/jospt.2008.0302
  28. ICON 2019: International Scientific Tendinopathy Symposium Consensus: Clinical Terminology | British Journal of Sports Medicine. Accessed January 21, 2022. <https://bjsm.bmj.com/content/54/5/260>

29. Zwerver J, Bredeweg SW, van den Akker-Scheek I. Prevalence of Jumper's Knee Among Nonelite Athletes From Different Sports: A Cross-Sectional Survey. *Am J Sports Med.* 2011;39(9):1984-1988. doi:10.1177/0363546511413370
30. Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *Br J Sports Med.* 2005;39(2):102-105. doi:10.1136/bjsm.2003.010587
31. Mendonça LDM, Leite HR, Zwerver J, Henschke N, Branco G, Oliveira VC. How strong is the evidence that conservative treatment reduces pain and improves function in individuals with patellar tendinopathy? A systematic review of randomised controlled trials including GRADE recommendations. *Br J Sports Med.* 2020;54(2):87-93. doi:10.1136/bjsports-2018-099747
32. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014;4(2):188-193.
33. López-Royo MP, Ortiz-Lucas M, Gómez-Trullén EM, Herrero P. The Effectiveness of Minimally Invasive Techniques in the Treatment of Patellar Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM.* 2020;2020:8706283. doi:10.1155/2020/8706283
34. Dilla T, González de Dios, Sacristán JA. Evaluación Económica en Medicina (I): Fundamentos y Metodología. Published 2009. Accessed January 19, 2022. <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/5342/evaluacion-economica-en-medicina-i-fundamentos-y-metodologia>
35. Schinwelski M, Sławek J. Prevalence of spasticity following stroke and its impact on quality of life with emphasis on disability in activities of daily living. Systematic review. *Neurol Neurochir Pol.* 2010;44(4):404-411. doi:10.1016/s0028-3843(14)60300-5
36. Ansari NN, Naghdi S, Mashayekhi M, Hasson S, Fakhari Z, Jalaie S. Intra-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) in the assessment of upper-limb muscle spasticity. *NeuroRehabilitation.* 2012;31(2):215-222. doi:10.3233/NRE-2012-0791
37. Rychlik R, Kreimendahl F, Schnur N, Lambert-Baumann J, Dressler D. Quality of life and costs of spasticity treatment in German stroke patients. *Health Econ Rev.* 2016;6. doi:10.1186/s13561-016-0107-5
38. Perpiñán JMA. Utilidades SF-6D para España. Guía de uso 2012/8. Sevilla: Cátedra de Economía de la Salud. Universidad Pablo de Olavide. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. Recuperado de [www.upo.es/cades](http://www.upo.es/cades). :35.
39. Cabasés JM, Sanchez Iriso E, Ollo López A, Errea Rodríguez M. *Calidad de Vida Relacionada Con La Salud En Adultos: EQ-5D-5L. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD ESPAÑA 2011/12.* Ministerio de Sanidad, servicios sociales e igualdad; 2014. Accessed January 27, 2022. [https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2011/informesMonograficos/CVRS\\_adultos\\_EQ\\_5D\\_5L.pdf](https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2011/informesMonograficos/CVRS_adultos_EQ_5D_5L.pdf)
40. EUROQOL group. Crosswalk Index Value Calculator – EQ-5D. Accessed May 5, 2022. <https://euroqol.org/eq-5d-instruments/eq-5d-5l-about/valuation-standard-value-sets/crosswalk-index-value-calculator/>
41. Ruiz MA, Pardo A. Calidad de vida relacionada con la salud: definición y utilización en la práctica médica. *PharmacoEconomics Span Res Artic.* 2005;2(1):31-43.

doi:10.1007/BF03320897

42. Prieto L, Sacristán JA, Antoñanzas F, Rubio-Terrés C, Pinto JL, Rovira J. Análisis coste-efectividad en la evaluación económica de intervenciones sanitarias. *Med Clínica*. 2004;122(13):505-510. Accessed January 19, 2022. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-analisis-coste-efectividad-evaluacion-economica-intervenciones-13060174>
43. Valladares A, González de Dios J, Sacristán JA. Evaluación Económica en Medicina (II): métodos de evaluación económica y manejo de la incertidumbre asociada. Published 2009. Accessed January 19, 2022. <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/5359/evaluacion-economica-en-medicina-ii-metodos-de-evaluacion-economica-y-manejo-de-la-incertidumbre-asociada>
44. Campbell MK. Bootstrapping: estimating confidence intervals for cost-effectiveness ratios. *QJM*. 1999;92(3):177-182. doi:10.1093/qjmed/92.3.177
45. O'Brien BJ, Briggs AH. Analysis of uncertainty in health care cost-effectiveness studies: an introduction to statistical issues and methods. *Stat Methods Med Res*. 2002;11(6):455-468. doi:10.1191/0962280202sm304ra
46. Minaya Muñoz F, Valera Garrido F, Sánchez Ibáñez JM, Medina i Mirapeix F. Estudio de coste-efectividad de la electrólisis percutánea intratisular (EPI®) en las epicondilalgias. *Fisioterapia*. 2012;34(5):208-215. doi:10.1016/j.ft.2012.04.001
47. Arias-Buría JL, Martín-Saborido C, Cleland J, Koppenhaver SL, Plaza-Manzano G, Fernández-de-Las-Peñas C. Cost-effectiveness Evaluation of the Inclusion of Dry Needling into an Exercise Program for Subacromial Pain Syndrome: Evidence from a Randomized Clinical Trial. *Pain Med Malden Mass*. 2018;19(12):2336-2347. doi:10.1093/pm/pny021
48. CADTH Rapid Response Reports. *Dry Needling and Injection for Musculoskeletal and Joint Disorders: A Review of the Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness, and Guidelines*. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2016. Accessed January 19, 2022. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK395711/>
49. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Medina-Mirapeix F. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis in Chronic Lateral Epicondylitis: Short-Term and Long-Term Results. *Acupunct Med*. 2014;32(6):446-454. doi:10.1136/acupmed-2014-010619
50. Lim SM, Yoo J, Lee E, et al. Acupuncture for spasticity after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Evid-Based Complement Altern Med ECAM*. 2015;2015:870398. doi:10.1155/2015/870398
51. Mohammadpour F, Ali Oghabian M, Nakhostin Ansari N, Naghdi S, Dommerholt J. Effects of dry needling on post-stroke brain activity and muscle spasticity of the upper limb: a case report. *Acupunct Med*. 2021;39(1):69-71. doi:10.1177/0964528420920294
52. Tavakol Z, Shariat A, Ghannadi S, et al. The effect of dry needling on upper and lower limb spasticity in a patient with a brain tumor. *Acupunct Med J Br Med Acupunct Soc*. 2019;37(2):133-135. doi:10.1177/0964528419830401
53. Morales Santos A, del Cura Rodríguez JL, Nicolau Molina C, Remartínez Escobar E, Bueno Horcajadas Á, García Gonzalez P. Los costes de la ecografía. Documento SEUS 1-2012. SEUS. Published online 2012.
54. Rome K, Gray J, Stewart F, Hannant SC, Callaghan D, Hubble J. Evaluating the clinical effectiveness and cost-effectiveness of foot orthoses in the treatment of plantar heel pain: a feasibility study. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94(3):229-238. doi:10.7547/0940229
55. Walters SJ, Brazier JE. Comparison of the minimally important difference for two health state utility measures: EQ-5D and SF-6D. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat*

*Care Rehabil.* 2005;14(6):1523-1532. doi:10.1007/s11136-004-7713-0

56. Caty GD, Detrembleur C, Bleyenheuft C, Deltombe T, Lejeune TM. Effect of Simultaneous Botulinum Toxin Injections Into Several Muscles on Impairment, Activity, Participation, and Quality of Life Among Stroke Patients Presenting With a Stiff Knee Gait. *Stroke*. 2008;39(10):2803-2808. doi:10.1161/STROKEAHA.108.516153

57. Umbrales, valores y el coste-efectividad de las tecnologías sanitarias en España. El médico interactivo. Published November 3, 2016. Accessed January 20, 2022. <https://elmedicointeractivo.com/umbrales-valores-y-coste-efectividad-tecnologias-sanitarias-espanha-20161103153433106989/>

58. Vallejo-Torres L, García-Lorenzo B, Serrano-Aguilar P. Estimating a cost-effectiveness threshold for the Spanish NHS. *Health Econ.* 2018;27(4):746-761. doi:10.1002/hec.3633

## Anexos

Aceptación de coautores de publicaciones en tesis doctorales por compendio de artículos (Modelo FI-379)



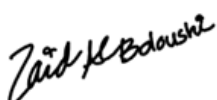
**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | P05833810                                                                                                                                                     |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | ALBOLOUSHI ZAID                                                                                                                                               |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA                                                                                                                                       |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | PhD                                                                                                                                                           |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / Yes<br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> ) |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de dos intervenciones con Punción seca en dolor plantar del talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.                    |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                     |

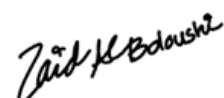
Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En KUWAIT, a 11 de 01 de 2022

Firma / *Signature* 

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature* 

**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 18059446F                                                                                                                                                      |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Bellosta López, Pablo                                                                                                                                          |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Universidad San Jorge. Campus Universitario, Autov. A23 km 299, 50830. Villanueva de Gállego, Zaragoza, España.                                                |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Personal Docente Universitario en formación.                                                                                                                   |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input type="radio"/> Sí / <i>Yes</i><br><input checked="" type="radio"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> ) |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de dos intervenciones con Punción seca en dolor plantar del talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.                     |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                      |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Villanueva de Gállego, a 11 de enero de 2022

Firma / *Signature*  Firmado digitalmente por BELLOSTA LOPEZ PABLO - 18059446F  
Fecha: 2022.01.11 12:28:27 +01'00'

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*  Firmado digitalmente por BELLOSTA LOPEZ PABLO - 18059446F  
Fecha: 2022.01.11 12:28:48 +01'00'

**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 52923158C                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Cuenca Zaldívar, Juan Nicolás                                                                                                                                                                             |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Servicio de Rehabilitación, Hospital Guadarrama                                                                                                                                                           |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Fisioterapeuta                                                                                                                                                                                            |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / Yes<br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> )                                             |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de Punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus.<br><i>Cost-effectiveness of upper extremity needling in the rehabilitation of patients with stroke</i> |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                                                                 |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Madrid, a 12 de enero de 2022



Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*



Firma / *Signature*

**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 18448749-N                                                                                                                                                    |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | LÓPEZ RAYO, MARIA PILAR                                                                                                                                       |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | UNIVERSIDAD SAN JORGE<br>GRADO DE FISIOTERAPIA                                                                                                                |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | VICEDECANO / PDI                                                                                                                                              |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / Yes<br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> ) |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad                                                 |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                     |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En BARAGOA, a 14 de FEBRERO de 2022



Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*

**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

**Datos del coautor / *co-author data***

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 29129974Z                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Jiménez Sánchez, Carolina                                                                                                                                                                                  |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Grado en Fisioterapia. Facultad Ciencias de la Salud. Universidad San Jorge.                                                                                                                               |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Doctor                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input type="radio"/> <b>Sí / Yes</b><br><input type="radio"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> )                                                        |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad<br><br>Coste-efectividad de Punción seca en extremidades superiores en Ictus en fase crónica |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                                                                  |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Zaragoza a 9 de febrero de 2022

JIMENEZ  
SANCHEZ  
CAROLINA  
-  
29129974Z  
Firmado digitalmente por  
JIMENEZ  
SANCHEZ  
CAROLINA  
201209074Z  
Fecha: 2022.02.09  
11:30:40 +01'00'

Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*



**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 72797773J                                                                                                           |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Gil Calvo, Marina                                                                                                   |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Facultad de ciencias de la salud y del deporte, departamento de fisioterapia y enfermería, Universidad de Zaragoza. |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | PDI                                                                                                                 |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input type="radio"/> Sí / <i>Yes</i>                                                                               |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de Punción seca en extremidades superiores en Ictus en fase crónica                               |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                           |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Huesca , a 8 de febrero de 2022

Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*



**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 51998134X                                                                                                                                               |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Brandín de la Cruz, Natalia                                                                                                                             |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Universidad San Jorge                                                                                                                                   |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Docente                                                                                                                                                 |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input type="radio"/> Sí / Yes<br><input checked="" type="radio"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> ) |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de Punción seca en extremidades superiores en Ictus en fase crónica                                                                   |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                               |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Zaragoza, a 8 de Enero de 2022

Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*



**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

**Datos del coautor / *co-author data***

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 70521793K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Calvo Carrión, Sandra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias de la Salud.<br>Departamento de Fisiología y Enfermería.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / Yes<br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coste-efectividad de dos intervenciones con Punción seca en dolor plantar del talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.</li> <li>- Coste-efectividad de Punción seca en el miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus.</li> <li>- Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad</li> <li>- Coste-efectividad de Punción seca en extremidades superiores en Ictus en fase crónica</li> </ul> |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Zaragoza, a 9 de septiembre de 2022

CALVO CARRION  
SANDRA - DNI  
70521793K

Firmado digitalmente por  
CALVO CARRION SANDRA  
- DNI 70521793K  
Fecha: 2022.02.09  
11:22:19 +01'00'

Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

CALVO CARRION  
SANDRA - DNI  
70521793K

Firmado digitalmente por  
CALVO CARRION SANDRA  
- DNI 70521793K  
Fecha: 2022.02.09 11:22:39  
+01'00'

Firma / *Signature*

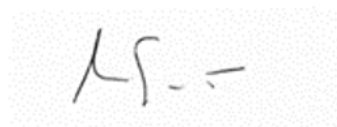
**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 25147720 <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Gómez Barrera, Manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Universidad San Jorge, Facultad de Ciencias de la Salud                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Ayudante Doctor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / Yes<br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> )                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | Coste-efectividad de dos intervenciones con Punción seca en dolor plantar del talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.<br>Coste-efectividad de Punción seca en miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus.<br>Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchís, Daniel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis*

En Zaragoza, a 30 de abril de 2022



Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*



**ACEPTACIÓN ESCRITA DE LOS COAUTORES PARA QUE EL DOCTORANDO PRESENTE EL  
TRABAJO COMO TESIS DOCTORAL / *Written acceptance of the co-authors of a research  
publication for its presentation as part of a PhD Thesis***

Datos del coautor / *co-author data*

|                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DNI/NIE/PASAPORTE</b><br><i>Identity number</i>                                                         | 25186638M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Apellidos, nombre del coautor</b><br><i>Coauthor's surname, name</i>                                    | Herrero Gallego, Pablo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Institución, departamento, universidad de pertenencia</b><br><i>Affiliation, Department, University</i> | Universidad de Zaragoza, Departamento de Fisiología y Enfermería                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Categoría</b><br><i>Academic category</i>                                                               | Ayudante Doctor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Doctor/a</b>                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Sí / <i>Yes</i><br><input type="checkbox"/> No (rellenar el apartado de renuncia / <i>please fill in the resignation below</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Título de las publicaciones</b><br><i>Title of the research publications affected</i>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coste-efectividad de dos intervenciones con Punción seca en dolor plantar del talón: análisis secundario a ensayo controlado aleatorizado.</li> <li>- Coste-efectividad de Punción seca en el miembro superior en la rehabilitación de pacientes con Ictus.</li> <li>- Estudio comparativo de los tratamientos para tendinopatía rotuliana: análisis secundario de coste-efectividad</li> <li>- Coste-efectividad de Punción seca en extremidades superiores en Ictus en fase crónica</li> </ul> |
| <b>Apellidos, nombre del doctorando</b><br><i>PhD student's surname, name</i>                              | Fernández Sanchis, Daniel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Acepto que la publicación mencionada sea presentada por el doctorando como trabajo que forma parte de su tesis doctoral / *Hereby I accept that the above mentioned research publication is presented by the PhD student as part of its PhD Thesis.*

En Zaragoza, a 10 de Febrero de 2022

HERRERO  
GALLEGO  
PABLO - DNI  
25186638M

Digitally signed by HERRERO  
GALLEGO PABLO - DNI 25186638M  
DN: cn=HERRERO GALLEG PABLO,  
ou=UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA,  
o=UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA,  
c=ES  
Date: 2022.02.10 10:17:40 +0100

Firma / *Signature*

**RENUNCIA DEL COAUTOR NO DOCTOR A PRESENTAR EL TRABAJO COMO  
PARTE DE OTRA TESIS DOCTORAL / *Resignation of the co-author to use the research  
publication as part of my PhD Thesis***

Renuncio a presentar las publicaciones mencionadas como parte de otra tesis doctoral / *I resign to use the mentioned publications as part of my PhD Thesis*

Firma / *Signature*

## Comunicaciones orales y colaboraciones

### Comunicación Oral:

ESTUDIO DE COSTE-EFECTIVIDAD DE LA PUNCIÓN SECA EN BRAZO EN PACIENTE CON ICTUS, Daniel Fernández Sanchis, Juan Nicolás Cuenca Zaldívar, V Jornadas de Innovación en Fisioterapia. 19 de Mayo de 2017. ISBN: 978-84-697-4672-1 Facultad de Ciencias de la Salud, Grado en Fisioterapia. Universidad San Jorge. 50.830 - Villanueva de Gállego (Zaragoza-España) [www.usj.es](http://www.usj.es)

### Colaboraciones en los artículos:

- Al-Boloushi, Zaid, Eva María Gómez-Trullén, Pablo Bellosta-López, María Pilar López-Royo, Daniel Fernández, y Pablo Herrero. «Comparing Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Protocol for a Randomized Controlled Trial». *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 14, n.º 1 (diciembre de 2019): 31. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1066-4>.
- Al-Boloushi, Zaid, Eva Maria Gómez-Trullén, Mohammad Arian, Daniel Fernández, Pablo Herrero, y Pablo Bellosta-López. «Comparing Two Dry Needling Interventions for Plantar Heel Pain: A Randomised Controlled Trial». *BMJ Open* 10, n.º 8 (1 de agosto de 2020). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038033>.
- Calvo, Sandra, Natalia Brandín-de la Cruz, Carolina Jiménez-Sánchez, Elisabeth Bravo-Esteban, y Pablo Herrero. «Effects of Dry Needling on Function, Hypertonia and Quality of Life in Chronic Stroke: A Randomized Clinical Trial». *Acupuncture in Medicine*, 13 de diciembre de 2021, 09645284211056347. <https://doi.org/10.1177/09645284211056347>.
- Zaldívar, Juan Nicolás Cuenca, Sandra Calvo, Elisabeth Bravo-Esteban, Petronila Oliva Ruiz, Maria José Santi-Cano, y Pablo Herrero. «Effectiveness of Dry Needling for Upper Extremity Spasticity, Quality of Life and Function in Subacute Phase Stroke Patients»: *Acupuncture in Medicine*, 20 de agosto de 2020. <https://doi.org/10.1177/0964528420947426>.