

# Aportes interdisciplinarios de la ultrasonografía en el diagnóstico y seguimiento y manejo del túnel del Carpo

Randol Karami Silva Bermudez<sup>1</sup>  Jordy Rafael Mora Cáceres<sup>2</sup>  Oscar Iván Pinto Ramos<sup>3</sup>  Sheila Maria Blanco Galvan<sup>4</sup>  Jesús Alberyan Cortés Díaz<sup>5</sup>   
Jorge David Mendoza Arroyo<sup>6</sup> 

1 Randol Karami Silva Bermudez\*, Universidad del Cauca, rksilva@unicauca.edu.co  
2 Jordy Rafael Mora Cáceres, Universidad del Sinú Montería, jordymora2014@gmail.com  
3 Oscar Iván Pinto Ramos, Universidad Privada del Valle-Bolivia, ospin\_06@hotmail.com  
4 Sheila Maria Blanco Galvan, Universidad Autónoma de Bucaramanga, sheilablanca23@hotmail.com  
5 Jesús Alberyan Cortés Díaz, Universidad de Caldas, jesus.acd94@gmail.com  
6 Jorge David Mendoza Arroyo, Universidad de Antioquia, jorgem879@gmail.com

## Historia del Artículo:

Recibido el 15 de octubre de 2020

Aceptado el 09 de septiembre de 2021

On-line el 20 de enero de 2022

**Palabras Clave:** Túnel del carpo, amiotrofia tenar, neuropatía periférica, neuropatía, ultrasonografía.

Luz UV

**Keywords:** Túnel del carpu, tenar amyotrophy, peripheral neuropathy, neuropathy, ultrasonography.

## Resumen

El síndrome del túnel de carpo es la neuropatía por compresión más frecuente en los miembros superiores a nivel mundial, con una mayor prevalencia en mujeres. Su diagnóstico se realiza clínicamente por su sintomatología y hallazgos en el examen físico, confirmados con frecuencia con la electromiografía y otros estudios. Los criterios de la ecografía para el diagnóstico del síndrome del túnel del carpo se han vuelto más útiles, obteniendo una serie de ventajas que son: mayor tolerancia al realizar el examen, menor costo, permite una evaluación y diagnóstico más fácil, proporcionando un buen índice de gravedad y un buen detalle de las variantes anatómicas, así como la posibilidad de medir parámetros del nervio mediano, flujo sanguíneo, y movilidad. En cuanto a tratamiento podemos realizar infiltraciones bajo guía ecografía, cirugías guiadas por ultrasonido y seguimiento con controles ecográficos para visualizar su respuesta terapéutica en pacientes con diagnóstico de síndrome del túnel carpo.

## Abstract

Carpal tunnel syndrome is the most common compression neuropathy in the upper limbs worldwide, with a higher prevalence in women. Its diagnosis is made clinically by its symptomatology and findings on physical examination, often confirmed with electromyography and other studies. The criteria of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome have become more useful, obtaining a series of advantages that are: greater tolerance when performing the examination, lower cost, allows an easier evaluation and diagnosis, providing a good severity index and a good detail of the anatomical variants, as well as the possibility of measuring parameters of the median nerve, blood flow, and mobility. In terms of treatment, we can perform infiltrations under ultrasound guidance, ultrasound-guided surgeries, and follow-up with ultrasound controls to visualize their therapeutic response in patients diagnosed with carpal tunnel syndrome.

\* Autor para correspondencia:

Randol Karami Silva Bermudez, Universidad del Cauca, e-mail: [rksilva@unicauca.edu.co](mailto:rksilva@unicauca.edu.co)

Cómo citar:

Silva et al. Aportes interdisciplinarios de la ultrasonografía en el diagnóstico y seguimiento y manejo del túnel del Carpo. S&EMJ. Año 2022; Vol. 2: 131-144.

## Introducción

El síndrome del túnel del carpo es la neuropatía por compresión más común en las extremidades superiores (1) presentando una prevalencia de aproximadamente del 1 % al 5% en la población general, lo que provoca síntomas relacionados con el daño del nervio mediano (2). El diagnóstico de esta patología se basa en combinación del examen físico y síntomas del paciente con la confirmación de pruebas diagnósticas, una de las más estudiadas y con mayor precisión es la electromiografía y neuroconducción del nervio mediano, sin embargo solo se evidencia el nivel de la lesión pero no se puede caracterizar la etiología de la enfermedad (2,4). En cuanto a la ecografía se ha vuelto más dinámica en sus criterios para el diagnóstico, seguimiento y manejo del síndrome del túnel del carpo (3).

Su tolerancia al estudio es mejor y los costos son más bajos a comparación de otros métodos diagnósticos, generando un valor adicional en la visualización de las variantes anatómicas, el aumento del área trasversal del nervio mediano, la relación del aplanamiento y arqueamiento del retináculo flexor; la información que se ha confirmado por múltiples estudios donde la ecografía es un método preciso para la visualización de las estructuras del túnel carpiano y el estado del nervio mediano (4). En cuanto al uso terapéutico podemos realizar las infiltraciones a nivel del retináculo con corticoides guiadas por ecografía o cirugías ultrasónicas mínimamente invasiva guiada por ultrasonografía generando en el paciente menor tiempo de incapacidad y una rehabilitación más pronta a comparación de la cirugía abierta (3).

## Objetivo

En este artículo lo que se quiere establecer son los nuevos aportes interdisciplinarios en el síndrome del túnel del carpo, en el diagnóstico seguimiento y tratamiento con la ultrasonografía en comparación con otros estudios y sus avances a nivel mundial.

## Metodología

Se realizó una búsqueda en bases de datos PubMed, Clinicalkey, Science Direct, Google educative, Ovids, Oxford University Press, UpToDate, Web of science group. Entre los años 2000 al 2022 sin restricciones de idioma en la cual se plantearon como términos de búsqueda túnel del carpo, nervio mediano, neuropatía del mediano, atrapamiento del nervio mediano ultrasonografía en el síndrome del túnel del carpo, diagnósticos del túnel de carpo, compresión del nervio mediano. En la cual se incluyeron pacientes con enfermedades

degenerativas, niños y mujeres embarazadas, basándose en las especialidades de cirugía de mano, radiología y fisiatría. Se realizó una revisión de 397 artículos de los cuales se incluyeron 50 artículos entre metanálisis y consensos internacionales, después de revisión de los títulos y resúmenes de los estudios se determinó si el estudio era conveniente para la recopilación con posterior evaluación e identificación de aquellos destacados para el análisis del estudio.

## Introduction

*Carpal tunnel syndrome is the most common compression neuropathy in the upper extremities (1) with a prevalence of approximately 1% to 5% in the general population, leading to symptoms related to median nerve damage (2). The diagnosis of this pathology is based on the combination of the physical examination and symptoms of the patient with the confirmation of diagnostic tests, one of the most studied and with greater precision is electromyography and neuroconduction of the median nerve, however only the level of the lesion is evident, but the etiology of the disease cannot be characterized (2,4). As for ultrasound, it has become more dynamic in its criteria for diagnosis, monitoring and management of carpal tunnel syndrome (3).*

*Its tolerance to the study is better and the costs are lower compared to other diagnostic methods, generating additional value in the visualization of anatomical variants, the increase of the transverse area of the median nerve, the relationship of flattening and arching of the flexor retinaculum; the information that has been confirmed by multiple studies where ultrasound is an accurate method for the visualization of the structures of the carpal tunnel and the median nerve status (4). As for the therapeutic use, we can perform infiltrations at the level of the retinaculum with corticosteroids guided by ultrasound or minimally invasive ultrasonic surgeries guided by ultrasonography, generating in the patient less time of disability and a faster rehabilitation compared to open surgery (3).*

## Object

*In this article what we want to establish are the new interdisciplinary contributions in the carpal tunnel syndrome, in the diagnostic follow-up and treatment with ultrasonography compared to other studies and their advances worldwide.*

## Methodology

*We searched databases PubMed, Clinicalkey, Science Direct, Google Scholar, Ovids, Oxford University Press, UpToDate, Web of science group. Between the years 2000 to 2022 without language*

*restrictions in which carpal tunnel search terms, median nerve, median neuropathy, median nerve entrapment ultrasonography in carpal tunnel syndrome, carpal tunnel diagnoses, median nerve compression were raised. In which patients with degenerative diseases, children and pregnant women were included, based on the specialties of hand surgery, radiology and physiatry. We conducted a review of 397 articles of which 50 articles were included between meta-analyses and international consensus, after review of the titles and abstracts of the studies it was determined if the study was suitable for the collection with subsequent evaluation and identification of those highlighted for the analysis of the study.*

## ¿Qué es el síndrome del túnel del carpo?

El síndrome del túnel del carpo se da en un gran porcentaje de los pacientes por una afectación subyacente o secundaria a factores anatómicos. Es debido a la compresión crónica del nervio mediano a nivel de la muñeca (5) genera síntomas específicos de dolor, parestesias nocturnas, debilidad al agarrar un objeto, disminución de la sensibilidad, atrofia de la eminencia tenar e imposibilidad de realizar fuerza en la mano en los casos más severos.

Su diagnóstico clínico se realiza por medio de signos clínicos como: dolores espontáneos que desaparecen con la agitación vigorosa de la extremidad (signo de la sacudida) (6,7), el signo de *Tinel* (Ilustración1) se caracteriza por percusión en el túnel del carpo desencadenando dolor tipo corrientoso hasta la punta de los dedos. La prueba de *Phalen* (Imagen2) se realiza indicándole al paciente colocación de las manos una contra la otra en flexión palmar completa, la cual genera parestesias posteriores de 30 a 120 segundos en todo el recorrido de la inervación del nervio mediano en la mano. (6,8)

## Hitos del estudio del síndrome del túnel carpo

Por falta de valor diagnóstico en las pruebas del examen físico se deben realizar pruebas electro diagnósticas y de conducción nervioso. Una de las más nombradas antiguamente que se sigue utilizando con frecuencia citada como *Gold Standard* es la electromiografía y los estudios de conducción presentando una sensibilidad 56% al 84% y especificidad del 95% por lo cual se ha considerado la prueba diagnóstica más relevante para el diagnóstico del síndrome del túnel del carpo (8,9).

Estos estudios de conducción nerviosa brindan información de la condición fisiológica del nervio, sobre una base cuantitativa que compara la latencia y amplitud del nervio a través del túnel

del carpo con otros segmentos nerviosos que no pasan por el túnel, como el nervio radial o cubital. Lo cual se realiza por medio de una estimulación transcutánea que crea un potencial de acción por medio de pulsos electrónicos generando una onda de despolarización detectada por un electrodo de registro dando la respuesta de conducción de tiempo sensorial y velocidad del nervio mediano (8,9,4,10,11).

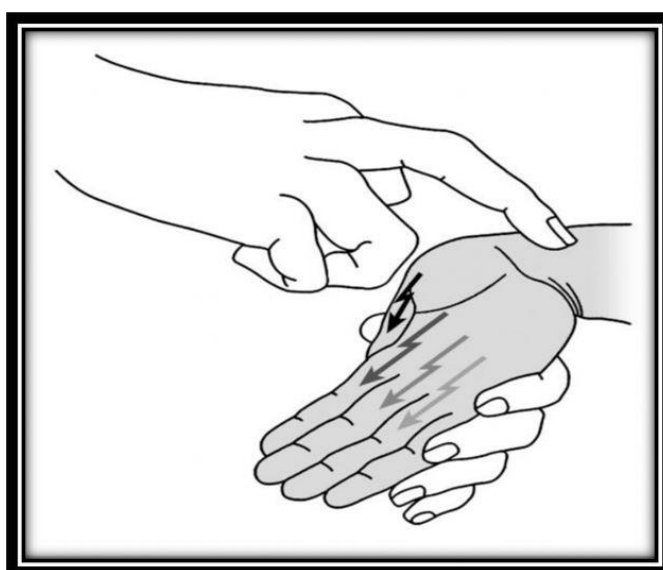
Los estudios de conducción nerviosa son específicos en definir si ha habido algún daño nervioso y definir la fisiología de la lesión si presenta bloqueo de conducción, desmielinización o degeneración axonal. Estos estudios se pueden combinar con la electromiografía para establecer la debilidad muscular creada por algún trastorno neurológico o está generado por afectaciones musculares primarias (2,8,3).

## Estudios innovadores de la ecografía en diagnóstico y seguimiento post operatorio como una nueva potencia para el siglo XXI

Debido a los avances de la tecnología se ha podido implementar otros métodos de diagnóstico en el síndrome del túnel del carpo. Como es la ecografía de alta resolución una imagen de alta calidad de los nervios periféricos y la fascia. También aporta visualización de cambios en el retináculo flexor, vascularización, dando hincapié a las causas secundarias del síndrome del túnel del carpo (8,12,11).

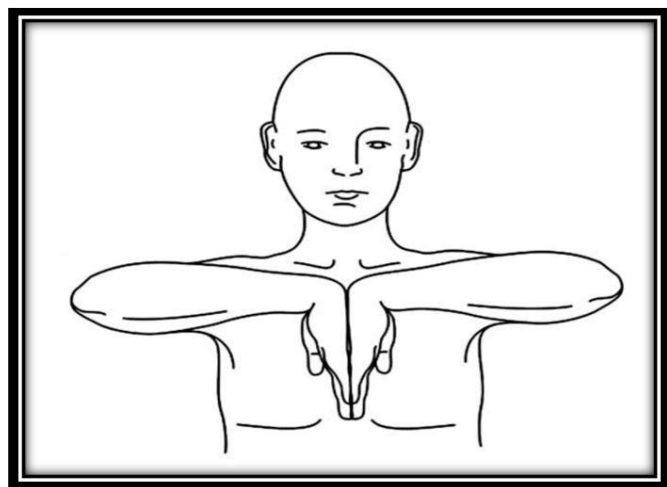
La investigación de la causas secundarias del

**Imagen 1:** Signo de *Tinel*.



**Fuente:** Tomado con fines académicos Klaus Giersiepen, Michael Spallek. *Carpal tunnel syndrome as an occupational disease.* Dtsch Arztebl Int. 2011 April; 108 (7)

**Imagen 2:** Prueba de *Phalen* se visualiza colocando el dorso de las manos en flexión por unos segundos presentando síntomas en esta posición.



**Fuente:** Tomado con fines académicos Klaus Giersiepen, Michael Spallek. *Carpal tunnel syndrome as an occupational disease*. Dtsch Arztebl Int. 2011 April; 108 (7)

síndrome del túnel de carpo no se visualiza en los estudios de conducción nerviosa o electromiografía por lo que debemos implementarla con otros métodos diagnósticos como la ultrasonografía que va ayuda a identificar alteraciones anatómicas, variantes anatómicas, aparición de tenosinovitis de los flexores, derrame articular o quistes artrosinovial en el lado palmar del ligamento, tumores benignos como lipoma o del sistema periférico *schwannoma* que pueda comprimir el nervio mediano, se deben descartar ante una causa secundaria (1,8) (13,14,10,15).

La ultrasonografía se ha vuelto más importante para el estudio de síndrome de túnel del carpo ya que representa un bajo costo, fácil acceso, mayor tolerancia en los pacientes. Se realiza mediante un transductor de ondas de transmisión superficial en contacto con la piel haciendo una visualización de barrido de la sonda en el trayecto del nervio mediano, las imágenes nerviosas se van a ver como estructuras hipocogénicas independiente de la orientación de haz de ultrasonido como se visualiza en la imagen 3, imagen 4 (3,8,12,16).

En el metaanálisis de precisión de las pruebas diagnósticas de ultrasonografía en el síndrome de túnel del carpo (STC). Se establecen criterios de diagnóstico durante la ultrasonografía del nervio mediano con algunos parámetros (6,8,13,14):

- La medición del área trasversa del nervio mediano al inicio, intermedio y salida del túnel del carpo. el único parámetro útil de medición con real valor de precisión diagnóstica es el área trasversa inicial en las muñecas tubo una sensibilidad y

especificidad global de 71 y 86% (6) estableció el área de corte de diagnóstico optimo era de 9-11 mm con una sensibilidad de 94,3% y mayor especificidad fue en 14 mm representada en un 96%. (6,13,17,9,18,19,20,21,49).

- Medición de la relación de aplanamiento del nervio mediano. En dos sitios de medición a nivel del hueso ganchoso distal al túnel del carpo y a nivel de pisiforme proximal al túnel del carpo.

- Arqueamiento del retináculo flexor, los parámetros variaron en todos los estudios por lo cual este parámetro para el diagnóstico del STC no está determinado.

Múltiples estudios de revisión sistemática y de series de casos han demostrado que el nervio mediano tiene un diámetro mayor en la sección transversa proximal y distal a comparación del diámetro media que es más angosto cuando presentan síndrome de túnel del carpo, dando así una apariencia de reloj de arena en esta patología (10,22,18,23,24,15).

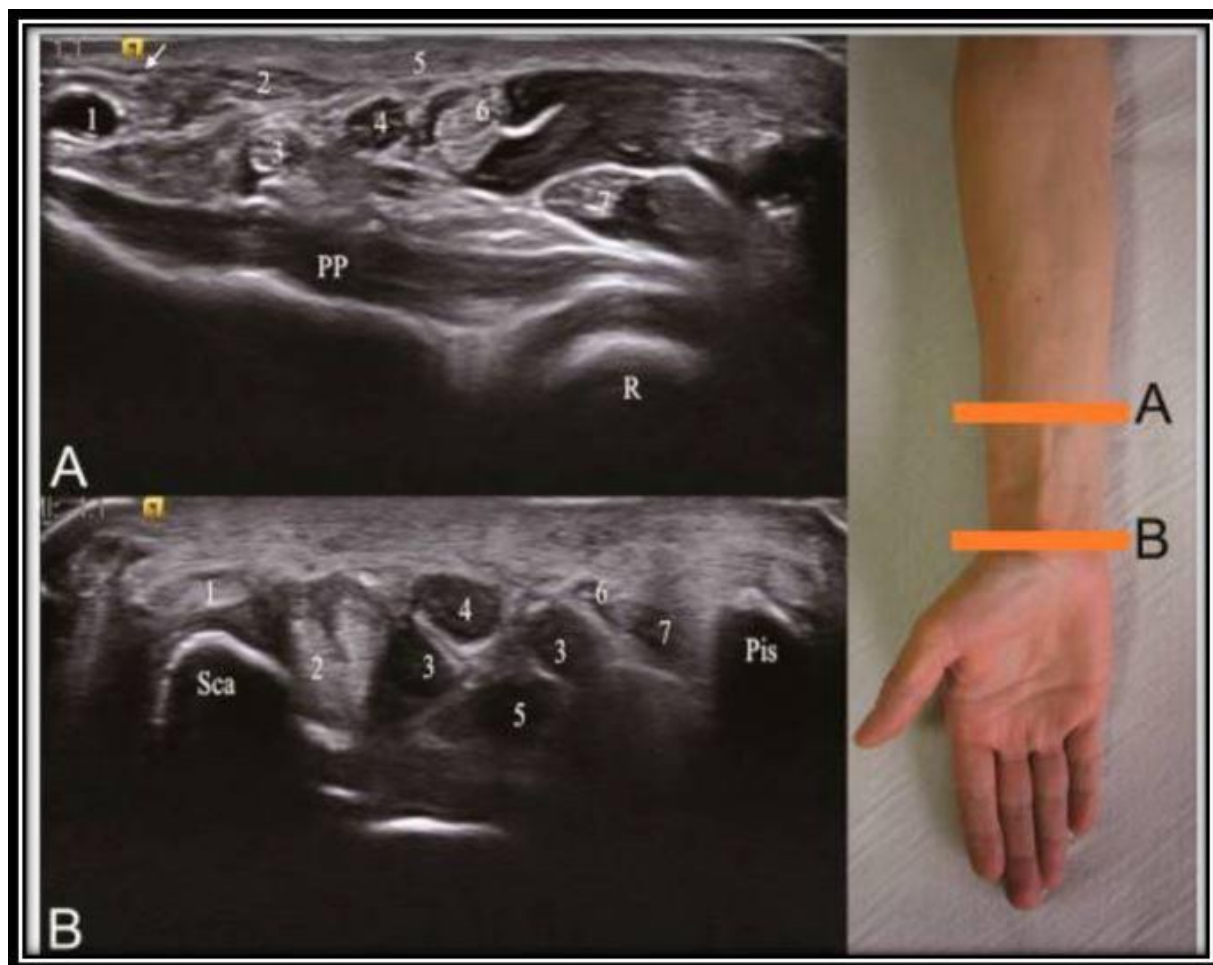
Otros estudios con ultrasonido son la ecografía *doppler* ha tenido un gran avance para el diagnóstico de síndrome de túnel de carpo, con una sensibilidad media de 77% y especificidad de 88% (12). Que representa un aumento en la medición del nervio mediano en la relación muñeca antebrazo a nivel del túnel del carpo con una sensibilidad del 98% (12,25).

La guía clínica practica de síndrome de túnel de carpo de la academia estadounidense de cirujanos ortopédicos publicada en el 2016, informa que hubo evidencia limitada de control de uso rutinario de ecografía para el diagnóstico de síndrome del túnel del carpo. Estos autores establecieron que el manejo de la ultrasonografía puede variar de acuerdo con el operador, el ecógrafo y la posición de las ubicaciones del transductor, por lo cual se sugiere realizar un consenso de la ubicación de las mediciones optimas y valores de corte de diagnóstico para ecografía que se consideren efectivos (13,9,22,26,19,27).

Las visualizaciones del nervio mediano en algunas partes de la muñeca no son claras debido al cambio de profundidad, el tejido graso, pliegues que hay al inicio de la muñeca, grosor de la piel y de las estructuras subyacentes. En múltiples estudios es la razón de no dar valor a la utilidad de la valoración del segmento trasverso distal en el pliegue de la muñeca por lo que plantea una posible solución para mejorar la técnica y dar otro parámetro transcendental para el diagnóstico STC. El cual traen como un acoplador acústico para el transductor lo que genera una mejor calidad de la

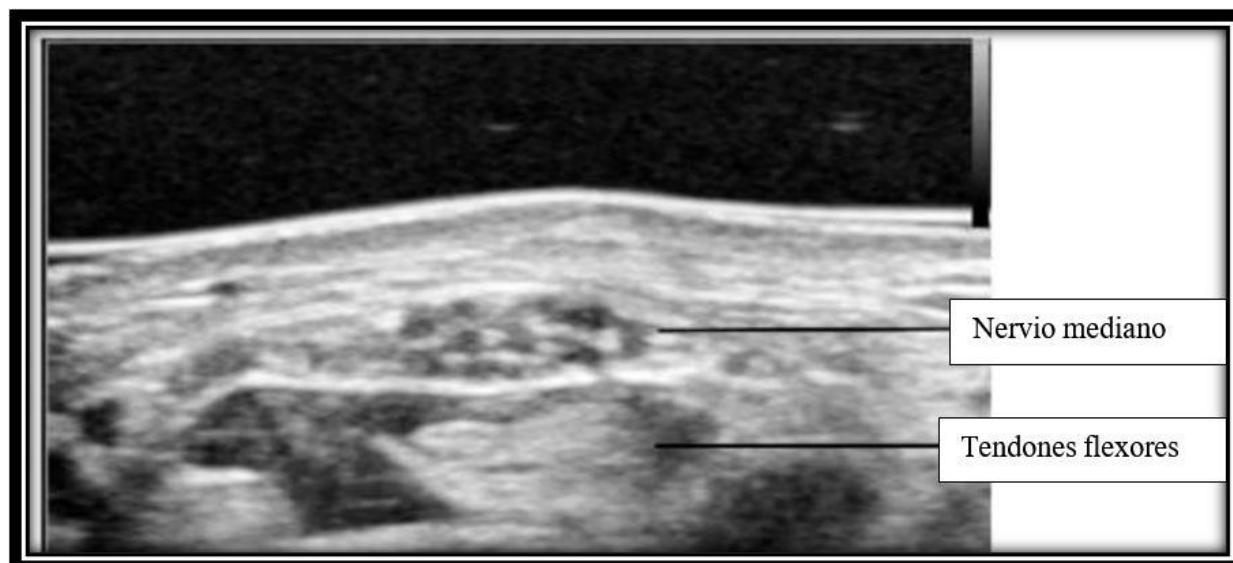


**Imagen 3:** Anatomía de muñeca por ecografía. El nervio mediano visualizado en plano transverso en dos posiciones diferentes identificando la anatomía y posición normal de los músculos arterias y nervios. A- R el hueso radial. PP músculo pronador redondo, 1. Arteria radial, 2. Tendón flexor radial del carpo. 3 tendón flexor largo del pulgar. 4 nervio mediano. 5 tendón palmar largo. 6 tendón flexor superficial de los dedos. 7 tendón del flexor profundo de los dedos flecha retináculo flexor. B. Sca hueso escafoides. 1 flexor radial del carpo. 2 tendón flexor largo del pulgar 3 flexor superficial de los dedos. 4 nervio mediano. 5 tendón del flexor profundo de los dedos. 6 tendón y arteria cubital. 8 nervio cubital. Psi hueso pisiforme.



**Fuente:** Tomado con fines académicos. Nicu Cătălin Drăghici, Maria Magdalena Tămaș, Daniel Corneliu Leucuța, . *Diagnosis Accuracy of Carpal Tunnel Syndrome in Diabetic Neuropathy. Medicina (Kaunas)*. 2020 june. (4)

**Imagen 4:** Nervio mediano en ecografía.



**Fuente:** Tomada para fines académicos. Yuichi Yoshii, Chunfeng Zhao, and Peter C. Amadio. *Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. Diagnostics (Basel)* (22).

imagen para la evaluación del nervio mediano con datos más seguros, ver imagen 5 (22,25,28).

### Electrografía ultrasónica

Esta es una técnica por medio de ultrasonido se visualiza la dureza del tejido. Que debe unos principios que son cantidad fascia medida, la imagen de tensión e imagen de onda transversa (6,22,29). Las imágenes de tensión se van a utilizar cuando se quiere evaluar el desplazamiento que se aplica una fuerza externa a los tejidos evaluando el grado de deformidad, en cambio las imágenes de ondas transversales se caracterizan por que van a medir el desplazamiento del tejido físico en paralelo a la tensión normal aplicada, esta medición da como resultados estimados cualitativos como cuantitativos. En un metaanálisis de evidencio que durante la electrografía por ultrasonido el nervio mediano en el STC era más rígido que en pacientes de control sanos. En otros estudios la tensión media tisular con STC fue significativamente menor que en los pacientes sanos (22,29,30,23,31,32,27,33,50). Ver Imagen 6.

### Ecografía con doppler

El *doppler* a color o *power doppler* ha generado un gran aporte realizando una cuantificación sanguínea tanto intraneural como epineural, por medio de estos cotejos se pueden observan neuropatías inflamatorias adquiridas, neurolinfomatosis (NL) o atrapamientos nerviosos (34). Las mediciones por estudios de estimulación nerviosa pueden alterar los resultados de mediciones sanguínea neural, alterando su flujo sanguíneo, por diferentes condiciones como: variaciones anatómicas del paciente, las maniobras de provocación, ejerció o estimulación eléctrica, anatomía arterial anormal

que pueden generan un falso positivo. Por lo cual se propone métodos de medición más exactos como el *power doppler* que genera mayor sensibilidad para los estados de bajo flujo. Pero si queremos medir con mayor precisión el flujo sanguíneo intraneural debemos introducir el ultrasonido con contraste y la medición de la intensidad de perfusión máxima (34,35,16,36,48).

En un estudio de flujo microvascular se informó que la sensibilidad del *doppler* (47,7%) fue menor que la ecografía de escala de grises (90.9%) ya que la máquina de ultrasonografía tiene dos tipos de tecnologías *doppler* de color y *doppler* de potencia. Se considera que el *doppler* de potencia es más sensible para mostrar señales de flujo de sanguíneo dentro del tejido (35).

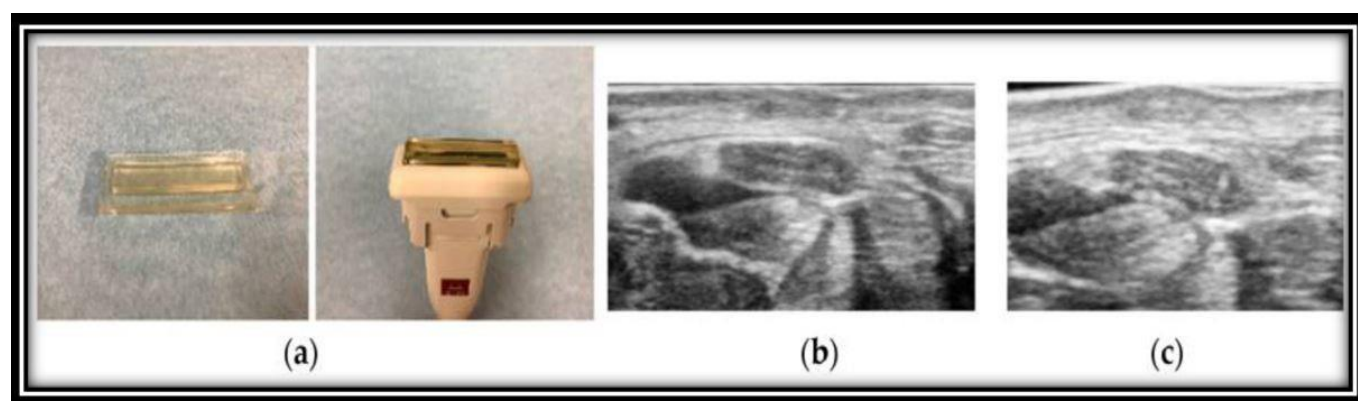
### Ultrasonido con contraste

Se ha cuantificado la medición de flujo sanguíneo intraneural de bajo volumen probablemente indetectable que ha tenido ciertas limitaciones por la *Food and Drug Administration (FDA)*, por sus medios de contraste que no se utiliza con frecuencias (34).

### Medición con ultrasonografía *doppler* de intensidad de perfusión máxima

En esta medición lo que se hace es la utilización de un software de medición de perfusión valido y semiautomático (*Pixelflux*). La medición de intensidad se realiza por medio de tonos de color de los pixeles que hay en la región específica de inertes del ultrasonido con *doppler* este *software* realiza una comparación con los datos ya establecidos con paciente de control de síndrome de túnel de carpo, neuropatías diabéticas, enfermedad renal en etapa terminal encontrando una correlación en la

**Imagen 5:** Imagen del transductor con acoplador. se evidencia una imagen con acoplador del transductor (a) Imagen del nervio mediano sin acoplador de transductor. (b) Imagen del nervio mediano con acoplador de transductor se visualiza el patrón fascicular con el acoplador.



**Fuente:** Tomada para fines académicos. Yuichi Yoshii, Chunfeng Zhao, and Peter C. Amadio. *Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome*. Diagnostics (Basel) (22).

**Imagen 6:** Estudio de ultrasonografía.

**Fuente:** Tomado para fines académicos. Yuichi Yoshii, Chunfeng Zhao, and Peter C. Amadio. *Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome*. *Diagnostics* (Basel). 2020 (22)

medición del flujo sanguíneo intraneural el tamaño del nervio y los síntomas que presenta el paciente (37).

Durante la práctica clínica se ha vuelto difícil identificar el síndrome del túnel del carpo con otras neuropatías diabéticas así se incluya estudios electro diagnósticos. Lo que ha generado un gran avance con los estudios de ultrasonido para el diagnóstico del síndrome de túnel de carpo con mediciones en múltiples niveles dando un complemento ecográfico en el diagnóstico (38,39).

### Comparación de la ecografía con resonancia magnética

En un estudio de 45 muñecas se realizó la medición del área trasversa en resonancia magnética y en ultrasonido a 1 cm proximal del hueso pisiforme encontrando una diferencia significativa de un valor  $p = 0,896$  que sugirieron que los dos métodos de diagnóstico son eficaces para el diagnóstico de síndrome del túnel del carpo. En cuanto el arqueamiento del retináculo del ultrasonido fue diferente al de la resonancia magnética con un valor  $p$  de 0,002.

Se encontró que tanto la resonancia magnética

y la ultrasonografía son útiles para el diagnóstico; la resonancia magnética tiene mayores ventajas ya que muestra mayores hallazgos asociado a la resonancia. Sin embargo, el arqueamiento del retináculo flexor y la hipoecogenicidad del nervio mediano en la ecografía aumentan la confiabilidad en la ecografía, ver imagen 7 (40,41).

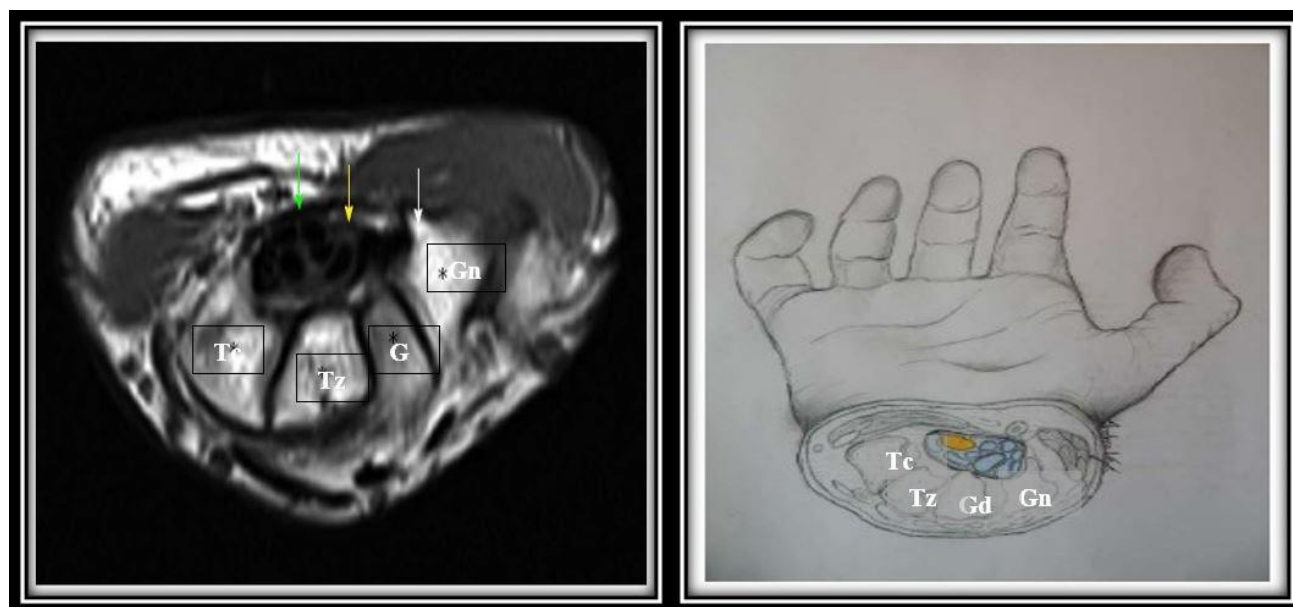
### Cirugía ecografía del túnel de carpo

Durante todos los avances de la ecografía se ha podido llevar al uso como guía en una intervención quirúrgica mejorando la terapia del síndrome del túnel del carpo. La visualización por ecografía del retináculo flexor con las estructura neurales y vasculares, relación con los puntos de referencia óseos se correlacionan bien a la realidad de la anatomía del paciente demostrando una zona segura entre el nervio mediano y la arteria cubital para la sección de este retináculo (ver imagen 8) (26,16,34).

Los estudios anatomo-clínicos han sugerido que la liberación completa de las fibras profundas del retináculo sin seccionar las fibras superficiales guiado por ultrasonografía ha generado reducción en el dolor post operatorio local ya que las fibras del retináculo superficial se encuentran ricamente

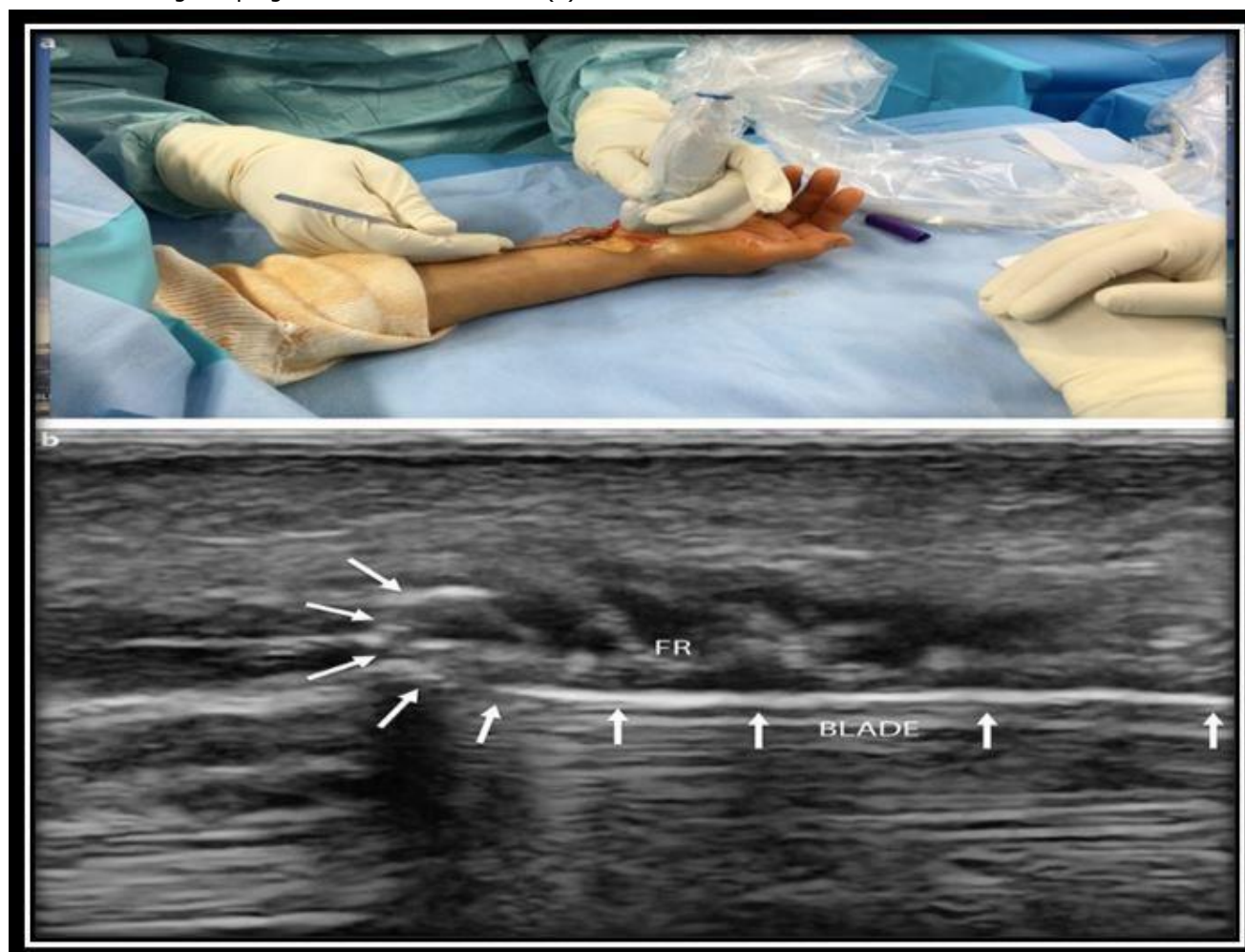


**Imagen 7:** Túnel del carpo en RM. Imagen axial del túnel del carpo en la salida. La parte ósea se evidencia con una intensidad intermedia con los huesos ganchoso (Gn) grande (Gd) trapezoide (Tz) trapecio (Tc). Flecha blanca es el gancho del ganchoso, flecha amarilla señala el nervio mediano. Flecha verde muestra el retináculo flexor.



**Fuente:** Tomado con fines académicos de: Issei Nagura, akako Kanatani, Yoshifumi Harada, Fumiaki Takase. *Preoperative Evaluation of Thenar Muscles in Carpal Tunnel Syndrome by Ultrasonography*. *Hand Clinics*. 2022 February; 38 (2)

**Imagen 8:** Cirugía del túnel del carpo guiada por ecografía. Hoja de bisturí colocada en vertical con ecografía sagital verticalmente (A). la transacción retrógrada progresiva del retináculo flexor (B).



**Fuente:** Tomado para fines académicos de: Richette, David Petrover y Pascal. *Treatment of carpal tunnel syndrome: from ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release*. *int Bone Spine*. 2018 (26).

inervadas (26).

Uno de los más grandes pilares para innovar con nuevas tecnología fue la comparación de la cirugía abierta con una incisión de 4 -5 cm, en cuanto una cirugía mini abierta con incisión de 2 cm, cirugía endoscópica de 1-2 cm, frente a la cirugía guiada por ecografía siendo hasta 10 veces menor su incisión con un aproximado de 0,1 a 0,5 cm lo que demostró menor tiempo en la recuperación y regreso más temprano al trabajo hasta un 50% más rápido que en la cirugía abierta, una apariencia estética favorable y menores secuelas en la cicatrización (26).

Los riesgos de la cirugía por ecografía son que al requerir de una anestesia palmar genera un riesgo de interferir con el análisis de la ecografía durante el procedimiento.

### Seguimiento ecográfico post operatorio

Se documenta en diferentes artículos que el uso de la ecografía para el seguimiento del post operatorio de la liberación del nervio mediano en el síndrome de túnel de carpo se ha vuelto más popular cuando persisten los síntomas. Por medio de la ecografía de alta calidad se visualiza si hay una liberación incompleta, fibrosis peri neural o tenosinovitis de los flexores post operatorio.

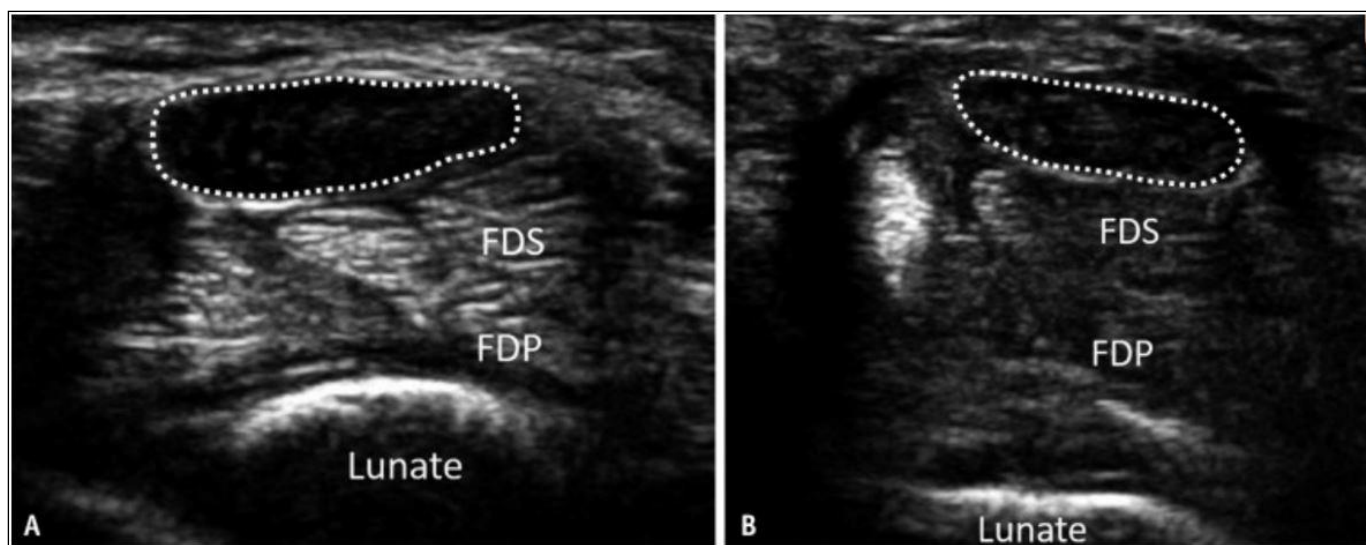
Estos estudios también han documentado la evolución post operatoria de los pacientes relacionados al nervio mediano, el retináculo del túnel del carpo comparando el antes y después de la liberación del túnel del carpo endoscópica con siguientes al primero, tercero y doceavo

mes. Demostrando la reducción del diámetro del área trasversa del nervio mediano posterior a su liberación, se estableció que la reducción temprana del nervio mediano es debido a reducción de la congestión venosa neural. En cambio, en pacientes con inflamación persistente nervio mediano se debió a fibrosis endoneural irreversible o lentamente reversible (8,13,30,42,43).

La relación del cambio del calibre del nervio mediano: disminuyo significativamente en la entrada y salida del túnel del carpo al primero, tercero y doceavo mes posteriores a la liberación del túnel del carpo por endoscópica. Con reducción del 35% en el diámetro de salida (30).

La relación de aplanamiento del nervio mediano: tuvo una disminución considerable al mes post operatorio de la liberación del túnel del carpo endoscópica que siguió aplanándose más a los tres y doce meses posteriores, volviendo a su medición inicial lo que indico que puede estar relacionado con la reconstrucción del retináculo haciendo una compresión leve, ver imagen 9. El cambio de calibre del nervio a la salida es más evidente que en la entrada del túnel del carpo en el post operatorio por lo que se puede correlacionar que el sitio de mayor compresión del túnel del carpo es en la salida del túnel del carpo y no en la entrada (8,6,44,45,46,37,41,47,48).

**Imagen 9:** Visualización área trasversa del nervio mediano en ecografía. Toma una ecografía transversal el nervio mediano con líneas puntuadas A. pre quirúrgico se evidencia el nervio mediano con diámetro de 26.8 mm con pérdida de fasciculación normal. B. post quirúrgico sigue el nervio mediano inflamado con una reducción leve con diámetro 25.4 y perdida de fasciculación normal. FDP = flexor profundo de los dedos, FDS = flexor superficial de los dedos.



**Fuente:** Tomado para fines académicos de Alex Wing Hung Ng, James Francis Griffith, Carita Tsoi, Raymond Chun Wing Fong, Michael Chu Kay Mak, Wing Lim Tse, and Pak Cheong Ho. *Ultrasonography Findings of the Carpal Tunnel after Endoscopic Carpal Tunnel Release for Carpal Tunnel Syndrome*. *Korean J Radiol*. 2021 (30).



## Tratamiento con inyección de esteroides por ultrasonido

Otro de los métodos de tratamiento mínimamente invasivo que ha traído la visualización en los últimos años es la aplicación de corticoides guiados por ultrasonido. Tratamiento eficaz para el síndrome del túnel del carpo proporcionando mejoría inmediata (47). La inyección de esteroides se realiza colocando la sonda perpendicular al nervio mediano (ilustración 8) donde se visualiza el semilunar, se realiza la introducción de la aguja perpendicular en plano horizontal a 30 grados y se realiza un avance por debajo del nervio mediano, ver imagen 10.

## Conclusiones

El parámetro diagnóstico en ecografía para el síndrome del túnel del carpo es la medición del área trasversa del nervio mediano que se encuentra ubicado al inicio del túnel con un valor diagnóstico que sea mayor a 9 mm con una especificidad 96% y un valor de medición post operatorio área trasversa en la liberación más significativo en la salida para seguimiento de mejoría en el síndrome del túnel carpo (49,50).

En cuanto los pacientes que tuvieron un resultado negativo en estudios electrofisiológicos pueden tener resultados positivos con el ultrasonido en el diagnóstico STC por lo que se recomienda siempre realizar un estudio de ecografía si hay un estudio de electrofisiología negativo o inespecífico. Aumentando la sensibilidad y especificidad en combinación que por separado para el diagnóstico

del síndrome del túnel del carpo.

La comparación de la cirugía guía por ecografía con cirugía abierta para el síndrome del túnel del carpo demostró una reducción significativa de hasta un 50 % de regreso más temprano a sus actividades laborales con una recuperación más rápida y dejando menores secuelas en la cicatrización.

## Responsabilidades morales, éticas y bioéticas

### Protección de personas y animales

Los autores declaramos que, para este estudio, no se realizó experimentación en seres humanos ni en animales. Este trabajo de investigación no implica riesgos ni dilemas éticos, por cuanto su desarrollo se hizo con temporalidad retrospectiva. El proyecto fue revisado y aprobado por el comité de investigación del centro hospitalario. En todo momento se cuidó el anonimato y confidencialidad de los datos, así como la integridad de los pacientes.

### Confidencialidad de datos

Los autores declaramos que se han seguido los protocolos de los centros de trabajo en salud, sobre la publicación de los datos presentados de los pacientes.

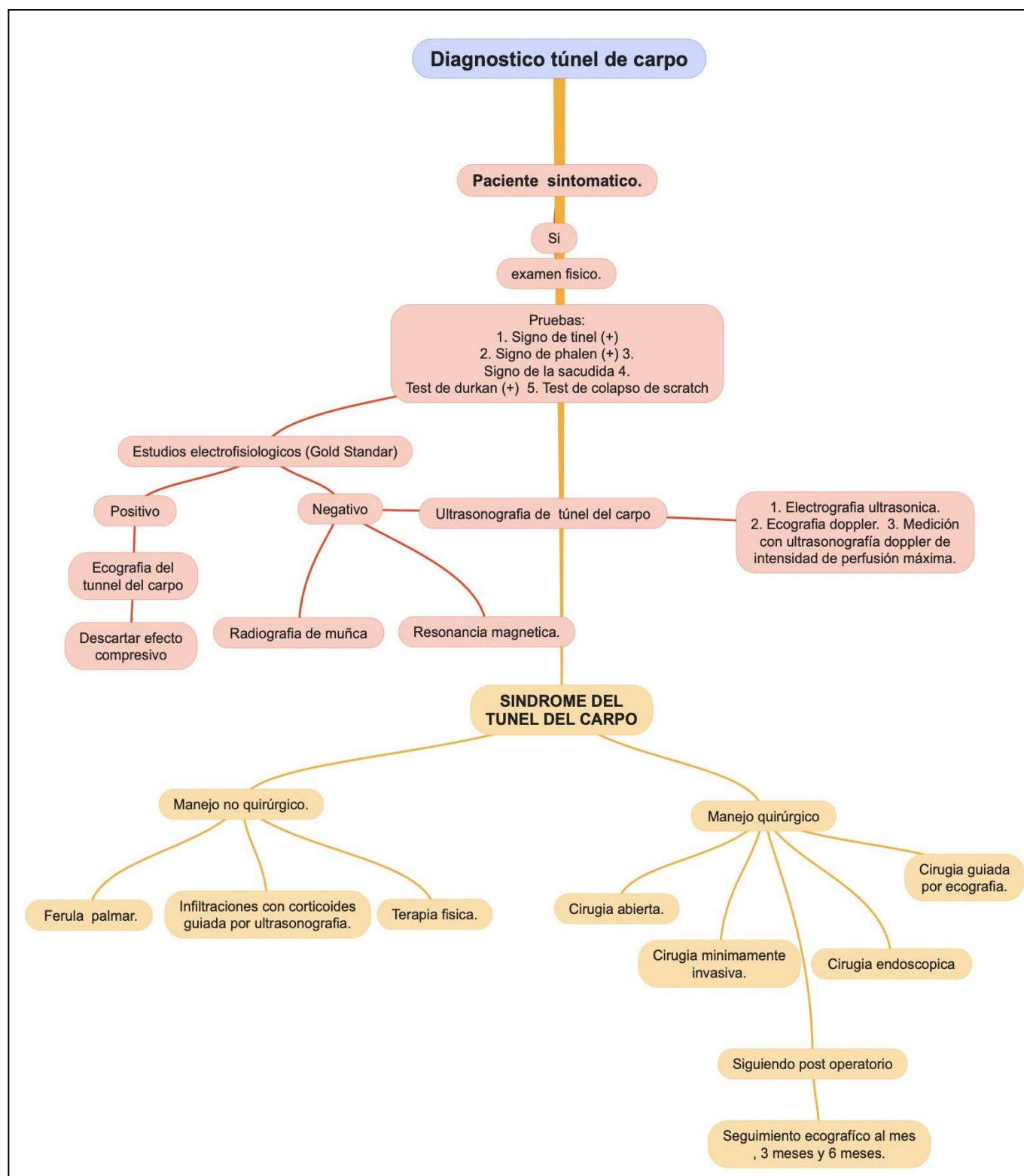
### Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaramos que en este escrito académico no aparecen datos privados, personales o de juicio de recato propio de los pacientes.

**Imagen 10:** Aplicación de esteroides guiado por ultrasonografía.



**Fuente:** Tomado para fines académicos de Ji Woong Yeom, Jin-Ho Cho, Seung Joo Kim y Hyun Il Lee. Cross-Sectional Area of the Median Nerve as a Prognostic Indicator in Carpal Tunnel Syndrome Treated With Local Steroid Injection. *Journal of Hand Surgery*. 2021 (47).

**Imagen 11:** Diagnóstico y seguimiento Síndrome de Túnel de Carpo.

**Fuentes:** Elaboración propia de los autores para fines de este estudio.

## Financiación

No existió financiación para el desarrollo, sustentación académica y difusión pedagógica.

## Potencial Conflicto de Interés (es)

Los autores manifiestan que no existe ningún(os) conflicto(s) de interés(es), en lo expuesto en este escrito estrictamente académico.

## Bibliografía

- David Petrover P. Treatment of carpal tunnel syndrome: from ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release. *Joint Bone Spine*. [Internet], 2018 [citado 9 mar 2022] 85(5),p. 545-552 disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JBSPIN.2017.11.003>
- Issei Nagura a. Preoperative Evaluation of Thenar Muscles in Carpal Tunnel Syndrome by Ultrasonography. *Hand Clinics*. [Internet], 2022 [citado 9 mar 2022] 38(1),p. 55-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.HCL.2021.08.004>
- Salman Roghani, R., Hashemi, S. E., Holisaz, M. T., Gohari, F., Delbari, A., & Lokk, J. et al. The diagnostic accuracy of median nerve ultrasonography in elderly patients with carpal tunnel syndrome: sensitivity and specificity assessment. *Clin Interv Aging*. [Internet], 2018 [citado 9 mar 2022],p. 1953–1962. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/CIA.S177307>
- Drăghici, N. C., Tămaș, M. M., Leucuța, D. C., Lupescu, T. D., et al. Diagnosis Accuracy of Carpal Tunnel Syndrome in Diabetic Neuropathy. *Medicina* [Internet], 2020 [citado 14 mar 2022] 56(6), p. 279. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/medicina56060279>
- Spallek, Klaus; Giersiepen, Michael. Carpal Tunnel Syndrome as an Occupational Disease. *Dtsch Arztebl Int*. [Internet], 2011 [citado 9 mar 2022] 108(14),p. 238–242. Disponible en: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0238>
- Ta-WeiTai, Cheng-YiWu, Fong-ChinSu, Tai-ChangChern, MingJou. Ultrasonography for Diagnosing Carpal Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis of Diagnostic Test Accuracy. *Ultrasound in Medicine & Biology*. [Internet], 2012 [citado 9 mar 2022] 38(7),p. 1121-1128. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026>
- Klaus Giersiepen MS. Carpal tunnel syndrome as an occupational disease. *Dtsch Arztebl Int*. [Internet], 2011 [citado 9 mar 2022] 108(14),p. 238–242. Disponible en: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0238>
- Mohammad Ghasemi-rad, Emad Nosair, Andrea Vegh, Afshin Mohammadi, Adam Akkad, Emal Leshia, Mohammad Hossein Mohammadi, Doaa Sayed, Ali Davarian, Tooraj Maleki-Miyandoab, and Anwarul Hasan. A handy review of carpal tunnel syndrome: From anatomy to diagnosis and treatment. *World J Radiol*. [Internet], 2014 [citado 10 mar 2022] 28(6),p. 284–300. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3010-5>
- Mia Erickson PT, EdD, CHT, Marsha Lawrence y Ann Lucado. The role of diagnostic ultrasound in the examination of carpal tunnel syndrome: an update and systematic review. *Journal of Hand Therapy*. [Internet], 2021[citado 10 mar 2022]; 1(39). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jht.2021.04.014>
- Elnady B, Rageh EM, Ekhouly T, Fathy SM, Alshaar M, Fouda ES, Attar M, Abdelaal AM et al. Diagnostic potential of ultrasound in carpal tunnel syndrome with different etiologies: correlation of sonographic median nerve measures with electrodiagnostic severity. *BMC Musculoskelet Disord*. [Internet],2019 [citado 10 mar 2022]; 20(1),p.634. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3010-5>
- Tiffany R. Kadow et al. Prevalence of Carpal Tunnel Syndrome in a Hand Surgeon's Practice. *J Hand Microsurg*. [Internet],2018 [citado 11 mar 2022]10(2),p.79–81. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1626688>
- Rafał Obuchowicz, Julia Kruszyńska y Michał Strzelecki. Classifying median nerves in carpal tunnel syndrome: Ultrasound image analysis. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. [Internet],2014 [citado 11 mar 2022]; 41(2),p. 335-351. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.BBE.2021.02.011>
- Lauren Elisabeth Wessel et al. Sonographic Findings Associated With Carpal Tunnel Syndrome. *Journal of Hand Surgery*. [Internet],2019 [citado 11 mar 2022]; 44(5),p. 374-381. Disponible en: <https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#!/content/journal/1-s2.0-S0363502317311139>
- I. Ryans1, M. Hyland, S. O'Neill, R. McKane.Ultrasound and Musculoskeletal Disorders. *Rheumatology*. [Internet],2021 [citado 11 mar 2022]40(1),p. 129–132. Disponible en: [https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1093/rheumatology/40.suppl\\_1.129](https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1093/rheumatology/40.suppl_1.129)
- Singla, M., Sharma, M. K., Khurana, D., & Lal, V Role of High Frequency Ultrasound in Diagnosing Carpal Tunnel Syndrome as Compared with Conventional Nerve Conduction Studies. *Ann Indian Acad Neurol*. [Internet],2020 [citado 11 mar 2022]23(5),p. 649–655. Disponible en: [https://doi.org/10.4103/aian.AIAN\\_469\\_19](https://doi.org/10.4103/aian.AIAN_469_19)
- Cara McDonagh, Michael Alexander, David Kane. The role of ultrasound in the diagnosis and management of carpal tunnel syndrome: a new paradigm. *Rheumatology*. [Internet],2015 [citado 11 mar 2022]54(1),p. 9–19. Disponible en: <https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1093/rheumatology/keu275>
- Luciana Pelosi, Zsuzsanna Arányi, Roy Beekman, Jeremy Bland, Daniele Coraci, Lisa D. Hobson-Webb, Luca Padua et al. Expert consensus on the combined investigation of carpal tunnel syndrome with electrodiagnostic tests and neuromuscular ultrasound. *Clinical Neurophysiology*. [Internet],2022 [citado 11 mar 2022]135,p. 107-116. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.CLINPH.2021.12.012>
- Christos Moschovos, Georgios Tsvigoulis, Andreas Kyrozis , Apostolia Ghika , Persefoni Karachalia, Konstantinos Voumvourakis , Elisabeth Chroni.The diagnostic accuracy of high-resolution ultrasound in screening for carpal tunnel syndrome and grading its severity is moderated by age. *Clinical Neurophysiology*. [Internet],2019 [citado 11 mar 2022]130(3),p. 321-330. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.CLINPH.2018.12.005>
- Ethan R. Wiesler, MD, George D. Chloros, MD, Michael S. Cartwright, MD, Beth P. Smith, PhD, Julia Rushing, MStat, Francis O. Walker.The Use of Diagnostic Ultrasound in Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of Hand Surgery*. [Internet], 2006 [citado 12 mar 2022]31(5),p.
- Nhu Quynh Vo Thi Hieu Dung Nguyen, Duy Duan Nguyen,Trong Binh Le,Nghi Thanh Nhan Le, and Thanh Thao Nguyen. The value of sonographic quantitative parameters in the diagnosis of carpal tunnel syndrome in the Vietnamese population. *J Int Med Res*. [Internet], 2021 [citado 12 mar 2022]; 49(12). 3000605211064408. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/03000605211064408>
- Elena Bueno-Gracia, María Haddad-Garay, José M. Tricás-Moreno, Pablo Fanlo-Mazas, Miguel Malo-Urriés, Elena Estébanez-de-Miguel, César Hidalgo-García, Alazne Ruiz de Escudero-Zapico. Validez diagnóstica de la ecografía en el síndrome del túnel carpiano.

- Rev Neurol. [Internet], 2015 [citado 12 mar 2022]; 61(1). Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.6101.2015062>
22. Yuichi Yoshii, Chunfeng Zhao, and Peter C. Amadio. Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Diagnostics* (Basel). [Internet], 2020 [citado 12 mar 2022] 10(8),p. 596. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/diagnostics10080596>
  23. Aya A. El-Shintenawy, Elham M. Kassem, Hanan M. El-Saadany, Doaa S. Alashkar. Diagnostic potential of high resolution ultrasound and nerve conduction study in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *The Egyptian Rheumatologist*. [Internet], 2019 [citado 12 mar 2022] 41(1),p71-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejr.2018.04.001>
  24. Georgi P. Georgiev et al. Medical Ultrasound in the Evaluation of the Carpal Tunnel: A Critical Review. A Critical Review. *Cureus*. [Internet], 2018 [citado 12 mar 2022] 10(10). e3487. disponible en DOI: 10.7759/cureus.3487
  25. Yoichi Toyoshima et al. A non-invasive technique for evaluating carpal tunnel pressure with ultrasound vibro-elastography for patients with carpal tunnel syndrome: A pilot clinical study. *Journal of Biomechanics*. [Internet], 2021 [citado 13 mar 2022] 116(12).e. disponible en: 110228<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110228>
  26. Richette, David Petrover y Pascal. Treatment of carpal tunnel syndrome : from ultrasonography to ultrasound guided carpal tunnel release. *int Bone Spine*. [Internet], 2018 [citado 13 mar 2022] ; 85(5),p545-552. Disponible en: <https://www-clinicalkey-es.ezproxy.unbosque.edu.co/#!/content/journal/1-s2.0-S1297319X17301926>
  27. Rüsç, C. T., Knirsch, U., Weber, D. M., Rohrbach, M., Eichenberger, A., Lutschg, J., Weber, K., Broser, P. J., & Stettner, G. M. Etiology of Carpal Tunnel Syndrome in a Large Cohort of Children. (Basel, Switzerland), [Internet], 2021 [citado 13 mar 2022] 8(8), 624. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/children8080624>
  28. Torres C. Utilidad de la Ecografía en el Diagnóstico del Síndrome de Túnel del Carpo en pacientes de Ortopedia del HEALFM. *Revista Ciencias de la Salud y Educación Médica*. [Internet], 2017 [citado 13 mar 2022] 1(1). Disponible en: <https://revistacienciasmedicas.unan.edu.ni/index.php/rcsem/article/view/18/11>.
  29. Chih-Peng Lin, Ing-Jeng Chen , Ke-Vin Chang , Wei-Ting Wu , Levent Özçakar. Utility of Ultrasound Elastography in Evaluation of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ultrasound in Medicine and Biology*. [Internet], 2019 [citado 13 mar 2022] 45(11),p. 2855-2865. 2855-2865. disponible en doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2019.07.409.
  30. Alex Wing Hung et al. Ultrasonography Findings of the Carpal Tunnel after Endoscopic Carpal Tunnel Release for Carpal Tunnel Syndrome. *Korean J Radiol*. [Internet], 2021[citado 13 mar 2022] ; 22(7),p. 1132-1141. Disponible en: <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.103>
  31. Meena Angamuthu Kanikannan, Demudu Babu Boddu, Umamahesh, Sailaja Sarva, Padmaja Durga, and Rupam Borgohain. Comparison of high-resolution sonography and electrophysiology in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Ann Indian Acad Neurol*. [Internet], 2015 [citado 13 mar 2022] ; 18(2),p. 219-225. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/0972-2327.150590>
  32. Seok Parka, Jongsuk ChoiaSung UnKimaDong-GunKimbKyung. Characteristics of forearm mixed nerve conduction study in carpal tunnel syndrome: Comparison with ultrasound assessments. *Journal of Clinical Neuroscience*. [Internet], 2020 [citado 15 mar 2022] ; 73,p. 155-158. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.12.053>
  33. Adiyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi et al. Role of ultrasonography in patients with mild and moderate carpal tunnel syndrome. *European journal therapeutic*. [Internet], 2017; [citado 15 mar 2022] 23(8).
  34. Carroll, Antonia S, and Neil G Simon. Current and future applications of ultrasound imaging in peripheral nerve disorders. *World J Radiol*. [Internet], 2020 june; [citado 15 mar 2022] 12(6),p. 101-129. Disponible en: <https://doi.org/10.4329/wjr.v12.i6.101>
  35. Jie Chen, Li Chen, Lei Wu, Rui Wang, Ji-Bin Liu, Bing Hu, and Li-Xin Jiang. Value of superb microvascular imaging ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Medicine*, [Internet], 2017[citado 15 mar 2022] 96(21). e6862. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006862>
  36. Jili Zhang, MM,a Weikai Zhu, MM,b Mingxin Lin, MM,c and Chang Jiang. Superb microvascular imaging for detecting carpal tunnel syndrome compared with power Doppler ultrasonography. A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, [Internet], 2021[citado 15 mar 2022] 100(9), e24575. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024575>
  37. Carroll, A. S., & Simon, N. G. Current and future applications of ultrasound imaging in peripheral nerve disorders. *World J Radiol*. [Internet], 2020 [citado 15 mar 2022] ; 12(6),p.101-129. Disponible en: <https://doi.org/10.4329/wjr.v12.i6.101>
  38. Shu-Fang Chen, Chi-Ren Huang, Nai-Wen Tsai, Chiung-Chih Chang, Cheng-Hsien Lu, Yao-Chung Chuang, Wen-Neng. Ultrasonographic assessment of carpal tunnel syndrome of mild and moderate severity in diabetic patients by using an 8-point measurement of median nerve cross-sectional areas. *BMC Med Imaging*. [Internet], 2012[citado 15 mar 2022] 12(5). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2342-12-15>
  39. Zahra Mirzaasgari, Bahram Haghi-Ashtiani, Farshid Refaiean, Farzan Vahedifard, Amir Sina Homayooni, and Mahsa Sobhkhiz. Diagnostic value of high-frequency ultrasound in carpal tunnel syndrome during pregnancy: A case-control study. *Curr J Neurol*. [Internet], 2021[citado 15 mar 2022] 49(2). 20(2),p. 73-77. Disponible en: <https://doi.org/10.18502/cjn.v20i2.6742>
  40. Barun Bagga MD, Anindita Sinha MD, Niranjana Khandelwal MD, FICR, FAMS, Manish Modi MD, DM, Chirag K. Ahuja MD, DM y Ramesh Sharma MS, MCh. Comparison of Magnetic Resonance Imaging and Ultrasonography in Diagnosing and Grading Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study. *Current Problems in Diagnostic Radiology*. [Internet], 2020 [citado 15 mar 2022] 49(2). p102-115. Disponible en: <https://doi.org/10.1067/J.CPRADIOL.2019.04.004>
  41. Ihsan M. Ajeena, Raed H. Al-Saad, Ahmed Al-Mudhafar, Najah R. Hadi, Sawsan H. Al-Aridhy. Ultrasonic Assessment of Females with Carpal Tunnel Syndrome Proved by Nerve Conduction Study. *Neural Plast*. [Internet], 2013 june. [citado 15 mar 2022] 2013:754564. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2013/754564>
  42. George P. Hirsch, Spyros N. Nikas, Rainer Klocke, George D. Kitas. Improvement of ultrasound appearances in carpal tunnel syndrome following treatment with oral corticosteroids. *Rheumatology*. [Internet], 2008

- [citado 15 mar 2022 ] 50(8),p. 1521–1522. disponible en: <https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1093/rheumatology/ker122>
43. R. Jaeschke, K. Thoirs, G. Bain, N. Massy-Westropp Author Notes. Systematic review: hand activity and ultrasound of the median nerve. *Occupational Medicine*. [Internet], 2017[citado 15 mar 2022 ] 67(5),p. 389–393. Disponible en: <https://doi-org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.1093/occmed/kqx059>
  44. Andrew Hannaford, Steve Vucic, Matthew C Kiernan, and Neil G Simon. Review Article "Spotlight on Ultrasonography in the Diagnosis of Peripheral Nerve Disease: The Evidence to Date". *Int J Gen Med*. [Internet], 2021 [citado 15 mar 2022 ]14, 4579–4604. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/IJGM.S295851>
  45. Myeonghwan Bang, Jong Moon Kim, Hyoung Seop Kim. The usefulness of ultrasonography to diagnose the early stage of carpal tunnel syndrome in proximal to the carpal tunnel inlet. *Medicine* [Internet], 2019 [citado 15 mar 2022 ] 98(26). e16039. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016039>
  46. Yuji Lu, 1 Zengdong Meng, Xuekun Pan, Libo Qin, Gang Wang Value of high-frequency ultrasound in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Int J Clin Exp Med*. [Internet], 2015 [citado 14 mar 2022 ],8(12),p.22418-22424. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26885222/>
  47. Ji Woong Yeom, Jin-Ho Cho, Seung Joo Kim y Hyun Il Lee. Cross-Sectional Area of the Median Nerve as a Prognostic Indicator in Carpal Tunnel Syndrome Treated With Local Steroid Injection. *Journal of Hand Surgery*. [Internet], 2021.[citado 14 mar 2022 ],S0363-5023(21)00617-1. Advance online publication. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.09.022>
  48. Zhang Jili, Zhu Weikai, Lin Mingxin, Jiang Chang. Superb microvascular imaging for detecting carpal tunnel syndrome compared with power Doppler ultrasonography: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine* [Internet] 2021[citado 14 mar 2022 ],100(9).p e24575. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024575>
  49. Perțea, M., Ursu, S., Veliceasa, B., Grosu, O. M., Velenciuc, N., & Luncă, S. Value of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome-a new ultrasonographic index in carpal tunnel syndrome diagnosis: A clinical study. *Medicine* [Internet], 2020 [citado 14 mar 2022 ],99(29). e20903. disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000020903>
  50. El Habashy, Hala, El Hadidy, Reem, Ahmed, Sandra, El Sayed, Basma & Ahmed, Aya. Tunnel Syndrome Grading Using High-Resolution Ultrasonography. *J Clin Neurophysiol*. [Internet], 2017 [citado 14 mar 2022 ],34(4),p.353-358. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000373>