



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA



**“VALORACION ECOGRAFICA DEL SINDROME DE TUNEL DEL
CARPO EN PACIENTES CON ELECTROMIOGRAFIA POSITIVA”**

PEMEX HOSPITAL CENTRAL NORTE

T E S I S

PARA OBTENER LA TITULACION EN LA ESPECIALIDAD DE:
RADIOLOGIA E IMAGEN

AUTOR:

DRA. ILIANA GARDUÑO PEREZ
MEDICO RADIOLOGO

ASESORES DE TESIS:

DR. ROBERTO LONDAIZ GOMEZ
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

DR. FRANCISCO GUTIERREZ RUIZ
MEDICO RADIOLOGO PEMEX HCN

COLABORADORES:

DRA. DALIA A. MARTINEZ RENTERIA
MEDICO RADIOLOGO PEMEX HCN

DRA. ARACELI RICO NAVA
MEDICO RADIOLOGO PEMEX HCN

DR. MARIO A. AGUILAR GARCIA
URGENCIAS MEDICO QUIRÚRGICAS SSA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. SANTOS ADOLFO ESQUIVEL VILLARREAL

**DIRECTOR
HOSPITAL CENTRAL NORTE
PETROLEOS MEXICANOS**

DR. ROBERTO LONDAIZ GOMEZ

**JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION
HOSPITAL CENTRAL NORTE
PETROLEOS MEXICANOS**

DR. ROBERTO PLIEGO MALDONADO

**JEFE DE RADIOLOGIA E IMAGEN
HOSPITAL CENTRAL NORTE
PETROLEOS MEXICANOS**

AGRADECIMIENTOS

A ti **Diosito**, por haberme brindado tan grandes y dolorosos obstáculos durante este largo camino, sólo tú sabes ¿Por qué?, ya que me enseñaste a confiar en mí y a darme cuenta que soy capaz de levantarme y continuar.

A ti **mi “princesa”**, porque no hay mejor descanso después de una ardua jornada, que gozar de tu hermosa compañía, sentir un beso tuyo en la mejilla, olvidando el sueño y el cansancio sólo con verte.

A ustedes papas, **Alejandra Pérez Díaz y Luis Armando Garduño Trejo**, porque simplemente sin ustedes no sería lo que ahora soy.

A ti **Aldo Garduño Pérez**, no tengo más palabras para ti que: ¡Gracias por ser mi hermano mayor, mi amigo y mi ejemplo a seguir!

A ti **Ing. Octavio Montiel Rojas (MONTYGARD)**, que regresaste del hermoso pasado para formar parte de mi presente y ser el refugio donde siempre encuentro el mejor consejo.

A usted, mi maestra, ejemplo a seguir y amiga, **Dra. Dalia A. Martínez Rentería** por su apoyo incondicional, por honrarme al compartir sus valiosos conocimientos de la especialidad, de la vida misma y enseñarme con el ejemplo, que la Ética Profesional y la Responsabilidad son el conocimiento número uno para ser el mejor Médico Radiólogo.

A usted **Dr. Francisco Gutiérrez Ruiz** por su enorme colaboración para la realización de esta tesis, por no tener límites de tiempo y espacio en la enseñanza y por su gran esfuerzo para hacer de mí un mejor residente.

Al resto de los Médicos Radiólogos de base y transitorios, personal de Técnicos Radiólogos y de Enfermería (**Lulú, Blanquita, Maru y Magda**) de

nuestro Servicio, por su paciencia, cariño, comprensión e importante ayuda, ya que todos ustedes me dieron mucho que aprender.

A mis amigas (principalmente a la ***Dra. Brisia Yáñez Casados y TR. Juanita García Cabello***), amigos (a mi “cuñado postizo” y amigo ***Dr. Ricardo Salas, al “Maestro Bedolla” y al Dr. Aline del Servicio de Urgencias***) y compañeros (***“Pupilo”, “Grillo”, “Dra. Padawan” y Faby***), por extenderme sus manos cuando mas los necesitaba.

A toda la gente negativa con la que me topé en el camino, que me sacó lágrimas, impotencia y coraje, porque sin eso, mi orgullo no se hubiera empecinado a seguir.

***A todos ustedes mil gracias, por darme la fortaleza para
hacer que este sueño fuera realidad...***

DEDICATORIA

Este sueño te lo dedico a ti hermosa, **Alexa Margarita Aguilar Garduño**, por que implicó muchas horas lejos de ti y al fin lo hemos logrado juntas. El camino fue largo y tortuoso, pero esto nunca importó, porque el sufrimiento del ayer nena, será la dicha del mañana.

Con todo mi amor, para ti **Alejandra**, mi luz y mi sombra, por ser mi refugio, el hombro que me sostiene cuando ya no puedo, por cuidar y proteger mejor que a tu vida lo que más amo, a ti te dedico estas palabras por no saber como decirte: **¡Gracias y mil gracias por ser mi madre!**

Y también para ti **Armando**, porque me enseñaste que todo es posible si tu estas a mi lado, por darme la oportunidad de equivocarme y enmendar, porque cada pregunta tuya me hacía estudiar más, por enseñarme que el mundo no es de los que se conforman, por protegerme a mi y a mi chaparra, porque las palabras están de más cuando una mirada lo dice todo, **muchas gracias papá.**

INDICE

	<u>CAPITULO</u>	<u>PÁGINA</u>
I	RESUMEN	7
II	INTRODUCCION	9
III	EPIDEMIOLOGIA	17
IV	JUSTIFICACION	20
V	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
VI	HIPOTESIS	21
VII	OBJETIVOS	21
VIII	MARCO TEORICO	22
IX	MATERIAL Y METODOS	38
X	RESULTADOS	53
XI	DISCUSION	57
XII	CONCLUSIONES	59
XIII	BIBLIOGRAFIA	60
XIV	ANEXOS	63

RESUMEN

El síndrome del túnel carpiano (STC) es más común de lo que pensamos, su etiología es debida a la inflamación de los tejidos y aumento de la presión en el interior del túnel carpiano, donde se encuentran diversos tendones y el nervio mediano, causa principal de atención en el presente estudio^{2,4,8,15}.

Es una neuropatía periférica focal muy común, frecuentemente se presenta en mujeres (7:1) entre los 40 a 60 años de edad y se encuentra muy relacionado con la ocupación del paciente.

La semiología es clave para el diagnóstico valorando los signos de Phalen y Tinnel-Hoffman entre otros. El valor diagnóstico con una sensibilidad entre 25-60% y una especificidad entre 67-87%. La maniobra de Phalen tiene valores de sensibilidad y especificidad de 40 a 80%^{1,3}.

Por técnica de imagen la Resonancia Magnética (RM) se ha establecido como el "*gold standard*" para el diagnóstico del STC; sin embargo, muchos centros hospitalarios aún no contamos con estos equipos, por tanto, la ecografía músculo esquelética se ha ido incorporando al estudio del STC desde principios de los 90's. La aparición de sondas lineales de alta frecuencia (hasta 12-15 Mhz) que permiten una buena exploración de pequeñas estructuras⁵.

La ecografía es un estudio más rápido, indoloro, dinámico, accesible y de bajo costo, sin embargo su mayor inconveniente es que es operador-dependiente. Evalúa en cortes longitudinales y transversales el nervio mediano a nivel del túnel del carpo, midiendo su área, estudiando su forma (habitualmente elíptica), su ecogenicidad, la presencia de elementos compresivos (relación con el retináculo, presencia de gangliones, pannus o calcificaciones) y se descartan variantes anatómicas (nervio mediano bífido, arteria mediana).

Está ganando lugar porque evalúa estos criterios diagnósticos, ya bien establecidos a nivel mundial y sobre todo muy similares a los encontrados en la

RM; principalmente en cuanto a la valoración de tejidos blandos, teniendo mayores ventajas a la valoración por ultrasonido⁶.

El principal objetivo de éste estudio fue determinar la utilidad de la ecografía en la detección de las características asociadas al síndrome del túnel del carpo en los pacientes con sospecha clínica y electromiografía positiva (de acuerdo a la asignación de grados de severidad del STC) en el Hospital Central Pemex Norte.

El estudio ecográfico fue realizado en 40 muñecas de 20 pacientes con sospecha de STC. Utilizando la electromiografía (EMG) como prueba de referencia. Se midieron distintos parámetros ecográficos y mediante curvas ROC ("**Receiver Operating Characteristic**"), se estimaron las probabilidades tras la prueba para los diferentes cortes del área de sección transversal del nervio mediano (AST). Posteriormente, se analizó la fiabilidad a través del coeficiente de correlación observado, entre el explorador y los lectores. Finalmente se efectuó un estudio de satisfacción del paciente^{32,33}.

Los resultados obtenidos fueron que las medias de los parámetros ecográficos normales son significativamente mayores en estos pacientes. Se encontró una alta concordancia entre la ecografía y la conducción nerviosa. Un punto de corte del AST del nervio mediano mayor de 14 mm² tiene una probabilidad tras la prueba para el STC del 100% de sensibilidad y especificidad aproximada del 75%. Los coeficientes de correlación observados entre los lectores fueron de 0,912-0,987 (correlación positiva perfecta). El malestar percibido por los pacientes fue nulo en comparación con el estudio de electromiografía³³.

Como conclusión, pensamos que la ecografía es fiable y válida para definir si hay o no STC. La ecografía como prueba de primera línea es satisfactoria tanto para el paciente como en la cuestión de costes del Hospital.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES HISTORICOS:

La ecografía es el resultado del desarrollo durante la segunda guerra mundial del sonar naval y de los detectores de fallos en los metales por ondas ultrasónicas.

Los estudios originales se deben a Ludwing, quien estudió la velocidad de transmisión del sonido a través de las partes blandas y a Howry, quien en 1948 ya comenzó a trabajar en ecografía diagnóstica. Este último, desarrolló una máquina con un baño de agua, que demostró por primera vez ciertas áreas anatómicas, si bien de manera incompleta. En 1950 ya se comenzó a trabajar en escáneres compuestos de ultrasonido. En 1955 Wild descubrió un transductor rectal para la visualización de tumores del intestino grueso. Wild fue el primero en pensar que la ecografía podía ser utilizada para la caracterización de tejidos, más que como una técnica puramente de imagen. En 1956 publicó en el American Journal of Pathology 117 casos de nódulos de mama con una fiabilidad diagnóstica del 90%^{6,11,13}.

En 1954, el doctor Donald, de Glasgow comenzó sus estudios de ecografía diagnóstica. Estaba convencido de que los tejidos tumorales tenían diferentes patrones de eco que los tejidos normales y así pudo detectar quistes ováricos, ascitis e hidramnios y medir el diámetro biparietal de la cabeza fetal. En 1957 ya existía un apartado de contacto. Otro autor de la época que conviene señalar es Dussik, de Austria, que trabajó fundamentalmente en patrones ecográficos del cerebro.

El efecto Doppler fue descrito en Austria en 1824 por J.C. Doppler, quien observó que cuando un emisor de ondas estaba en movimiento, cambiaba la frecuencia de las ondas. S. Satomura y Y. Nimura comenzaron en 1955 a investigar el Doppler en los movimientos del corazón. E. Strandness comenzó a utilizar Doppler continuo en 1964 y descubrió los patrones normales de la circulación periférica^{6,9,10,14}.

Reid introdujo el Doppler pulsado y posteriormente apareció el Doppler color para distinguir gráficamente los flujos sanguíneos y su dirección.

En el último decenio se han producido avances espectaculares en la ecografía musculoesquelética, en parte, gracias a los importantes progresos de la tecnología, como la introducción de los transductores lineales multifrecuencia, de banda ancha, de alta resolución y también a que tanto los especialistas en diagnóstico por imagen como los clínicos han comprendido las grandes ventajas y la utilidad de esta modalidad en el estudio del sistema musculoesquelético^{7,12}.

Las estructuras concretas que mejor se adaptan al estudio ecográfico son los tendones, músculos y ligamentos, así como las tumoraciones de las partes blandas. A diferencia de la Resonancia Magnética, la ecografía puede revelar la microanatomía fibrilar de los tendones y ligamentos, el patrón fasciculado de los nervios y la estructura morfológica de los músculos.

La ventaja más importante de la ecografía es la posibilidad de realizar estudios dinámicos y en tiempo real, en menor tiempo y sobre todo, no invasivo para el paciente⁶.

El hombre desde su evolución, comenzó a hacer uso de la mano como órgano de trabajo, lo cual constituyó un avance decisivo en su transformación, con lo anterior el hombre logra su integración definitiva como un ser social.

Se sabe que la mano debe cumplir con diversas funciones de forma adecuada y para ello ha ido alcanzando un grado de perfección tal que ya somos capaces de realizar movimientos muy coordinados, precisos y delicados, que van desde pintar un cuadro hasta la realización de una microcirugía y por supuesto, tal es la razón de la importancia de su integridad anatómica, que garantiza una amplia gama de movimientos posibles para realizar^{25,28}.

El síndrome del túnel del carpo (STC) es la neuropatía más frecuente de los miembros superiores y se debe a la compresión del nervio mediano en el túnel

carpiano. El diagnóstico se basa principalmente en los hallazgos clínicos y la electromiografía (EMG).

Aunque la EMG es muy específica, se puede obtener una precisión diagnóstica del 80-90% con un porcentaje de falsos negativos en torno al 10-20%^{15,18,20}.

La Sociedad Americana de Estudios Electrodiagnósticos (EED), junto a la Sociedad Americana de Neurología y la Sociedad Americana de Medicina Física y Rehabilitación, describieron los criterios correctos de valoración de los EED en el STC e identificaron sólo 6 trabajos que los cumplieran de 81 artículos referentes a estudios de conducción nerviosa del nervio mediano, publicados entre 1986 y 1991.

En ellos se podían comparar los resultados obtenidos con un total de 509 pacientes con STC y 230 casos control, con una sensibilidad de la prueba entre el 49% y el 84% y una especificidad del 95%.

En varios trabajos no se han encontrado diferencias entre pacientes con EED positivo y pacientes con EED normal, en cuanto al resultado tras el tratamiento ni en las complicaciones, por lo que se indica que el EED no se correlaciona con el resultado clínico final^{16,17,19}.

Algunos autores concluyen que el EED no es una prueba concluyente para el diagnóstico del STC aunque puede ser de utilidad en determinados casos. Por otro lado, presenta el inconveniente de ser una prueba referida por los pacientes en muchas ocasiones como molesta.

Los problemas músculo esqueléticos, específicamente de las extremidades superiores los cuales afectan a las articulaciones distales de los miembros superiores como el síndrome del túnel del carpo; relacionados con las actividades laborales como secretariado y oficinistas, son causa de un gran número de incapacidades y ausentismo laboral en los trabajadores hasta en un 5%, generando un derroche económico en los procedimientos diagnósticos y técnicas terapéuticas, las cuales no siempre son resolutivas; precipitando una

pérdida de recursos humanos y económicos importantes para la industria en general y en específico, siendo nuestro caso, para Petróleos Mexicanos^{2,26}.

Las actividades laborales con frecuencia demandan un esfuerzo que puede producir lesión o enfermedad. Estas demandas causan fatiga e incomodidad a corto plazo, y a largo plazo se presentan lesiones físicas crónicas, desencadenando en la invalidez²².

Una vez que el trabajador se ha lesionado dentro de su ambiente laboral, irá perdiendo su entorno biopsicosocial, lo cual traerá como consecuencia una disfunción a nivel laboral, familiar y económico.

El síndrome del Túnel del Carpo es la causa más común de dolor del miembro superior, con implicaciones sociales causadas por días perdidos de trabajo, cambios de ocupación y altos costos para su cuidado.

Es una entidad clínica cuya frecuencia en la población general es alta, variando de 9.2 a 10% a lo largo de la vida^{21,23,24}.

En estudios realizados en diversas localidades en los Estados Unidos, se ha calculado una prevalencia de esta enfermedad en la población general de 125 a 515 por 10 000 habitantes.

Recientes estimaciones en la población general, señalan que actualmente se presenta en un 0.6% en hombres y 5.8% en mujeres.

El costo médico directo asociado es estimado en más de 1 000 millones de dólares por año en Estados Unidos, constituyéndose como la neuropatía por atrapamiento más común y una de las principales patologías por movimientos y esfuerzos de repetición^{23,27}.

En poblaciones de alto riesgo, como algunos tipos de trabajadores (ej. secretarias, oficinistas, médicos y técnicos ultrasonografistas, entre otros),

alcanza cifras del 15%, y en México está considerado dentro de las 12 primeras causas de enfermedades de trabajo según la naturaleza de la lesión.

En estudios previos realizados los últimos años, se ha implementado la ecografía del nervio mediano como técnica diagnóstica debido a las potenciales ventajas que presenta sobre la EMG en el diagnóstico del STC, entre ellas cabe citar:

- *Menor costo y tiempo de exploración.*
- *Mejor tolerancia por el paciente.*
- *Brinda mayor información etiológica y posibilidad de tratamiento mediante intervención guiada.*

En México no existen estudios publicados donde se compare la efectividad del ultrasonido para el diagnóstico del STC en los pacientes con EMG positiva, sin embargo, en países norteamericanos y algunos europeos, existen estudios bien fundamentados³⁰.

Burchberger et al fueron los primeros en describir los hallazgos ecográficos característicos del STC tras realizar un estudio en 18 pacientes con diagnóstico clínico y EED de STC, comparando los resultados con 28 controles. Estos hallazgos eran: una mayor área de la sección ecográfica del nervio mediano a nivel del hueso pisiforme, aplanamiento del nervio mediano en la zona del hueso ganchoso y arqueamiento del ligamento anular; siendo dichos hallazgos similares a los obtenidos por Resonancia Magnética²⁶.

Silvestri et al describieron el patrón ecográfico típico del nervio periférico formado por áreas hipoecoicas, que se correspondían con los fascículos neuronales, separadas por bandas hiperecoicas¹⁵.

Lee et al realizaron un estudio en tres fases: nervio mediano normal en 28 controles, nervio mediano en 50 pacientes con STC y correlación entre los hallazgos ecográficos y el EED, mostrando las características normales y patológicas del nervio mediano, las cuales coincidían con los resultados del

estudio previo de Burchgerger, y demostrando una correlación significativa entre el área de la sección ecográfica del nervio mediano y el EED²⁷.

Nakamichi et al demostraron que los diámetros y el área de la sección ecográfica del nervio mediano eran mayores en 125 pacientes con STC frente a 200 controles, y que existía una correlación entre el área y la velocidad de conducción sensitiva y la latencia distal motora obtenidas del EED²⁸.

Massy-Westropp et al realizaron un estudio en 40 sujetos normales midiendo el área de la sección ecográfica del nervio mediano en reposo y tras realizar una actividad manual repetitiva, observando que el área aumentaba inmediatamente tras realizar dicha actividad manual recuperando su valor de reposo a los 10 minutos³⁰.

Duncan et al realizaron un estudio comparativo de 68 pacientes con STC y 36 controles llegando a la conclusión de que un área de la sección ecográfica del nervio mediano mayor de 9 mm^2 podía considerarse como factor desencadenante del STC²⁹.

Beekman et al han realizado recientemente una revisión en la literatura sobre la ecografía en el diagnóstico del STC e indican que los valores referidos como desencadenantes de STC se sitúan entre 9 y 11 mm^2 y que la ecografía permite detectar patología intratunelar asociada; aunque se precisará de estudios prospectivos para comparar su validez frente a los EED³¹.

Nosotros nos propusimos analizar su utilidad desde tres perspectivas:

a) La del médico radiólogo, viendo su validez y otros aspectos menos estudiados, como la fiabilidad y el grado de entrenamiento previo necesario, el cual no lleva mucho tiempo en aquellos con la suficiente experiencia en el rastreo ecográfico general (siendo el caso desde los residentes de tercer año de la especialidad).

b) La satisfacción del paciente.

c) La gestión del bajo costo en comparación a otros métodos de imagen como la Resonancia Magnética.

Uno de los objetivos principales del presente trabajo es impactar en el hecho de limitar la inversión de capital destinado a realizar la resonancia magnética y electromiografía, cuando el ultrasonido puede ser determinante para el diagnóstico.

Esto trasciende si comparamos los precios en pesos mexicanos en promedio, de algunos centros de radiodiagnóstico que ofrecen los servicios (Médica Sur, Hospital General, TJ ORIARD, entre otros), donde se denota la radical diferencia en cuanto al costo entre la Resonancia Magnética y la electromiografía con respecto al ultrasonido, teniendo que (Tabla 1):

TABLA 1

*COSTO EN PROMEDIO DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA EL
DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE TÚNEL DEL CARPO*

ELECTROMIOGRAFIA	ULTRASONIDO MUSCULOESQUELETICO	RESONANCIA MAGNETICA
\$1550.00 PESOS	\$650.00 PESOS	\$7500.00 PESOS

Es decir, un estudio ecográfico es 2.5 veces más barato que un test de electrodiagnóstico.

En áreas cercanas al punto de corte, normalmente se trata de pacientes con STC de grado leve subsidiarios de tratamiento conservador, con lo que en un estudio de coste-eficacia la ecografía sería una herramienta válida.

Para este punto de corte y si se acepta esta sensibilidad y la especificidad como clínicamente adecuadas, el ahorro sería de \$ 900.00 pesos por nervio mediano explorado.

EPIDEMIOLOGIA

En México, no existen estadísticas al respecto, sin embargo, se sabe que afecta a aproximadamente 3% de los adultos en Estados Unidos. Es más frecuente en el sexo femenino en una relación de 7:1, entre los 40 y 60 años, con presencia de un claro componente ocupacional, sólo el 10% son menores de 31 años.

La incidencia del túnel del carpo es de 1-3 casos por cada 1,000 habitantes por año.

El síndrome del túnel del carpo (STC) es muy común. La prevalencia del STC sintomático y electrofisiológicamente confirmado es de aproximadamente 3% entre las mujeres y 2% entre los hombres, con un pico de prevalencia en las mujeres mayores de 55 años de edad^{2,6,7}.

Su incidencia es variable. Por ejemplo, en el Reino Unido se han reportado 61 casos por 100 mil habitantes por año, con una tasa promedio de descompresiones de 56 por 100 mil habitantes por año en 1996. En Estados Unidos se ha calculado una incidencia de 346 casos por 100 mil habitantes por año con un total de 144 descompresiones por 100 mil habitantes por año en 1993. Estas tasas duplicaron las existentes en la década anterior.

El STC también es común en trabajadores de la industria liviana y mediana, cuyos trabajos involucran movimientos repetitivos de las manos. Los trabajadores que realizan movimientos de gran fuerza y muy repetitivos tienen mayor riesgo para desarrollar el síndrome.

Existen condiciones médicas que predisponen al STC, entre ellas están: diabetes, artritis reumatoidea, embarazo, obesidad y enfermedad tiroidea^{3,4}.

En pacientes de alto riesgo como trabajadores manuales, la incidencia puede ser tan alta como 150 casos por 1,000 trabajadores al año y la prevalencia de 500 casos por año.

Puede presentarse en 3.2% de los pacientes con diabetes mellitus, asociado a una enfermedad de tiroides en un 3%, a artritis reumatoide en un 4.5% y en personas obesas hasta en un 47%.

Como se mencionó anteriormente, el síndrome del túnel del carpo es más frecuente en mujeres. Puede ser bilateral hasta en un 50% de los casos.

Se estima que alrededor de 4-10 millones de personas en los Estados Unidos tienen síndrome de túnel del carpo. Con una prevalencia de 56.77% que han sido reportados en trabajadores, los cuales mantienen una posición forzada de las manos. Se sabe que en más del 50% de los casos son bilaterales¹¹.

MORTALIDAD / MORBILIDAD:

- **Mortalidad:**

El riesgo de mortalidad derivada de STC o las complicaciones del tratamiento conservador es extremadamente baja.

Existe un pequeño riesgo de muerte asociado con intentos de reparación quirúrgica. Las muertes pueden estar asociadas con los antecedentes personales patológicos del paciente y las complicaciones relacionadas con la anestesia.

El riesgo de mortalidad ha disminuido, sin duda, con la creciente aceptación de las técnicas endoscópicas para la liberación del túnel carpiano y la consiguiente disminución en el uso de la anestesia general y del tiempo bajo anestesia^{9,12}.

- **Morbilidad:**

La morbilidad del STC es muy variable y depende altamente de la duración y la gravedad de la presentación, así como de la causa, el éxito de la terapia conservadora (si es que lo hubiera), la salud general del paciente y la actitud preoperatoria del mismo, el tipo de cirugía de liberación, y numerosos factores psicosociales postoperatorios.

A lo largo de la literatura médica, un gran número de artículos han demostrado una correlación entre estos factores y el resultado del tratamiento.

El estudio electro diagnóstico (EED) es la prueba estándar en el diagnóstico del STC. Sin embargo, presenta una gran controversia pues se dan casos de falsos negativos (pacientes con STC y EED normal) referidos en la literatura entre un 5% y un 20%; y falsos positivos (personas sin STC, pero con alteraciones en el EED) de hasta de un 46%¹³.

Se han reportado que mediante el tratamiento conservador existen tasas de fracaso de 1 al 50%, mientras que con el manejo quirúrgico se evidencian tasas de fracaso del 2 al 31%.

SEXO:

Existe un fuerte predominio femenino con una relación hombre-mujer de 1:5-7.

EDAD:

Las tarifas del STC aumentan con la edad, llegando en la mediana edad (45-54 años) para posteriormente descender; sin embargo, existen otros varios factores que influyen en la edad de inicio¹⁰.

Hasta el momento no hay una literatura que evidencie la realización de trabajos con el mismo objetivo que el presente estudio; por lo que se considera de manera esperada que en nuestra Institución no se haya desarrollado un Protocolo de Investigación con el mismo objetivo.

JUSTIFICACION

El síndrome de túnel del carpo es una entidad médica que afecta principalmente a personas del sexo femenino, con importante relación en la actividad laboral de nuestros derechohabientes, sobre todo en aquellos pacientes dedicados al secretariado u oficinistas de Petróleos Mexicanos, ocupando como causa de ausentismo laboral y de disminución en las actividades laborales hasta en un 3 % de la población activa. Aunado a esto, genera tasas elevadas de inversión en los procedimientos diagnósticos como en electromiografía, así como la Resonancia Magnética Nuclear.

Existe la posibilidad de que a los pacientes con ésta enfermedad puedan diagnosticarse de manera temprana con tan solo la realización del ultrasonido, evitando así el derroche económico en métodos diagnósticos y terapéuticos mal enfocados, brindado mayor precisión del origen intrínseco vs extrínseco de dicha patología.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Demostrar la utilidad, sensibilidad y especificidad, que tiene el ultrasonido de alta resolución para el diagnóstico del síndrome del túnel del carpo.

HIPOTESIS

La ecografía, es un estudio más rápido, económico, accesible y sobre todo no invasivo, útil en el diagnóstico del síndrome de túnel del carpo.

OBJETIVOS

Principal:

Determinar el papel de la ecografía en escala de grises aunado al uso del Doppler color en la detección de las características asociadas al síndrome del túnel del carpo en pacientes con sospecha diagnóstica y electromiografía positiva en PEMEX Hospital Central Norte en el periodo comprendido de Abril a Julio del 2009.

Específicos:

- Utilidad diagnóstica del diámetro transversal (mm) y el área (cm²) del nervio mediano para el diagnóstico del síndrome del túnel del carpo.
- Utilidad del Doppler color para la valoración de la calidad de perfusión del nervio mediano patológico.
- Diferenciar el origen de la obstrucción intrínseca vs extrínseca del nervio mediano en la población de estudio.

MARCO TEÓRICO

ANATOMIA DEL TUNEL DEL CARPO

El conocimiento anatómico es de vital importancia para poder entender la fisiopatología del síndrome y aún más para el radiólogo, en la valoración ultrasonográfica^{8,15}.

El carpo cuenta con un contorno óseo cóncavo en su superficie flexora y está cubierto por el retináculo flexor. Esta estructura forma las paredes y el piso del túnel del carpo y la porción rígida del retináculo flexor forma el techo.

El retináculo flexor (ligamento carpal transversal) se inserta en el tubérculo del escafoides y el pisiforme (Túnel del carpo proximal. Figura 1), y en el tubérculo del trapecio y el aspecto cubital del gancho del ganchoso (Túnel del carpo distal. Figura 2).

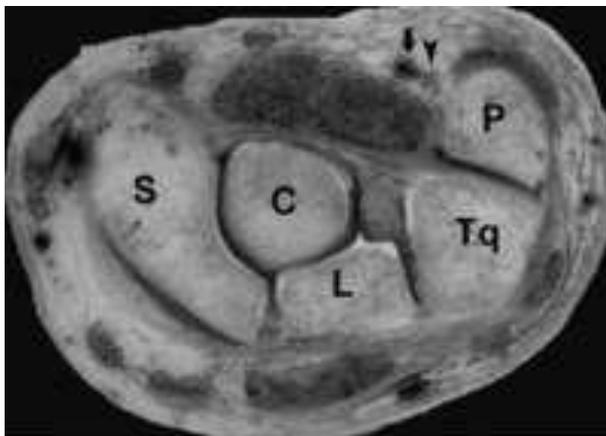
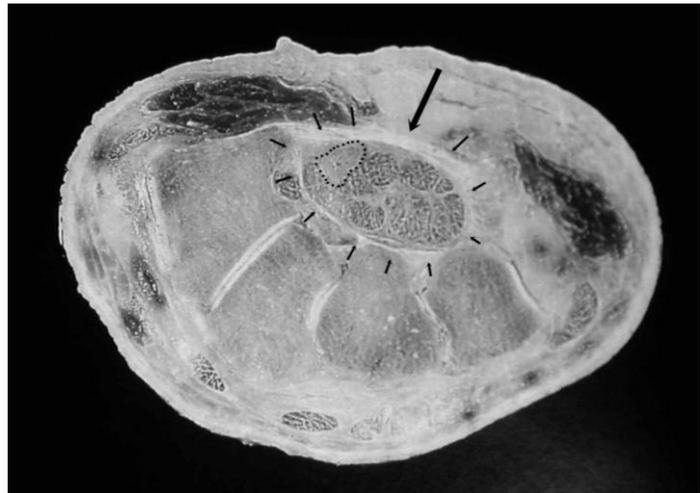


Figura 1. Secciones transversales de muñeca de cadáver humano adulto con fijación con formol. Túnel carpiano proximal: el escafoides (S) constituye la frontera radial proximal del túnel carpiano. El pisiforme (P) constituye la frontera proximal cubital. El grande (C), semilunar (L), y piramidal (Tq) forman el piso. El canal de Guyon, que contiene la arteria cubital (flecha), vena cubital y nervio ulnar (cabeza de flecha), se encuentra justo en la porción radial del pisiforme.

El espesor del retináculo flexor es de 1.5 mm y su longitud de 21.7 mm en promedio. En su porción proximal, es una continuación de la fascia anterior del antebrazo y distalmente se une a las fibras de la fascia medio palmar¹⁶.

Figura 2. Sección transversal de muñeca de cadáver humano adulto con fijación con formol. Túnel carpiano distal donde se observa el piso formado por el tubérculo distal del trapecio, trapezoide, grande y gancho (de derecha a izquierda). Conteniendo el Nervio mediano (línea punteada), acompañado de los 9 tendones



El ligamento transversal del carpo facilita la biomecánica de la mano ya que actúa como una “polea” para la mayoría de los movimientos de flexión y mantiene a los tendones flexores de los dedos dentro de su eje durante los movimientos de la muñeca, mano y dedos, lo que disminuye su fuerza necesaria para lograr los diferentes movimientos.

Dentro del túnel del carpo se encuentran las siguientes estructuras (Figura 3):

- Nervio mediano.
- Los nueve tendones flexores de los dedos y del pulgar.
- Tejido sinovial.
- Estructuras vasculares con trayectos aberrantes (ocasionalmente).

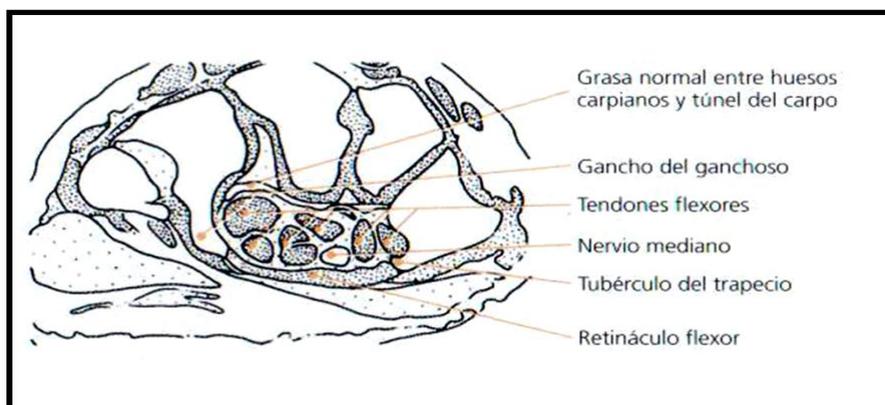


Figura 3. Túnel del carpo.

El diámetro del túnel del carpo es más estrecho a nivel del gancho del hueso ganchoso, donde alcanza un diámetro promedio de 20 mm^{17,18,19}.

Los tendones flexores largos de los pulgares pasan a través del túnel del carpo.

Los tendones flexores superficiales de los dedos están dispuestos en dos hileras, con el tendón del tercer y cuarto dedos posicionados anterior al tendón del segundo y quinto dedos.

Los tendones flexores profundos se encuentran dispuestos en el mismo plano coronal y el tendón del segundo dedo es separado de los tres adyacentes tendones profundos¹².

Los ocho tendones flexores se encuentran cubiertos por una vaina sinovial común. El tendón flexor largo del pulgar tiene su propia vaina sinovial y se encuentra localizado en el aspecto radial de los tendones flexores dentro del túnel del carpo (Figura 4).

El nervio mediano se encuentra justo por debajo del retináculo flexor y se pone en contacto con su superficie interna, ubicándose lateralmente con respecto a los tendones flexores superficiales entre el tendón del tercer dedo y el flexor radial del carpo²².

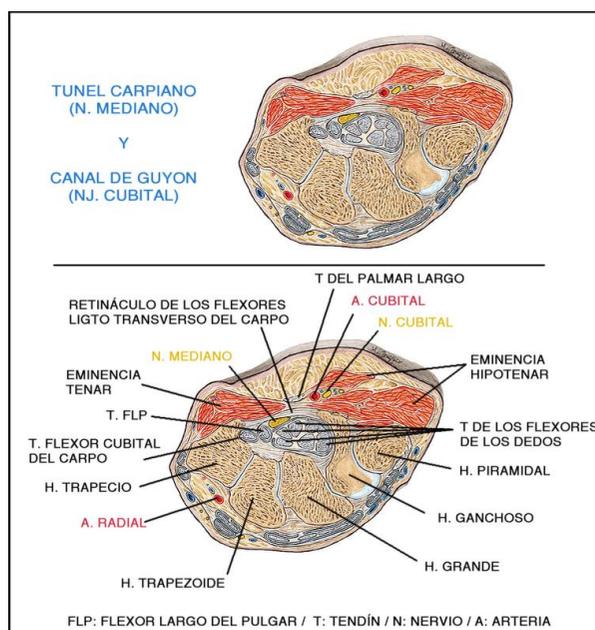


Figura 4

La unión del aspecto lateral (C6-C7) y medial (C8-T1) del plexo braquial forman el nervio mediano (Figura 5). Dicho nervio es redondo u oval a nivel del radio distal, y se vuelve elíptico a nivel del pisiforme y el ganchoso.

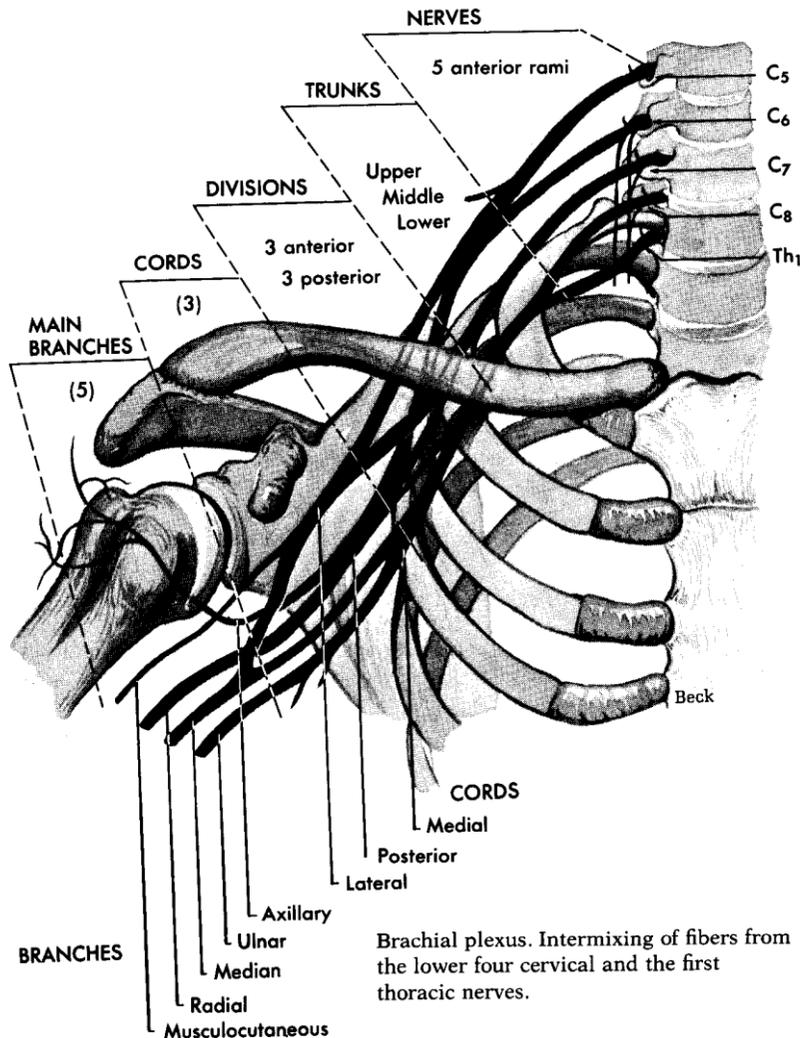


Figura 5. Plexo braquial.

La posición y morfología del nervio mediano se alternan durante la flexión y extensión. En la extensión el nervio asume una localización más anterior, profunda al retináculo flexor y superficial al tendón flexor superficial del índice. En flexión la forma elíptica del nervio mediano se aplanan^{20,21,22,26}.

Las alteraciones morfológicas del nervio mediano son menos evidentes con la muñeca en extensión.

El nervio mediano da la inervación del oponente y del abductor corto del pulgar, así como el primer y segundo lumbrical y parte del flexor corto del pulgar (Figura 6).

El territorio cutáneo que abarca incluye el primero, segundo y tercer dedo, así como la porción radial del cuarto (Figura 7).

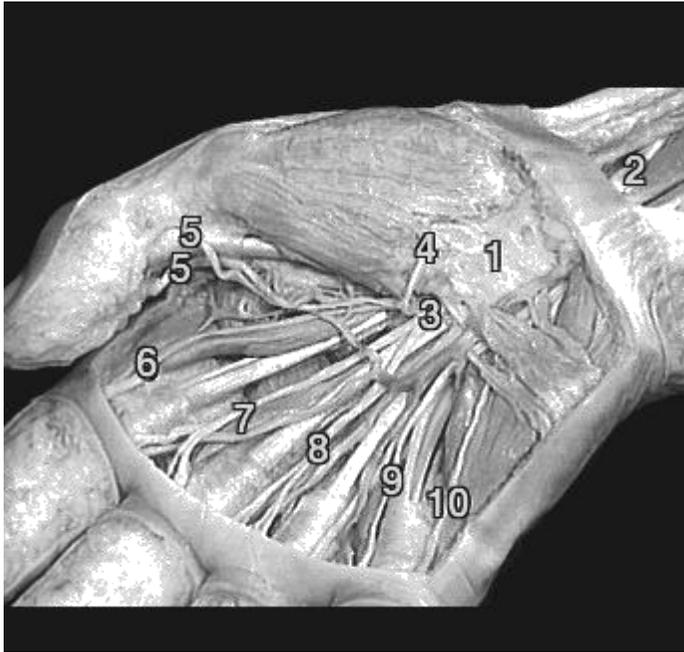


Figura 6

1. Flexor retinaculum
2. Median nerve
3. Median nerve
4. Muscular br. of median n. to thenar muscles
5. Proper palmar digital nerves to the thumb
6. Proper palmar digital nerve to index
7. Common palmar digital nerves
8. Common palmar digital nerves
9. Palmar digital branches of ulnar n.
10. Palmar digital branches of ulnar n.

Figura 7.

Naranja: Zona de inervación del nervio radial.

Amarillo: Zona de inervación del nervio cubital.

Morado: Zona de inervación del nervio mediano.



Una vez comprendida la anatomía se conceptualiza al síndrome del túnel del carpo como una mononeuropatía con un conjunto de signos y síntomas que son el producto de la compresión del nervio mediano dentro del túnel.

A manera general los síntomas incluyen parestesias, adormecimiento y dolor en las regiones inervadas por el nervio mediano¹⁰.

Antes del advenimiento de la electromiografía (EMG) en 1940, se pensaba que el síndrome del túnel del carpo era producido por compresión del plexo braquial por las costillas cervicales y otras estructuras en la región anterior del cuello.

En la actualidad se sabe que el nervio mediano es lesionado en su recorrido en el túnel del carpo, lo que produce desmielinización seguida de degeneración axonal^{12,13,18}.

Las fibras sensoriales son las primeras en afectarse y posteriormente lo hacen las fibras motoras.

Una teoría de la causa del daño es probablemente por un aumento en la presión en el túnel del carpo que causa una obstrucción del flujo arterial y venoso, edema y por último isquemia del nervio.

En caso de una alteración momentánea de la microcirculación del nervio, la disfunción sensitiva o motora ocasionada por el daño de la mielina mejora rápidamente en un periodo de seis a doce semanas al liberarse dicha compresión. Si el daño es a nivel axonal, la recuperación será incompleta y lenta¹⁶.

ETIOPATOGENIA

El riesgo de desarrollarlo está en relación con el número de factores epidemiológicos, incluyendo los genéticos, médicos, sociales, laborales y demográficos. Sin embargo, la causa más común es por un estrés repetitivo sobre el canal, secundario a una mala postura de la muñeca mientras se escribe a máquina o computadora, o por una flexión y extensión repetitivas (Figura 8).

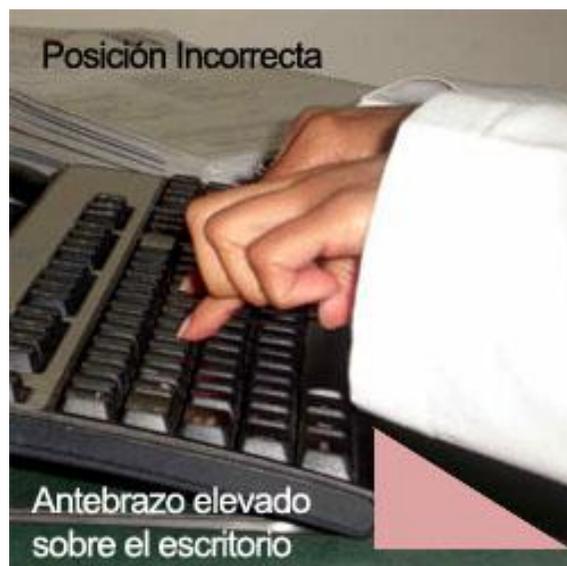


Figura 8

Otras incluyen la fractura (fractura de Colles) o luxación de muñeca (luxación radio carpal y carpo metacarpiana), lesión de tejidos blandos, infecciones, la hemorragia intraneural y la tendosinovitis de los flexores¹⁷.

Dichos procesos también pueden causar cicatrices postraumáticas, fibrosis o ambas.

Otros procesos inflamatorios crónicos que pueden disminuir el diámetro del canal, dentro de los que se encuentran la artritis reumatoide, artritis gotosa, amiloidosis y las enfermedades granulomatosas^{13,14,21}.

Dentro de las tumoraciones del nervio mediano que cursan con síndrome del túnel del carpo se pueden asociar a los neuromas, fibromas y hamartomas,

tumores extrínsecos que generan un efecto de masa ocupando espacio dentro del canal (Figura 9).



Figura 9. Imagen transoperatoria que muestra tumoración dependiente de la vaina de los tendones flexores de los dedos que correspondió a la valoración histopatológica en un condroma peritendinoso que ocasionaba

Existen defectos congénitos que pueden generar aumento de la presión dentro del túnel del carpo como sería la persistencia de la arteria mediana, la hipertrofia de los músculos lumbricales y el posicionamiento distal del músculo flexor superficial de los dedos.

También es importante comentar los factores laborales que afectan al nervio mediano por sobrecarga de la muñeca, como son posturas prolongadas de la muñeca, movimientos repetitivos, exposición prolongada a vibración y frío^{30,31}.

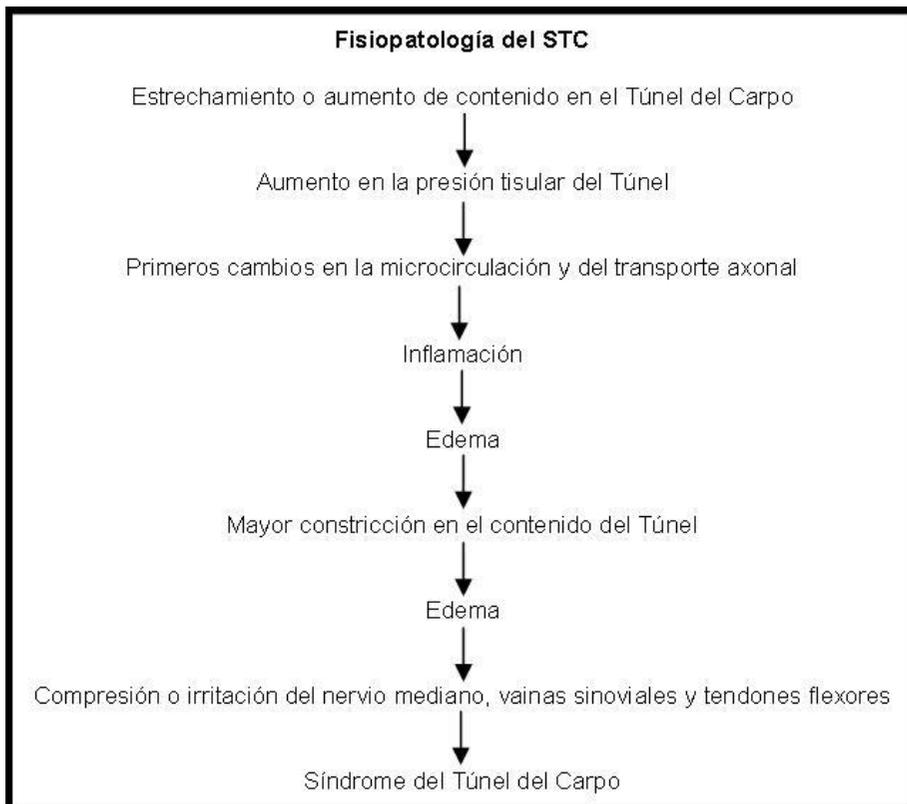


Tabla 2. Fisiopatología.

HALLAZGOS CLINICOS

Clásicamente el síndrome afecta a mujeres de mediana edad, quienes refieren disestesias de manos con predominio del lado dominante, las cuales se acentúan más por las noches, con debilidad a la prensión, que compromete al primero, segundo, tercero y la mitad radial del cuarto dedo.

El uso extenuante de las manos aumenta los síntomas, de los cuales los más frecuentes son parestesias de tipo hormigueo y pérdida de la sensibilidad en el territorio del nervio mediano¹².

Puede presentarse el fenómeno conocido de “Valleix”, el cual consisten en disestesias tipo ardor que se irradian en sentido proximal a lo largo del aspecto anterior del antebrazo e incluso hasta el cuello.

Si la compresión al nervio mediano continúa de manera importante, puede presentarse pérdida de la propiocepción, pérdida de la fuerza para la prensión y finalmente, pérdida de la discriminación táctil.

En estadios tardíos puede existir atrofia muscular, siendo el abductor corto del pulgar el más afectado^{15,16}.

Ocasionalmente, pueden presentarse algunos síntomas autonómicos como parte del síndrome del túnel del carpo, los cuales se presentan en toda la mano y se expresan como sensibilidad aumentada a los cambios de temperatura y sensación de hinchazón.

A la exploración física es importante el descartar algún otro problema neurológico y musculo esquelético; sin embargo, contribuye muy remotamente a la confirmación del diagnóstico del síndrome del túnel del carpo^{7,8}.

Existen algunas pruebas inducidas que pudieran ayudar al diagnóstico, siendo las más comunes el signo de Tinnel (Figura 10), que consiste en realizar percusión de la muñeca para desencadenar disestesias o sensación de hormigueo en el trayecto del nervio mediano, además de disminución de la sensibilidad, tiene una especificidad entre 67-87% de los casos.

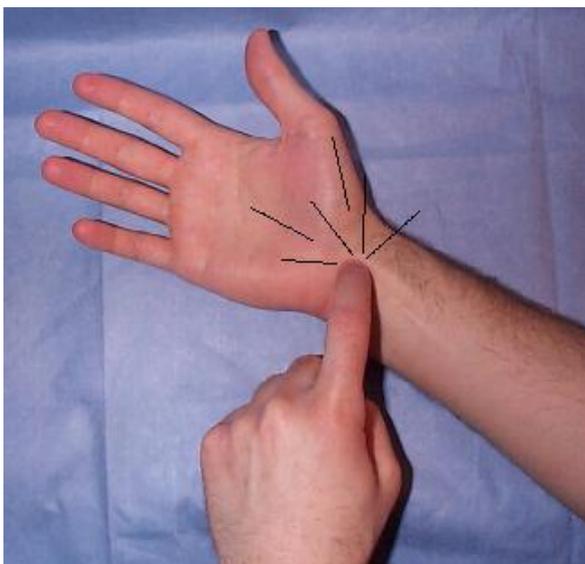


Figura 10.
Signo de Tinnel

Otro es el signo de Phalen (Figura 11), que se realiza con flexión de ambas muñecas durante 60 segundos, si el paciente refiere hipoestésias o disestésias el signo es positivo, tiene una sensibilidad entre el 70-89% y especificidad del 48%^{25,30}.

Figura 11. Signo de Phalen, con muñeca flexionada a 90°, donde los síntomas parestésicos se desencadenan antes de los 60 segundos.



La prueba de Durcan (compresión carpal) se basa en mantener una fuerza de compresión sobre el túnel del carpo por 30 segundos, es positiva cuando el paciente refiere hipoestésias, tiene una sensibilidad y especificidad mayores que la prueba de Tinnel y Phalen que es del 87% y 90% respectivamente¹⁷.

VALORACION ECOGRAFICA DEL TUNEL DEL CARPO

La ecografía de alta resolución es un método no invasivo útil para evaluar el túnel del carpo.

Tiene varias ventajas sobre la resonancia magnética incluyendo rapidez en su realización, bajo costo, accesibilidad y la posibilidad de ser un examen dinámico en tiempo real.

La ecografía ha venido ganando importancia en el diagnóstico del túnel del carpo, permitiendo la toma de medidas del nervio mediano y valoración de sus características antes de un procedimiento quirúrgico por endoscopia.

La ecografía es esencial para la localización anatómica del nervio, evitando lesiones durante procedimientos o infiltraciones (Figura 12). También se puede realizar el estudio de masas, como hemangiomas, lipomas, gangliones, hematomas, fracturas desplazadas y arteria mediana persistente^{6,8}.

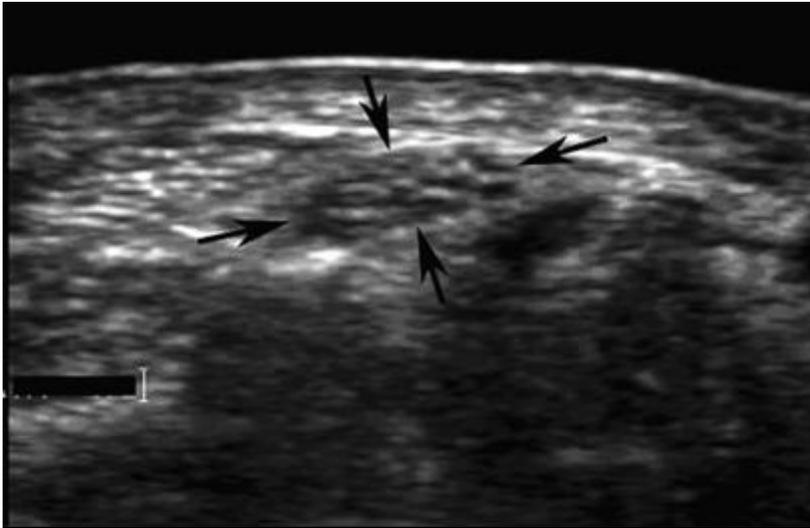


Figura 12. Paciente de 67-años de edad con estudios de conducción nerviosa y quirúrgicamente demostrado el síndrome del túnel carpiano. Estudio sonográfico en escala de grises que muestra la entrada del nervio mediano normal al túnel carpiano (flechas), con sección transversal de 0,09 cm² y no hay evidencia de edema del nervio o el aumento de curvatura del retináculo palmar de los flexores.

La técnica de estudio se realiza con el paciente sentado, con sus manos apoyadas en una superficie dura y plana (puede ser sobre sus muslos), con los antebrazos y muñecas en supino y los dedos semi extendidos.

Debe usarse un transductor lineal con frecuencia mayor a 6 MHz. El estudio ecográfico se realiza en el plano transversal y el haz sonográfico debe estar perpendicular a la superficie del tendón flexor para evitar el efecto anisotrópico del mismo.

La unidad básica del nervio periférico consiste en fibras neurales embebidas por el endoneuro, éste es muy delgado por lo tanto no refleja el haz de sonido, así que es hipoecógeno en ecografía de alta resolución^{6,18,19}.

Los fascículos neurales consisten en varias fibras neurales recubiertas por una cápsula llamada perineuro. Esta consiste en tejido conectivo, vasos y conductos linfáticos y es lo suficientemente gruesa para reflejar el haz de sonido visualizándose como líneas hiperecógenas en ecografía.

El tronco del nervio periférico consiste en varios fascículos neurales cubiertos por una membrana gruesa llamada epineuro, el cual se observa como líneas hiperecógenas gruesas en ecografía de alta resolución con un patrón reticular en cortes axiales (Figura 3).

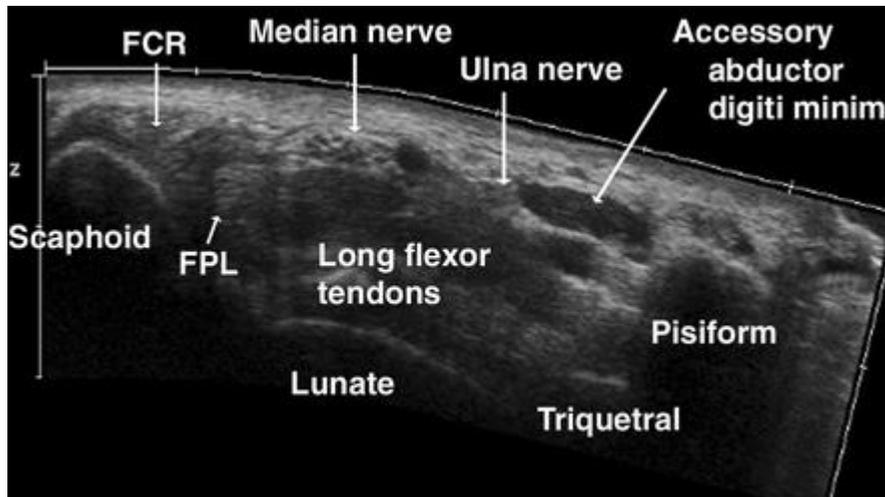


Figura 13.

Las características de este patrón reticular (áreas redondeadas hipoeecógenas rodeadas por líneas hiperecógenas) facilitan diferenciar el nervio de los músculos (hipoeecógenos) con el haz de sonido en sentido perpendicular.

Esta estructura puede ser similar al tendón, y también aparentemente tiene un efecto anisotrópico que resulta en una pobre definición del nervio en cortes no perpendiculares^{6,13,22}.

La ecogenicidad del nervio periférico se encuentra entre la relativamente baja ecogenicidad del músculo y la alta ecogenicidad del tendón.

Los tendones tienen un patrón fibrilar diferente, en un corte longitudinal se observa un patrón laminar, hiperecógeno, paralelo y grueso, en un plano transversal las fibras tendinosas se encuentran agrupadas hiperecógenas y redondeadas a diferencia del patrón punteado fascicular del nervio mediano (Figura 14)⁶.

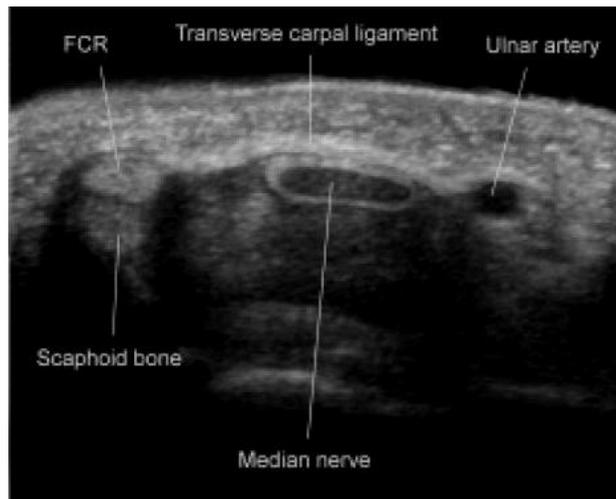


Figura 14.

CRITERIOS DIAGNÓSTICOS EN IMAGENOLÓGÍA

En cortes axiales el nervio mediano es elíptico y se aplanara progresivamente a medida que cruza distalmente.

Por ecografía, la compresión del nervio se observa con una triada clásica: aplanamiento del nervio mediano en la porción distal del túnel del carpo, edema o aumento del área del nervio mediano a nivel del pisiforme, así como abombamiento del retináculo flexor.

La forma del nervio puede variar a medida que atraviesa el túnel, sin embargo, el índice actualmente usado para cuantificar su anormalidad es un área mayor de 9 mm² a nivel de la porción proximal del túnel; es decir, radio o pisiforme^{8,9}.

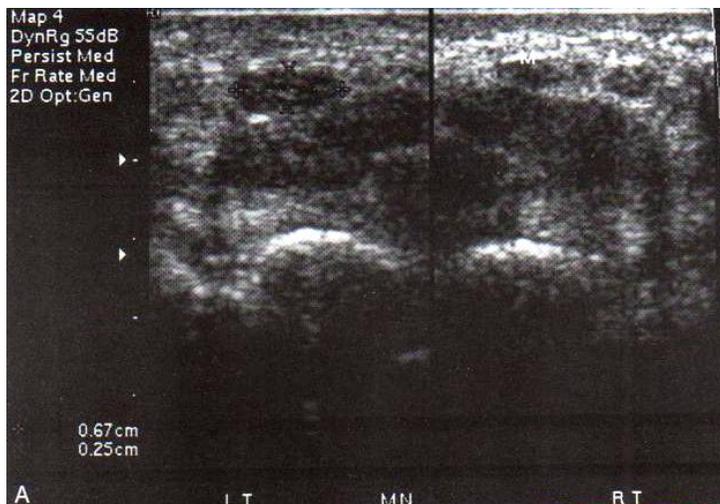


Figura 15

La relación de aplanamiento se obtiene a nivel del hueso ganchoso y es la división entre el mayor y el menor eje del nervio, medida que refleja la constricción máxima del nervio entre los tendones flexores y el retináculo. Dicha relación de aplanamiento debe ser menor de 3 (Figura 15).

Otra característica del síndrome del túnel del carpo en ecografía es el abombamiento del retináculo flexor (Figura 16), trazando una línea desde el tubérculo del trapecio hasta el gancho del hueso ganchoso, se mide el desplazamiento antero posterior del retináculo, el cual no debe ser mayor de 2.5 mm^{6,20,29}.

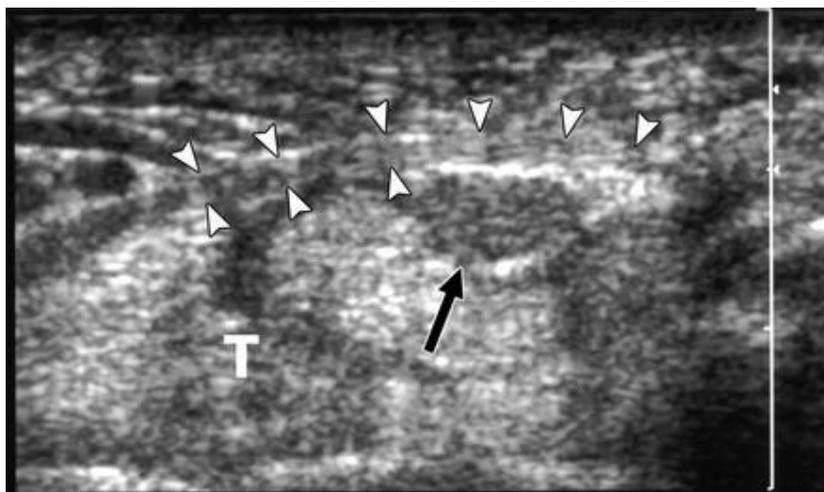


Figura 16. Retináculo flexor (cabezas de flecha)

Existe una amplia variedad de patologías extrínsecas causantes del síndrome del túnel del carpo que pueden ser diagnosticadas por ecografía, como la presencia de un músculo flexor aberrante del dedo índice, una arteria mediana persistente del antebrazo, y las enfermedades adquiridas que producen aumento del contenido del túnel como tenosinovitis de los tendones flexores, lipomas, gangliones, tumores vasculares y depósitos amiloides.

También puede existir disminución del tamaño del canal en luxaciones y fracturas de la muñeca.

Diferentes estudios han mostrado una buena correlación entre las medidas por ecografía y los hallazgos en la electromiografía y la recuperación funcional después de la cirugía^{6,29}.

Solo pocos estudios han comparado la ecografía con la RM en la evaluación del síndrome del túnel del carpo, pero han demostrado que generan resultados similares siendo la RM superior en la identificación de casos sutiles Y mejor que el Doppler color (Figura 17) en demostrar cambios causados por el edema y anomalías en la perfusión.

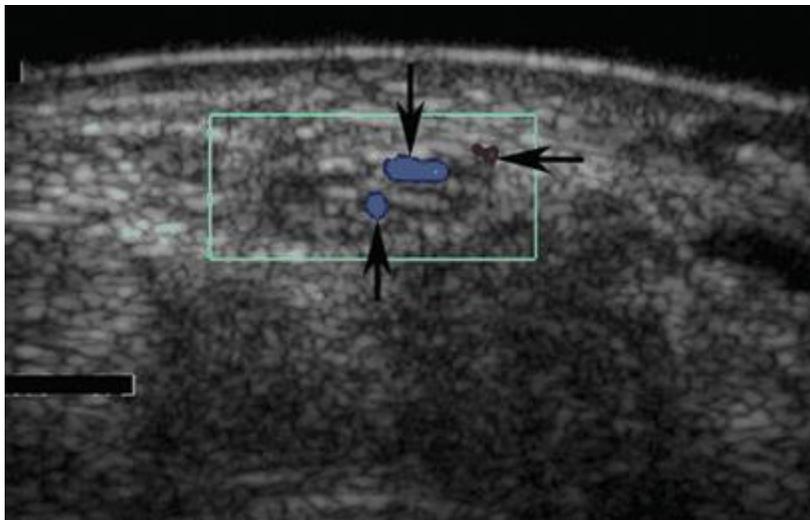


Figura 17. Paciente de 67 años de edad con AST del nervio mediano dentro de los parámetros normales, sin embargo cuenta con alteración en la conducción por EMG y en una imagen transversal del nervio mediano al Doppler color, existe vascularidad anormal intraneural (flechas), lo que corrobora la importancia y las ventajas sobre la escala de grises por ultrasonido como

MATERIAL Y MÉTODOS:

DISEÑO EXPERIMENTAL

Estudio prospectivo, con un método en corte transversal, descriptivo y comparativo.

UNIVERSO DE TRABAJO

- Se toma como universo a aquellos pacientes con electromiografía positiva para síndrome de túnel del carpo bilateral, que fueron evaluados en el Servicio de Rehabilitación de PEMEX Hospital Central Norte. Los hallazgos se reportaron en una hoja de recolección de datos (Anexo II).

- **Tamaño de la muestra y criterios de selección:** se recopilan resultados positivos de EMG para el diagnóstico de STC bilateral en 20 pacientes, que cumplieran con los siguientes criterios de selección:

- Edad y sexo, sin límites.
- Datos clínicos sugestivos de túnel del carpo (comentados en las notas del expediente clínico electrónico).
- Prueba de Tinnel, Prueba de Phalen y Prueba de Durkan positivas al menos dos de ellas (comentados en las notas del expediente clínico electrónico).
- Con diagnóstico bilateral (la cohorte abarcará todas las muñecas).
- Con diagnóstico establecido por electromiografía que presente velocidad en la conducción sensorial del nervio mediano de más de 62 milisegundos y prolongación del estado latente distal motor de más de 4.8 milisegundos.
- Que no cuenten con diagnóstico ya establecido por resonancia magnética o ultrasonido.
- Pacientes sin antecedentes quirúrgicos ni traumáticos (fracturas, luxaciones) en manos, muñecas y antebrazos
- Historias clínicas completas de los pacientes accesible a través de la base de datos digital del expediente electrónico, que incluya antecedentes completos (haciendo énfasis al entorno laboral del paciente), exploración física, pruebas de laboratorio, estudios radiológicos realizados.

Se *excluirán*: aquellos pacientes con patología unilateral, antecedente de cirugía en muñeca o con un nervio mediano bífido, pacientes con diagnóstico ya establecido por algún otro método que no sea la electromiografía, que tuvieran antecedentes de enfermedad endocrina (diabetes mellitus, hipotiroidismo, etc.), enfermedades reumáticas, fractura de muñeca mal consolidada, lesiones previas del nervio mediano, antecedentes personales de STC, estado de gravedad y radiculopatías cervicales.

Tipo de muestra y valoración del tamaño de la misma:

El tipo de muestra se obtendrá por muestreo aleatorio sistemático que consiste en elegir el primer individuo al azar y el resto de manera sistemática.

Para la valoración del tamaño de la muestra se utilizarán las siguientes fórmulas.

1.- Obtener el tamaño muestra imaginando que $N \rightarrow \infty$:

$$n_{\infty} = \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{e^2}$$

Donde:

$z_{\alpha/2}$: z correspondiente al nivel de confianza elegido

σ^2 : varianza poblacional

e: error máximo

2.- Comprobar si se cumple

$$N > n_{\infty}(n_{\infty} - 1)$$

Si esta condición se cumple el proceso termina aquí, y ese es el tamaño adecuado que debemos muestrear.

Si no se cumple, pasamos a una tercera fase:

3.- Obtener el tamaño de la muestra según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n_{\infty}}{1 + \frac{n_{\infty}}{N}}$$

Para calcular el tamaño de muestra para la estimación de proporciones poblacionales hemos de tener en cuenta los mismos factores que en el caso de la media³¹. La fórmula que nos permitirá determinar el tamaño muestral es la siguiente:

$$n = \frac{N z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

donde

$z_{\alpha/2}$: z correspondiente al nivel de confianza elegido

P: proporción de una categoría de la variable

e: error máximo

N: tamaño de la población

Por tanto y en base a lo anterior, se hizo una selección de 20 pacientes que cumplieran con los criterios de selección y al ser bilateral, se obtuvo una muestra de 40 muñecas para la exploración ecográfica^{33,34}.

LIMITE DE TIEMPO:

La selección de los pacientes se realizó en el periodo comprendido entre Noviembre del 2008 a Junio del 2009, continuando con la exploración ecográfica de los mismos durante los meses Junio-Julio del 2009 para la recopilación de los datos.

RECURSOS HUMANOS:

Médicos residentes del tercer año del Servicio de Radiología e Imagen de PEMEX Hospital Central Norte, con nociones básicas de ecografía y un entrenamiento específico de 6 horas, haciéndoles énfasis en los puntos

específicos a buscar para evitar el rastreo en sitios diferentes, así como la unificación de criterios para la interpretación de dichas valoraciones.

Médicos adscritos del servicio de Radiología e Imagen de los turnos matutino y vespertino, que corroboran los hallazgos encontrados en cada paciente por ecografía.

RECURSOS MATERIALES:

1. Transductor multiplanar 6-14-MHz de un aparato VOLUSON 730 PRO, GE Healthcare (Real Time 4D) un equipo con modo de exploración trapezoidal en 2D y al Doppler color en 3D, con programa Sono CT, SRI y X Ream.
2. Cuarto de ecografía con cama de exploración.
3. Cámara digital Canon de 10.1 megapíxeles (propiedad del investigador).
4. Computadora laptop Toshiba Satellite, Pentium 4 y sistema operativo Windows Vista (propiedad del investigador).
5. Programas informáticos: Canon Camera Assistant Software (para procesamiento de imágenes), Microsoft Office 2007 (para procesamiento de la información, tablas y gráficas), propiedad del investigador.
6. Formato de Cronograma de Actividades (Anexo I).
7. Formatos de registro de Hallazgos Ecográficos (Anexo II).

ESTADISTICA:

La recopilación de datos se realizó en la hoja de recolección de datos, elaborada por el investigador (Anexo II). Los resultados fueron analizados por el método estadístico que consisten en medidas de tendencia central (media, moda y mediana), coeficiente de correlación de Spearman y de Pearson, medidas de dispersión como desviación estándar en caso de distribución normal y curvas ROC (**Receiver Operating Characteristic**) para valorar la sensibilidad y especificidad de los hallazgos ecográficos. Por último se realizó un estudio de satisfacción del paciente realizado por el investigador.

La media de una muestra o promedio es el valor correspondiente al valor medio de la muestra total. Se obtiene del cociente de la sumatoria de todos los elementos entre el número total de elementos.

Valoración de la Media

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

La estadística clásica asume que los valores de una población se distribuyen entorno a la media aritmética de acuerdo a una distribución normal. Una medida que determina que tan alejados de la media se encuentran distribuidos muchos valores es la desviación estándar³³. Cuando se toma como modelo de distribución el área bajo la curva de Gauss, se asumen los siguientes criterios:

El 34.1% de la población estará entre la media y la media + desviación estándar.

El 34.1% de la población estará entre la media y la media -desviación estándar.

El 47.7 % de la población estará entre la media y la media +2desviaciones estándar.

El 47.7% de la población estará entre la media y la media -2desviaciones estándar.

El 49.8% de la población está entre la media y la media +3desviaciones estándar.

El 49.8% de la población está entre la media y la media -3 desviaciones estándar.

Solo un 0.1% de la población está por encima del límite máximo señalado y hay otro 0.1% de la población que está por debajo del límite inferior señalado^{32,34}.

De lo anterior se desprende que la desviación estándar ayude a acotar como se pueden distribuir los valores encontrados en la muestra asumiendo que esta es representativa de una población mayor.

La formula para obtener la desviación estándar de una población es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Cuando se trabaja con una muestra, se habla de la desviación estándar muestreada, y la fórmula se modifica a la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

La varianza guarda una estrecha relación con la desviación estándar. Viene a ser el promedio del cuadrado de las desviaciones de los valores de las muestras respecto a la media^{33,34}.

Ello significa que la varianza se asume como el cuadrado de la desviación estándar. El símbolo de la varianza en V y se calcularía para una muestra de acuerdo a la siguiente formula:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}$$

El error estándar relativiza la magnitud de la desviación estándar relacionándola con el tamaño de la muestra. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

La suma de los cuadrados es proporcional a la variación total de los datos de la muestra respecto de la media. Se puede obtener del producto de la variancia por N-1. La forma más directa de obtenerla es la siguiente:

$$SS = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

La suma de los cuadrados de las desviaciones es otro valor calculable a partir de los datos de la muestra, y correspondería a la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^N (x_i)^2$$

El coeficiente de variación (Cv), por otra parte, corresponde al cociente entre la desviación estándar y la media. Se calcularía de la siguiente forma:

$$c_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

El rango en estadísticas, se obtiene como la diferencia entre el máximo y el mínimo.

La asimetría de la muestra se calcula por la siguiente fórmula:

$$g_1 = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{3}{2}}}$$

Para calcular el valor de asimetría para la población, se parte del valor de la asimetría de la muestra usando la siguiente formula:

$$G_1 = \frac{\sqrt{n(n-1)}}{n-2} g_1$$

La curtosis es una medida de lo "estrecho" o "puntiagudo" de la curva de distribución en torno a la media calculada. La formula usada para la curtosis de la muestra es la siguiente:

$$g_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} - 3$$

La curtosis estimada para la población se calcula con la siguiente formula:

$$G_2 = \frac{(n+1)n(n-1)}{(n-2)(n-3)} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^2} - 3 \frac{(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

La mediana de las desviaciones absolutas (Median absolute deviation o MAD) es la mediana de las desviaciones de los valores de la muestra respecto a la mediana de la muestra, y se calcula por la siguiente formula:

$$MAD = \text{median}_i (|X_i - \text{median}_j(X_j)|),$$

Esta prueba estadística permite medir la correlación o asociación de dos variables y es aplicable cuando las mediciones se realizan en una escala ordinal, aprovechando la clasificación por rangos^{33,34}.

El coeficiente de correlación de Spearman se rige por las reglas de la correlación simple de Pearson, y las mediciones de este índice corresponden de + 1 a - 1, pasando por el cero, donde este último significa no correlación entre las variables estudiadas, mientras que los dos primeros denotan la correlación máxima.

La ecuación utilizada en este procedimiento, cuando en el ordenamiento de los rangos de las observaciones no hay datos empatados o ligados, es la siguiente:

Donde:

r_s = coeficiente de correlación de Spearman.

d^2 = diferencias existentes entre los rangos de las dos variables, elevadas al cuadrado.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N^3 - N}$$

N = tamaño de la muestra expresada en parejas de rangos de las variables.

S = sumatoria.

Pasos.

1. Clasificar en rangos cada medición de las observaciones.
2. Obtener las diferencias de las parejas de rangos de las variables estudiadas y elevadas al cuadrado.
3. Efectuar la sumatoria de todas las diferencias al cuadrado.
4. Aplicar la ecuación.
5. Calcular los grados de libertad (gl). $gl = \text{número de parejas} - 1$. Solo se utilizará cuando la muestra sea mayor a 10.
6. Comparar el valor r calculado con respecto a los valores críticos de la tabla de valores críticos de t de Kendall en función de probabilidad.
7. Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

Clásicamente, la exactitud de una prueba diagnóstica se ha evaluado en función de dos características: la sensibilidad y la especificidad^{31,32,33}.

Sin embargo, éstas varían en función del criterio elegido como punto de corte entre la población sana y la enferma.

Una forma más global de conocer la calidad de la prueba en el espectro completo de puntos de corte es mediante el uso de curvas ROC (receiver operatin characteristics, *características operativas del receptor*. Figura 18),

constituyen una herramienta fundamental y unificadora en el proceso de evaluación y uso de las pruebas diagnósticas.

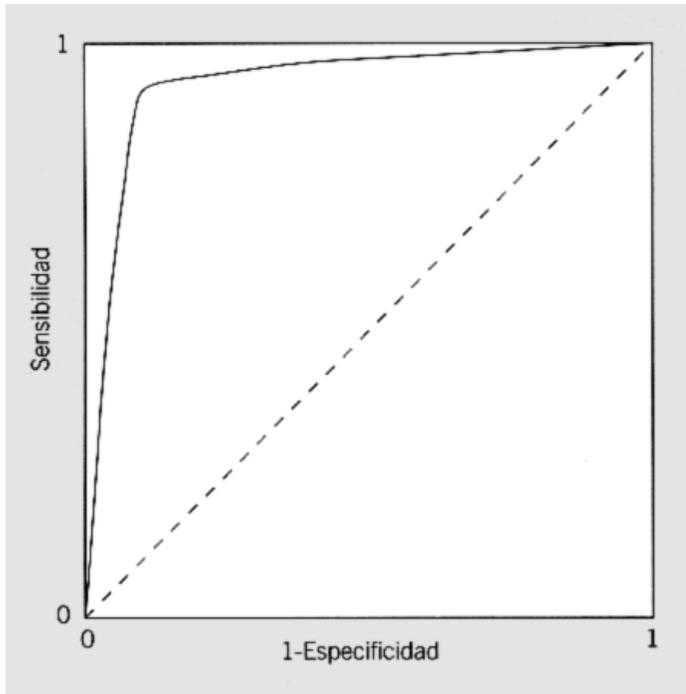


Figura 18. Curva ROC

La sensibilidad se obtiene en el subgrupo de enfermos y la especificidad en el de sanos, por lo que ambos valores son independientes de la prevalencia en la muestra estudiada^{32,33,34}.

Existen cuatro posibilidades que pueden resumirse en una tabla de contingencia de 2 x 2 (Tabla 3).

$$S = \frac{\text{Verdaderos positivos (vp)}}{\text{Verdaderos positivos (vp) + Falsos negativos (fn)}}$$

$$E = \frac{\text{Verdaderos negativos (vn)}}{\text{Verdaderos negativos (vn) + Falsos positivos (fp)}}$$

		DIAGNÓSTICO VERDADERO	
		ENFERMOS	SANOS
PRUEBA ESTUDIADA	Resultado positivo	Verdadero positivo	Falso positivo
	Resultado negativo	Verdadero negativo	Falso negativo

TABLA 3

A partir de la tabla de contingencia se puede definir el valor predictivo del resultado positivo como la proporción de resultados válidos entre los resultados positivos de la prueba:

$$VPP = \frac{\text{Verdaderos positivos (vp)}}{\text{Verdaderos positivos (vp) + Falsos positivos (fp)}}$$

El valor predictivo del resultado negativo será la proporción de resultados válidos entre los negativos:

$$VPN = \frac{\text{Verdaderos negativos (vn)}}{\text{Verdaderos negativos (vn) + Falsos negativos (fn)}}$$

METODOLOGIA DEL ESTUDIO:

Estándar de oro:

El diagnóstico del síndrome de túnel del carpo inicia por la historia clínica del paciente (malestar nocturno de la mano y debilidad sensorial en la distribución del nervio mediano), las evaluaciones clínicas (las pruebas de Tinnel y de Phalen), finalmente y como “**gold standard**”, se tomará en cuenta la alteración en la velocidad de la conducción por electromiografía^{8,11}.

Los pacientes experimentarán la ecografía del túnel del carpo como parte de su cuidado clínico rutinario, siendo un estudio no invasivo, sin riesgo para la salud del paciente.

TÉCNICA ECOGRAFICA

El examen ecográfico en escala de grises y al Doppler color se realizó usando un transductor multiplanar 6-14-MHz de un aparato VOLUSON 730 PRO, GE Healthcare (Real Time 4D. Figura 19) un equipo con modo de exploración trapezoidal en 2D y al Doppler color en 3D, con programa Sono CT, SRI y X Ream.



FIGURA 19

En posición supina y neutral de la muñeca, se rastrea el curso del nervio mediano adentro y próximo al túnel del carpo, explorado cuidadosamente con el transductor en los planos transversal y longitudinal, con el propósito de investigar la presencia de criterios de compresión extrínseca o intrínseca del nervio mediano.

La ecografía fue realizada ejecutando la proyección de la imagen compuesta de la ecografía.

Las evaluaciones ecográficas incluyeron medidas de diámetros y las superficies (área no $>$ a 10 mm^2) transversales del nervio mediano próximo a la entrada del túnel, en la entrada del túnel, y en la salida del túnel.

La altura máxima (abombamiento) del retináculo flexor se midió trazando una línea desde el tubérculo del trapecio hasta el gancho del hueso ganchoso y se midió el desplazamiento antero posterior del retináculo (que no sobrepasara los 2.5mm).

El estudio Doppler color se adquirió después de modificar las dimensiones de la ventana del color para incluir el nervio mediano, realizando los ajustes para el manejo de flujo bajo^{6,7}.

Posterior a la realización del ultrasonido se evaluaron los resultados de las pruebas electrodiagnósticas, tomando en cuenta que la conducción anormal del nervio se identificó con la velocidad en la conducción sensorial del nervio mediano de más de 62 milisegundos y la prolongación del estado latente distal del motor de más de 3.9 milisegundos sin anomalías en el nervio cubital o los parámetros medianos próximos del nervio.

Análisis de imagen

Las imágenes de cada paciente fueron evaluadas directamente desde el monitor (no se imprimieron placas ni se guardaron imágenes en la memoria del equipo) en consenso por los médicos residentes de mayor jerarquía que fueron

entrenados en la ejecución e interpretación de los criterios ecográficos diagnósticos del síndrome del túnel del carpo y los médicos Adscritos del turno.

La implicación del nervio mediano se caracterizará evaluando cinco características ecográficas en una escala ordinal de 2 puntos: presente o ausente^{6,10,11,12}.

Primero, determinar la presencia de edema del nervio. La superficie transversal del nervio se define como el área de los fascículos neurales (hipoecoicos) entre el tejido fibroso perineural (hiperecoico). El edema del nervio altera el patrón reticular anteriormente mencionado del nervio, dando lugar a una disminución difusa de la ecogenicidad.

En segundo lugar se debe realizar la valoración numérica de la ampliación de la superficie transversal del nervio a $> 1 \text{ cm}^2$ (10 mm^2) o valorado en el sitio próximo al túnel del carpo.

Después, hay que determinar la relación de aplanamiento del nervio mediano. El aplanamiento del nervio se obtiene a nivel del hueso ganchoso y es la división entre el mayor y el menor eje del nervio (dado en el sitio de constricción máxima entre los tendones flexores y el retináculo) de por lo menos 3.

Además, la presencia de inclinación palmar creciente del retináculo del flexor debe ser determinada para hablar de dislocación del retináculo del ápice palmar de 2 milímetros o más de la línea recta entre sus accesorios al tubérculo del trapecio y el gancho del ganchoso.

Finalmente, el estudio Doppler color será evaluado para determinar la presencia de cualquier estructura vascular intraneural no relacionada con una arteria mediana persistente^{6,13,21}.

IMPLICACIONES ETICAS:

Todos los pacientes dieron su consentimiento previo a la realización del estudio; el protocolo fue aprobado por el Comité Ético del hospital en Mayo del 2009.

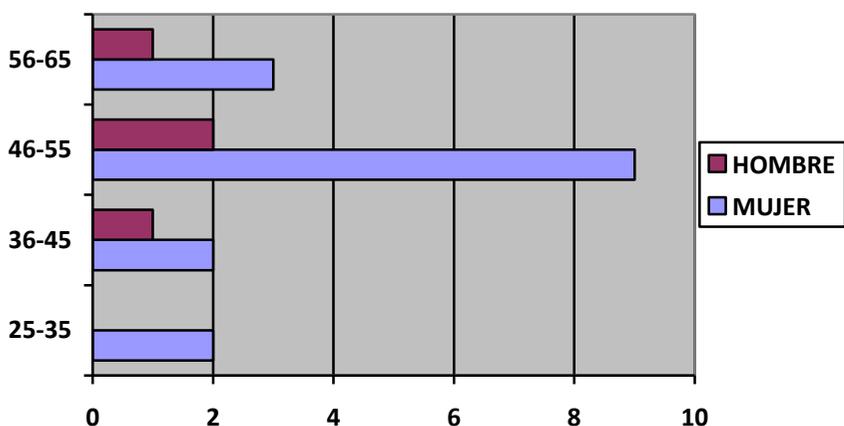
Es un estudio no invasivo, con riesgo mínimo, que cumple con los criterios de Helsinki en 1975 y enmendados en Hong Kong en 1989, las Buenas Prácticas Clínicas, así como al reglamento de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos.

RESULTADOS

La asociación entre los valores de la ecografía y el diagnóstico de STC se midieron con modelos logísticos univariantes o multivariantes, y las curvas ROC se usaron para determinar los puntos de corte de mayor sensibilidad y especificidad. Los coeficientes de correlación intraclase (ICC) se usaron para determinar la fiabilidad entre observadores y entre lectores.

Se exploraron 20 pacientes y 40 túneles de carpo sintomáticos: 16 (80 %) mujeres y 4 (20 %) varones, con una media de edad de 48 ± 10 (25 - 65) años. Se analizaron 40 carpos, 100% eran bilaterales. Se excluyeron 4 carpos por presentar nervios medianos bífidos. El 83 % de los carpos estudiados tenían signos compatibles con STC.

Aunque se encontraron medidas superiores en varones y en el lado derecho, estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas.



GRAFICA 1. Clasificación de pacientes de acuerdo a grupo de edad y sexo.

Estudio de validez. Las medias de todos los parámetros ecográficos evaluados fueron significativamente mayores en este grupo con EMG positiva.

Con objeto de estudiar si existía una relación de los hallazgos ecográficos en comparación con el diagnóstico de STC por EMG; los hallazgos electromiográficos se reagruparon en tres grados (leve, moderado y severo), de acuerdo a los criterios de valoración según La Sociedad Americana de Estudios Electrodiagnósticos, junto a la Sociedad Americana de Neurología y la Sociedad Americana de Medicina Física y Rehabilitación.

Los hallazgos mostraron incrementos significativos en las medidas del área proximal, el área medial, el área distal y el eje mayor ($p < 0,001$).

En el STC leve a un aumento de 1 mm² en el área (o 1 mm en el eje) le corresponde un incremento del riesgo de STC leve desde un 12% para el eje mayor hasta un 70% para el área distal.

Posteriormente se estudió la correlación entre medidas ecográficas y electromiográficas, y encontrando una asociación negativa significativa entre el área determinada por ecografía (proximal, medial o distal) y la velocidad de conducción, la latencia sensitiva y la latencia motriz.

La rho de Spearman, siempre con una $p < 0,0001$, era:

- a) Para el área proximal frente a la velocidad de conducción $-0,608$, frente a la latencia media sensitiva $0,575$ y frente a la latencia media motriz $-0,579$.
- b) Para el área medial frente a la velocidad de conducción $-0,633$, frente a la latencia media sensitiva $0,624$ y frente a la latencia media motriz $-0,585$.
- c) Para el área distal frente a la velocidad de conducción $-0,658$, frente a la latencia media sensitiva $0,627$ y frente a la latencia media motriz $-0,597$.

Para el análisis de sensibilidad y especificidad y teniendo en cuenta el resultado de la regresión previa, se han construido las curvas ROC para cada una de las medidas en que se encontró asociación significativa entre la medida y el diagnóstico de STC: áreas proximal, media, distal y área mayor de las tres anteriores.

Tabla 4. Puntos de corte elegidos sobre las coordenadas de las curvas ROC. Sensibilidad y especificidad para el punto de corte elegido.

Localización	Punto de corte (mm2)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Area Proximal	10	79.59	66.67
Area Media	10	81.63	65.38
Area Distal	10	87.76	66.67

De entre las localizaciones estudiadas, la que rinde mayor sensibilidad para una misma especificidad es el área distal y, en segundo lugar, el área máxima de las tres consideradas. El mejor punto de corte establecido a través de la curva ROC fue 10-13.9 mm² de área distal, que clasifica correctamente al 82% de los pacientes.

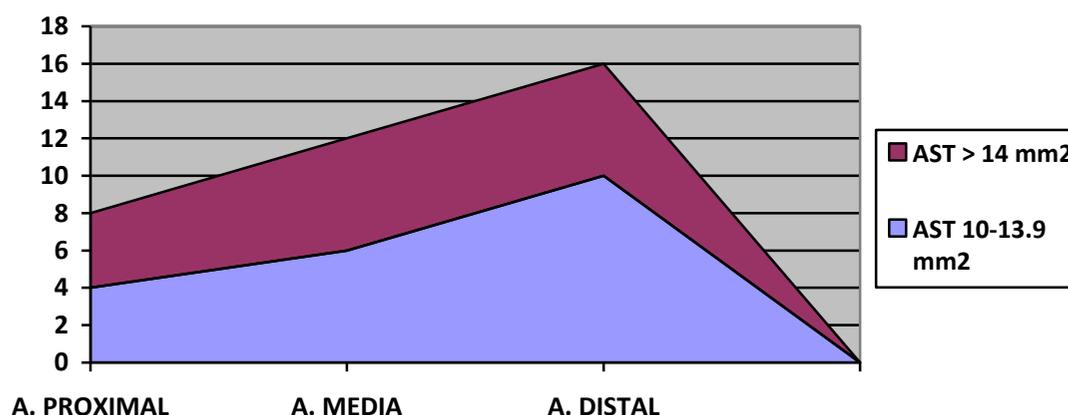


GRAFICO 2

En el análisis de la fiabilidad se realizó un estudio entre los lectores, los resultados de los estudios fueron excelentes.

Se analiza la correlación entre lectores, en la que se analiza la concordancia de los dos lectores que hacen una relectura de todas las imágenes obtenidas con una concordancia entre 0,961.

En el análisis de malestar o incomodidad de la prueba percibidos por el paciente, comparamos los dos procedimientos: EMG y ecografía. La media de los valores de EVA (0-100) para la EMG fue de 56.0 ± 26.7 , y para la ecografía, 5 ± 1.35 ($p < 0,0005$).

DISCUSIÓN

En los últimos años se han dado diferentes opiniones a cerca de la utilidad de la ecografía musculo esquelética; así como en la publicación de trabajos que muestren la validez del estudio para el diagnóstico del STC.

La validez de la ecografía en el STC engloba una serie de estudios encaminados a brindar a esta prueba una base teórica coherente para su adecuado uso.

Los parámetros usados han sido tanto los hallazgos electromiográficos como los hallazgos clínicos en la mayor parte de los estudios publicados. En el caso del presente estudio hemos comparado las medidas ecográficas con el estudio electrofisiológico como el estándar de varias maneras.

Primero evaluamos la sensibilidad y la especificidad de la prueba. En la literatura médica existe una diferencia de opinión para definir los puntos de corte a aplicar en el diagnóstico ecográfico de STC. Es por esto que se estudió mediante curvas ROC la sensibilidad y la especificidad para distintos parámetros y los valores de corte para el área de sección transversal del nervio mediano que podrían usarse para excluir o confirmar un STC, sin embargo éste estudio evidenció una alta sensibilidad con una baja especificidad y esto se explica ya que no se hizo comparativo con un grupo control de pacientes “sanos”, por lo que sería importante continuar dicho estudio para valorar de forma correcta el porcentaje de especificidad.

Un área de 10-13.9 mm² clasifica correctamente al 73% de nuestros pacientes, mientras que valores por arriba de los 14 mm² aceveran una sensibilidad del 100%. Estos resultados en comparación con el estudio ya comentado de Beekman et al³¹, que muestran valores críticos que varían entre 9 y 15 mm², con sensibilidades de 0,70-0,88 y especificidades de 0,57-0,97³¹.

Nuestros resultados fueron congruentes ya que existe una relación lineal entre el incremento del área del nervio mediano y las alteraciones de la velocidad de conducción, la latencia motriz y la latencia sensitiva.

El estudio abordó aspectos poco explorados a nivel mundial, además que analizó la confiabilidad entre los dos lectores (residentes de tercer año), valorando el hecho de que una técnica estrictamente estandarizada es suficiente para alcanzar buena fiabilidad en aquellas personas con un conocimiento básico de ecografía, siendo éste un aspecto importante para generalizar el uso de la ecografía como prueba diagnóstica en el STC.

Las interpretaciones de los estudios realizados por los 2 residentes del tercer año, con poca experiencia y conocimientos básicos, fueron muy buenos y reflejaron la confiabilidad al momento de estandarizar las técnicas de medida.

Por lo tanto es importante recalcar que la ecografía es útil y fácilmente reproducible en el diagnóstico del STC realizando previamente un entrenamiento estandarizado.

Otra ventaja obvia de la ecográfica sobre la EMG es que se trata de una prueba indolora; nuestros resultados confirman que la exploración ecográfica se considera un procedimiento menos doloroso y más satisfactorio y debería considerarse al menos en los pacientes que no aceptan la realización de la EMG.

En cuanto al coste, la ecografía representa un gran ahorro económico.

Los valores intermedios y con clínica indicativa de STC, se podrían tratar de forma conservadora, ya que suelen ser grados leves

CONCLUSION

Para finalizar concluimos que la ecografía en escala de grises aunado al uso el Doppler color, es útil para la detección de características bien específicas asociadas al diagnóstico del STC en pacientes con electromiografía positiva. A su vez aporta nuevos datos en la fiabilidad del lector y del explorador, siendo importante la demostración de que un rápido y estandarizado aprendizaje de la técnica de exploración, alcanza buenos resultados, corroborando datos de validez y eficiencia, incluso económica.

Una desventaja en todo caso sería que el ultrasonido de cualquier región anatómica, siempre será operador-dependiente, cosa que puede producir sesgos al momento de la interpretación.

De igual manera aporta datos de satisfacción del paciente y tolerabilidad de la prueba.

Demostramos que la exploración ecográfica es una herramienta útil y válida para confirmar la sospecha clínica de STC en los pacientes con electromiografía positiva en todos los grados (desde leve a severo), asociado a una alta sensibilidad a expensas del área transversa del nervio mediano.

Por tanto, la medición del área de sección transversal es un método sensible, fiable y no invasivo para el diagnóstico de síndrome de túnel del carpo, y poco dependiente de la experiencia del explorador si se aplica una técnica estandarizada.

BIBLIOGRAFIA

1. American Academy of Orthopaedic Surgeons Work Group Panel. AAOS Clinical Guidelines on the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. AAOS Now October 2008 Issue (10/09/08). American Academy of Orthopaedic Surgeons.
2. Work Loss Data Institute. *Carpal tunnel syndrome (acute & chronic)*. Corpus Christi, TX: Work Loss Data Institute; 2007.
3. Balci K, Utku U. Carpal tunnel syndrome and metabolic syndrome. *Acta Neurol Scand*. Aug 2007;116(2):113-7.
4. American Academy of Orthopaedic Surgeons. American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical guideline on diagnosis of carpal tunnel syndrome. National Guidelines Clearinghouse.
5. Padua L, Pazzaglia C, Caliandro P, Granata G, Foschini M, Briani C, et al. Carpal tunnel syndrome: ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment. *Clin Neurophysiol*. Sep 2008;119(9):2064-9.
6. Normal Sonographic Anatomy of the Wrist and Hand Justin C. Lee, FRCR and Jeremiah C. Healy, FRCR, November 1, 2005 RadioGraphics, 25, 1577-1590.
7. Allmann KH, Horch R, Uhl M, et al. MR imaging of the carpal tunnel. *Eur J Radiol*. Sep 1997;25(2):141-5.
8. Bonel HM, Heuck A, Frei KA, et al. Carpal tunnel syndrome: assessment by turbo spin echo, spin echo, and magnetization transfer imaging applied in a low-field MR system. *J Comput Assist Tomogr*. Jan-Feb 2001;25(1):137-45.
9. Coyle MP. Nerve entrapment syndromes in the upper extremity. In: Dee R, et al, eds. *Principles of Orthopaedic Practice. Vol 1*. McGraw-Hill Pub;1989:672.
10. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol*. Sep 1999;173(3):681-4.
11. Gelberman RH, Eaton RG, Urbaniak JR. Peripheral nerve compression. *Instr Course Lect*. 1994;43:31-53.
12. Healy C, Watson JD, Longstaff A, Campbell MJ. Magnetic resonance imaging of the carpal tunnel. *J Hand Surg [Br]*. May 1990;15(2):243-8.
13. Keberle M, Jenett M, Kenn W, et al. Technical advances in ultrasound and MR imaging of carpal tunnel syndrome. *Eur Radiol*. 2000;10(7):1043-50.

14. Lee D, van Holsbeeck MT, Janevski PK, et al. Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography. *Radiol Clin North Am*. Jul 1999;37(4):859-72, x.
15. Martinoli C, Bianchi S, Gandolfo N. US of nerve entrapments in osteofibrous tunnels of the upper and lower limbs. *Radiographics*. Oct 2000;20 Spec No:S199-213; discussion S213-7. Martinoli C, Serafini G, Bianchi S, et al. Ultrasonography of peripheral nerves. *J Peripher Nerv Syst*. 1996;1(3):169-78.
16. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A. Carpal tunnel: MR imaging. Part I. Normal anatomy. *Radiology*. Jun 1989;171(3):743-8.
17. Papanicolaou GD, McCabe SJ, Firrell J. The prevalence and characteristics of nerve compression symptoms in the general population. *J Hand Surg [Am]*. May 2001;26(3):460-6.
18. Wiesler ER, Chloros GD, Cartwright MS, Smith BP, Rushing J, Walker FO. The use of diagnostic ultrasound in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg [Am]*. May-Jun 2006;31(5):726-32.
19. PORTILLO, Roberto, SALAZAR, María y HUERTAS, Marco-Antonio. **Síndrome del túnel del carpo: Correlación clínica y neurofisiológica.** *An. Fac. med.*, oct./dic. 2004, vol.65, no.4, p.247-254. ISSN 1025-5583.
20. Villaverde Romón M, González del Pino J, y Lovic A. Síndrome del túnel carpiano con estudio electrodiagnóstico normal. *Rev Ortop Traumatol* 1997; 41:350-6.
21. American Academy of Neurology, American Association of Electrodiagnostic Medicine, and American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameters for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome (summary statement). *Neurology* 1993;43:2404-5.
22. Concannon M, Gainor B, Petroski G, Puckett C. The predictive value of electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. *Plast Reconst Surg* 1997;100:1452-8.
23. Glowacki K, Breen C, Sachar K, Weiss A. Electrodiagnostic testing and carpal tunnel release outcome. *J Hand Surg (Am)* 1996;21A: 117-122.
24. Corwin H, Kasdan L. Electrodiagnostic reports of median neuropathy at the wrist. *J Hand Surg (Am)* 1998;23A:55-7.

25. Méndez García M, Graña Gil J, Galdo Fernández F. Aportación de las nuevas técnicas de imagen al diagnóstico. En: Herrera Rodríguez A, Herrero Beaumont G, Fernández Portal L, Rodríguez de la Serna A dir. Mano y muñeca. Barcelona: Masson; 1999. p. 15-24.
26. Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G, Lener M, Schmidauer C. Carpal tunnel syndrome: Diagnosis with High-Resolution Sonography. AJR 1992;159:793-8.
27. Lee D, Van Holsbeeck M, Janevski P, Ganos D, Ditmars D, Darian V. Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography. Radiol Clin North Am 1999;37:859-872.
28. Nakamichi K, Tachibana S. Enlarged median nerve in idiopathic carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 2000;23:1713-8.
29. Duncan I, Sullivan P, Lomas F. Sonography in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. AJR 1999;173:681-4.
30. Massy-Westropp N, Grimmer K, Bain G. The effect of a estandar activity on the size of the median nerve as determined by ultrasound visualization. J Hand Surg (Am) 2001;26A:649-54.
31. Beekman R, Visser L. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome a critical review of the literature. Muscle Nerve 2003;27:26-33.
32. Dawson-Saunders B, Trapp RG. Bioestadística Médica . 2ª ed. México: Editorial el Manual Moderno; 1996.
33. Milton JS, Tsokos JO. Estadística para biología y ciencias de la salud. Madrid: Interamericana McGraw Hill; 2001.
34. Martín Andrés A, Luna del Castillo JD. Bioestadística para las ciencias de la salud. 4ª ed. Madrid: ORMA; 1993.
35. Altman DA. Practical statistics for medical research. 1th ed., repr. 1997. London: Chapman & Hall; 1997.

ANEXOS

ANEXO I

CALENDARIO DE ACTIVIDADES 2008:

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
A	X	X	X	X								
B					X	X	X	X	X	X	X	X
C									X			
D											X	X

CALENDARIO DE ACTIVIDADES 2009:

ACTIVIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
A												
B												
C					X							
D	X	X	X	X	X	X						
E						X	X	X				
F								X				

- A. SELECCIÓN DEL TEMA Y BUSQUEDA DE BIBLIOGRAFIA.
- B. ELABORACION DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACION.
- C. AUTORIZACION DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACION.
- D. CAPTURA DE PACIENTES Y RECOLECCION DE DATOS.
- E. ANALISIS DE RESULTADOS.
- F. PRESENTACION DE RESULTADOS

ANEXO II

HOJA DE RECOLECCION DE HALLAZGOS ECOGRAFICOS

NOMBRE COMPLETO DEL PACIENTE:
EDAD:
FICHA:
TELEFONO:
SERVICIO TRATANTE:
FECHA DE EXPLORACION:
NOMBRE DEL EXPLORADOR:
NOMBRE DEL (LOS) LECTOR (ES):
NOMBRE DEL RECOLECTOR DE DATOS:

ECOGRAFIA DE ALTA RESOLUCION DE

Túnel del capo: Derecho O Izquierdo O

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS (subraye el que sea positivo):

- Antecedente de cirugía en muñeca o con un nervio mediano bífido.
- Diagnóstico ya establecido por algún otro método que no sea la electromiografía.
- Antecedentes de enfermedad endocrina: diabetes mellitus, hipotiroidismo, etc.: (especificar)
- Enfermedades reumáticas.
- Antecedentes de fractura de muñeca mal consolidada.
- Lesiones previas del nervio mediano.
- Antecedentes personales de STC.
- Estado de gravidez.
- Radiculopatías cervicales.

Paciente: Apto para el protocolo O No apto para el protocolo O

MEDICIONES (en mm²):

- **AST proximal:**
- **AST medio:**
- **AST distal:**
- **Relación de aplanamiento del nervio mediano (obtenido en el hueso ganchoso y división ente el mayor y menor eje del nervio, < a 3):**
- **Grosor y longitud del retináculo flexor:**
- **Desplazamiento al retináculo (no >2.5 mm):**
- **Hallazgos al eco Doppler poder y Doppler color:**