

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

“Medición del área en corte transversal del nervio mediano en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, por medio de ultrasonido, durante el año 2019.”

Seminario de grado presentando en conformidad a los requisitos para obtener el grado académico de “Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”

Autores:

Héctor Barría Agüero

Jorge Castro Rosales

Franco Risi Moreau

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Miriam Pastén Ávalos

Profesor Co-guía:

Tecnólogo Médico Gonzalo Pardo Vega

2019

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

“Medición del área en corte transversal del nervio mediano en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, por medio de ultrasonido, durante el año 2019.”

Seminario de grado presentando en conformidad a los requisitos para obtener el grado académico de “Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física Médica”

Autores:

Héctor Barría Agüero

Jorge Castro Rosales

Franco Risi Moreau

Profesor Guía:

Tecnólogo Médico Miriam Pastén Ávalos

Profesor Co-guía:

Tecnólogo Médico Gonzalo Pardo Vega

2019

I AGRADECIMIENTOS

Nuestros más profundos agradecimientos van dirigidos a nuestros familiares y amigos, que han sido un soporte esencial en todo el período de formación académica como futuros profesionales del área de la salud, pero esencialmente para nuestro desarrollo personal como seres íntegros.

También queremos agradecer especialmente a nuestra querida profesora guía TM Miriam Pastén Ávalos, la cual nos asistió en desarrollar eficientemente cada uno de los apartados de la investigación. A nuestro profesor co-guía TM Gonzalo Pardo Vega, que gracias a su sabiduría nos otorgó valiosos consejos para enfocar el estudio de la mejor manera posible. Al TM Alex Mora Carvallo, el cual nos entregó los conocimientos necesarios para poder realizar el apartado estadístico.

Nuestra gratitud también va dirigida a todos los tecnólogos médicos que nos orientaron en la toma de los exámenes ecográficos, ya que nos ayudaron enormemente en adquirir la técnica necesaria para su realización.

Finalmente agradecemos a todos los participantes del presente estudio, que gracias a su entusiasmo y colaboración, hicieron que este proceso fuera posible.

¡GRACIAS DE TODO CORAZÓN!

II DEDICATORIA

Dedicado con eterno amor a mi madre y padre
que me han apoyado durante esta etapa.

Héctor Barría Agüero

Dedico esta investigación con mucho amor a mis padres,
a mis dos hermanas, a mi pareja, a todos mis amigos,
a mi abuelita que ya no se encuentra terrenalmente,
y especialmente a mi sobrino Clemente, que a su corta edad
ha demostrado ser una muestra inagotable de fuerza vital.

Jorge Castro Rosales

Dedico con gratitud esta investigación a Dios y a mi madre, luego a mi hermano, a mi padre, a todos mis amigos y personas que han brindado apoyo para perseverar y continuar durante la carrera.

Franco Risi Moreau

III RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El área del corte transversal del nervio mediano (ACTNM) fue descrito por Buchberger en pacientes anglosajones para determinar una alteración de este cuando se sospecha un síndrome del túnel carpiano (STC). Los valores están registrados en el “Atlas de Medidas Radiológicas - Theodore E. Keats”, utilizado por los radiólogos en Chile como referencia para determinar STC. El presente estudio medirá el ACTNM por ultrasonido (US), en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso (UV) obteniendo una descripción de este, el cual se acercará a la realidad nacional. **OBJETIVO:** Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, medido por ecografía durante el año 2019. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se realizó exploración ecográfica y mediciones cuantitativas a 129 alumnos de la Facultad de Medicina de la UV, Casa Central, utilizando un ecógrafo marca Sonoscape S12. Las imágenes serán obtenidas según protocolo establecido y de consenso general para ecografía del Túnel Carpiano e informadas por el médico radiólogo. **RESULTADOS:** El ACTNM en mano derecha e izquierda es: $7,88 \pm 1,62 \text{ mm}^2$ y $8,11 \pm 1,57 \text{ mm}^2$. Según sexo masculino y femenino respectivamente es: $8,31 \pm 1,65 \text{ mm}^2$ y $7,72 \pm 1,60 \text{ mm}^2$ en la mano derecha; y $8,74 \pm 1,65 \text{ mm}^2$ y $7,87 \pm 1,48 \text{ mm}^2$ en la izquierda. Según la edad se encuentra mayormente entre 18 y 24 años, no tiene distribución lineal entre variables. Según la mano dominante y no dominante, respectivamente es: $7,88 \pm 1,61 \text{ mm}^2$ y $8,11 \pm 0,58 \text{ mm}^2$. Según Índice de masa corporal (IMC) en mano derecha e izquierda respectivamente, en cada categoría corresponde a: peso normal: $7,76 \pm 1,54 \text{ mm}^2$ y $7,91 \pm 1,54 \text{ mm}^2$; en sobrepeso: $7,80 \pm 1,53 \text{ mm}^2$ y $8,14 \pm 1,35 \text{ mm}^2$; obesidad tipo I: $8,88 \pm 1,83 \text{ mm}^2$ y $9,33 \pm 1,80 \text{ mm}^2$; obesidad tipo II: $10,00 \pm 4,24 \text{ mm}^2$ y $10,50 \pm 2,12 \text{ mm}^2$; obesidad tipo III: $8,00 \pm 0 \text{ mm}^2$ y $7,00 \pm 0 \text{ mm}^2$ y no tiene una distribución lineal entre variables. **CONCLUSIÓN:** El ACTNM en la muestra de alumnos mencionada es mayor en la mano izquierda y se considera principalmente una diferencia notoria solo según sexo, siendo mayor en *sexo masculino* en ambas manos. **PALABRAS CLAVES:** Síndrome del túnel carpiano, nervio mediano, ultrasonido, área en corte transversal del nervio mediano, Universidad de Valparaíso, Índice de masa corporal.

VI ABSTRACT

INTRODUCTION: The cross sectional area of the median nerve (CSA) was described by Buchberger in Anglo-Saxon patients to determine an alteration of this when a carpal tunnel syndrome (CTS) is suspected. The values are registered in the "Atlas of Radiological Measures - Theodore E. Keats", used by radiologists in Chile as a reference to determine CTS. The present study will measure the CSA by ultrasound (US), in a sample of students of the Faculty of Medicine of the University of Valparaíso (UV) obtaining a description of this, which will approach the national reality. **OBJECTIVES:** Describe the cross-sectional area of the median nerve at the level of the proximal carpal tunnel in a sample of students from the Faculty of Medicine, University of Valparaíso, Casa Central, measured by ultrasound during the year 2019. **MATERIALS AND METHODS:** Ultrasound scanning and quantitative measurements were performed on 129 students of the UV Faculty of Medicine, Casa Central, using a Sonoscape S12 brand ultrasound. The images will be obtained according to established protocol and general consensus for ultrasound of the Carpal Tunnel and reported by the radiologist. **RESULTS:** The CSA in right and left hand is: $7.88 \pm 1.62 \text{ mm}^2$ and $8.11 \pm 1.57 \text{ mm}^2$. According to male and female sex respectively it is: $8.31 \pm 1.65 \text{ mm}^2$ and $7.72 \pm 1.60 \text{ mm}^2$ in the right hand; and $8.74 \pm 1.65 \text{ mm}^2$ and $7.87 \pm 1.48 \text{ mm}^2$ on the left. According to age, it is mostly between 18 and 24 years old, it has no linear distribution between variables. According to the dominant and non-dominant hand, it is respectively: $7.88 \pm 1.61 \text{ mm}^2$ and $8.11 \pm 0.58 \text{ mm}^2$. According to Body Mass Index (BMI) in right and left hand respectively, in each category corresponds to: normal weight: $7.76 \pm 1.54 \text{ mm}^2$ and $7.91 \pm 1.54 \text{ mm}^2$; overweight: $7.80 \pm 1.53 \text{ mm}^2$ and $8.14 \pm 1.35 \text{ mm}^2$; Type I obesity: $8.88 \pm 1.83 \text{ mm}^2$ and $9.33 \pm 1.80 \text{ mm}^2$; Type II obesity: $10.00 \pm 4.24 \text{ mm}^2$ and $10.50 \pm 2.12 \text{ mm}^2$; Type III obesity: $8.00 \pm 0 \text{ mm}^2$ and $7.00 \pm 0 \text{ mm}^2$ and does not have a linear distribution between variables. **CONCLUSION:** The CSA in the sample of students mentioned is greater in the left hand and is mainly considered an notorious difference only according to sex, being greater in male sex in both hands. **KEY WORDS:** Carpal tunnel syndrome, median nerve, ultrasound, cross-sectional area of the median nerve, University of Valparaíso, Body mass index.

VII LISTADO DE ABREVIACIONES

ACTNM: Área en corte transversal del nervio mediano.

DS: Desviación estándar.

ECM: Estudios de conducción nerviosa.

EMG: electromiografía.

IMC: Índice de masa corporal.

Kg: Kilogramos.

Kg/m²: Kilogramos/metros².

LTC: Ligamento transversal del Carpo.

m: Metros.

MHz: Mega Hertz.

MINSAL: Ministerio de Salud.

mm²: Milímetros cuadrados.

NM: Nervio mediano.

RM: Resonancia Magnética

STC: Síndrome del túnel carpiano.

TC: Túnel carpiano.

TM: Tecnólogo Médico.

US: Ultrasonido.

UV: Universidad de Valparaíso.

VCN: Velocidad de conducción nerviosa.

VIII ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA MUÑECA	4
2.1.1 Articulación de la muñeca.....	4
2.1.2 Huesos del carpo.....	5
2.1.3 Extremo distal del Radio	6
2.1.4 Extremo distal del Cúbito.....	7
2.1.5 Túnel Carpiano (TC).....	7
2.1.6 Ligamento Transverso del Carpo (LTC).....	8
2.1.7 Nervio Mediano (NM)	9
2.2 SÍNDROME DEL TÚNEL CARIANO.....	11
2.2.1 Definición:.....	11
2.2.2 Epidemiología:	11
2.2.3 Factores etiológicos:	12
2.2.4 Fisiopatología	13
2.2.4.1 Clasificación y grados de lesión nerviosa.....	15
2.2.4.1.1 Clasificación de Seddon.....	15
2.2.4.1.2 Clasificación de Sunderland	16
2.2.5 Clínica: Signos y Sintomatología	19
2.2.6 Clasificación del STC	20
2.2.7 Diagnóstico.....	20
2.2.7.1 Pruebas físicas.....	21
2.2.7.2 Estudios de conducción nerviosa (ECN).....	22
2.2.7.3 Electromiografía (EMG)	24
2.2.7.4 Radiografía.....	24
2.2.7.5 Tomografía computarizada	25
2.2.7.6 Resonancia magnética (RM).....	25
2.2.7.7 Ultrasonido (US).....	26
2.2.8 Diagnóstico diferencial	29
2.2.9 Tratamiento	29

2.2.9.1	<i>Tratamientos conservadores</i>	29
2.2.9.2	<i>Tratamiento quirúrgico</i>	31
2.3	PRINCIPIOS DEL ULTRASONIDO.....	33
2.3.1	Definición.....	33
2.3.2	Propiedades Físicas.....	33
2.3.2.1	<i>Longitud de onda y frecuencia</i>	33
2.3.2.2	<i>Refracción</i>	35
2.3.2.3	<i>Impedancia acústica</i>	36
2.3.2.4	<i>Atenuación</i>	37
2.3.2.5	<i>Absorción</i>	38
2.3.2.6	<i>Reflexión</i>	39
2.3.2.7	<i>Propagación del sonido</i>	40
2.3.3	Instrumental.....	41
2.3.3.1	<i>Panel de control</i>	41
2.3.3.2	<i>Trasmisor</i>	43
2.3.3.3	<i>Transductor</i>	43
2.3.4	Presentación de la imagen.....	46
2.3.5	Calidad de imagen	47
2.3.5.1	<i>Resolución de contraste</i>	47
2.3.5.2	<i>Resolución espacial</i>	47
2.3.5.3	<i>Resolución temporal</i>	48
2.3.6	Almacenamiento de la imagen	48
2.3.7	Artefactos	48
2.3.7.1	<i>Artefacto sombra acústica posterior</i>	49
2.3.7.2	<i>Artefacto de anisotropía</i>	49
2.3.7.3	<i>Artefacto refuerzo acústico posterior</i>	50
2.3.7.4	<i>Artefacto refracción</i>	50
2.3.7.5	<i>Artefacto sombra de ángulo crítico</i>	51
2.3.7.6	<i>Artefacto cola de cometa</i>	51
2.3.7.7	<i>Artefacto de movimiento</i>	52
2.4	SONOANATOMÍA MÚCULOESQUELETICA	53
2.4.1	Nervio Mediano (NM).....	53

2.4.2	Ligamento transverso del carpo (LTC).....	55
2.4.3	Tendones Flexores	55
2.4.4	Estructura ósea.....	56
2.4.5	Músculos	56
2.4.6	Grasa	57
2.4.7	Piel	57
CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....		58
3.1	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.2	RELEVANCIA.....	58
CAPÍTULO 4: OBJETIVOS		60
4.1	OBJETIVO GENERAL	60
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	60
CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS.....		61
5.1	TIPO DE ESTUDIO	61
5.2	LUGAR Y POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	61
5.2.1	LUGAR DE ESTUDIO	61
5.2.2	POBLACIÓN EN ESTUDIO.....	61
5.3	MUESTRA.....	62
5.3.1	DEFINICIÓN DE LA MUESTRA.....	62
5.3.2	TIPO DE MUESTREO.....	62
5.3.3	TAMAÑO MUESTRAL.....	63
5.3.4	CRITERIO DE ELEGIBILIDAD	64
5.3.4.1	<i>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</i>	64
5.3.4.2	<i>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</i>	64
5.4	VARIABLES.....	65
5.5	FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
5.6	PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	67
5.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS	68
5.8	FINANCIAMIENTO	70
CAPÍTULO 6: RESULTADOS		71
6.1	Estadística general de la muestra obtenida.....	71
6.1.1	ACTNM según sexo	72

6.1.2	ACTNM según edad	73
6.1.3	ACTNM según dominancia de la mano.....	74
6.1.4	ACTNM según IMC	75
CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN		77
7.2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	83
7.3	RECOMENDACIONES	84
CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN		85
CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA		86
CAPÍTULO 10: ANEXOS		95
10.1	ANEXO 1: CARTA DE APOYO SEMDA	95
10.2	ANEXO 2: AFICHE INFORMATIVO	96
10.3	ANEXO 3: CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	97
10.4	ANEXO 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIANTE.....	98
10.5	ANEXO 5: ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	100
10.6	ANEXO 6: ACTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ BIOÉTICA.....	101
10.7	ANEXO 7: ENCUESTA CLÍNICA	103
10.8	ANEXO 8: PRUEBAS CLÍNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DETECTAR PRESENCIA STC.....	104
10.9	ANEXO 9: PROTOCOLO DE EXAMEN TÚNEL CARPIANO	105
10.10	ANEXO 10: PLANILLA DE DATOS.....	107
10.11	ANEXO 11: FLUJOGRAMA DE DERIVACIÓN.....	108
10.12	ANEXO 12: BASE DE DATOS.....	109
10.13	ANEXO 13: BASE DE DATOS 2.....	114
10.14	ANEXO 14: HALLAZGOS ECOGRÁFICOS.....	119
10.15	ANEXO 15: IMÁGENES DE US EXTRAÍDAS DE PARTICIPANTES.....	121
10.16	ANEXO 16: FE DE ERRATAS	122

IX ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Medición del nervio mediano en el túnel del carpo	1
1.2	Nervio mediano US en sección axial	2
2.1	Huesos de la articulación de la muñeca.....	4
2.2	Corte transversal de TC	8
2.3	Contenido del TC	9
2.4	Clasificación de Sunderland, esquema representativo	17
2.5	Prueba física, Tinel y Phalen	22
2.6	Corte Transversal, imagen RM secuencia T1	26
2.7	Posicionamiento de extremidad	28
2.8	Férula inmovilizadora, Técnica de Stretching	31
2.9	Técnica quirúrgica indicado para STC.....	32
2.10	Longitud de onda y frecuencia.....	34
2.11	Refracción, Ley de Snell	35
2.12	Panel de control de máquina de US	42
2.13	Punto focal, imágenes por US.....	43
2.14	Transductor lineal “Sonoscape”	44
2.15	Artefacto de sombra acústica posterior	49
2.16	Artefacto de anisotropía.....	50
2.17	Artefacto de refuerzo acústico posterior.....	50
2.18	Artefacto sombra ángulo crítico.....	51
2.19	Artefacto cola de cometa	52
2.20	Sección corte transversal de la muñeca	53
2.21	Nervio mediano en corte transversal y longitudinal.....	54
2.22	Túnel carpiano sección distal	55
10.1	Imagen ecográfica del nervio mediano en longitudinal	105
10.2	Imagen ecográfica del nervio mediano altura pisiforme-escafoides.....	105
10.3	Imagen ecográfica de NM hacia proximal fuera del retináculo	106
10.4	Imagen ecográfica del LTC altura ganchoso-trapecio.....	106
10.5	Nervio bífido con presencia de arteria mediana persistente.	119
10.6	Nervio mediano bífido con presencia de Doppler.....	120

10.7	Nervio mediano a la altura escafoides-pisiforme.....	120
------	------------------------------------------------------	-----

X ÍNDICE DE TABLAS

1.1	Principales factores etiológicos del STC.....	3
2.1	Clasificaciones de daño nervioso, indicando estructuras intactas y lesionadas.	18
5.1	Análisis estadístico tamaño muestral por sexo de los participantes.....	64
6.1	Carcaterísticas basales de la muestra.....	71
6.2	ACTNM según rango de IMC de la mano derecha.....	76
6.3	ACTNM según rango de IMC de la mano izquierda	76
7.1	Investigaciones que representan el valor ACTNM de su muestra	79
7.2	Investigaciones que representan el valor ACTNM por sexo	80

XI ÍNDICE DE GRÁFICOS

2.1	Atenuación de los principales tejidos.....	38
2.2	Velocidad de propagación de los tejidos	40
6.1	Distribución del ACTNM de la mano derecha según sexo	72
6.2	Distribución del ACTNM de la mano izquierda según sexo	73
6.3	Distribución del ACTNM en la mano derecha según edad	74
6.4	Distribución del ACTNM en la mano izquierda según edad.....	74
6.5	Distribución del ACTNM según dominancia de la mano.	75
6.6	Distribución del ACTNM de la mano derecha según IMC	75
6.7	Distribución del ACTNM de la mano izquierda según IMC.....	76

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El túnel carpiano (TC) es una estructura anatómica que se localiza en la cara anterior de la muñeca. Este canal está delimitado por los huesos del carpo y el ligamento transversal del carpo (LTC) y contiene los tendones flexores y el nervio mediano (NM).

La forma del NM varía en su trayecto dentro del túnel carpiano. En la entrada del canal es oval, y dentro de este es paulatinamente más aplanado. Tiene un ancho promedio de 6 mm que aumenta gradualmente a 6,1 mm en su porción media y a 7,7 mm en su salida. El grosor decrece de 2,1 mm proximal a 1,9 mm distal. ⁽¹⁾

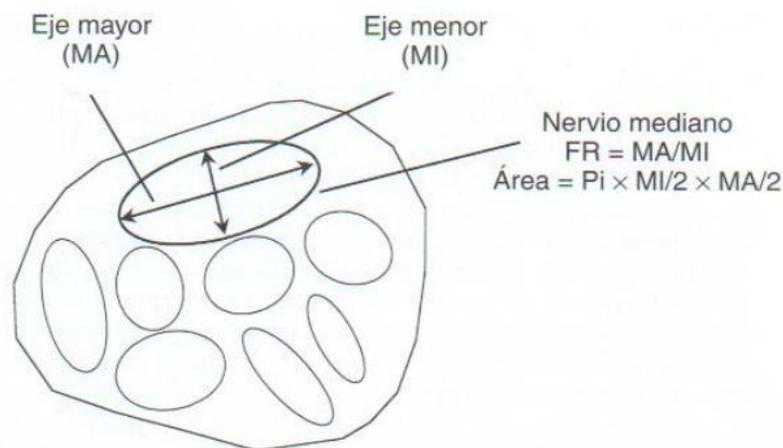


FIGURA 1.1: Medición del nervio mediano en el túnel del carpo a partir de ecografías e imágenes de RM axiales. Las mediciones lineales del eje menor (MI) y el eje mayor (MA) se combinan según se muestra para proporcionar un índice de aplanamiento (FR) y el área. ⁽⁵⁾

Una de las alteraciones más comunes en el TC es el Síndrome del túnel carpiano (STC) el cual hace referencia al conjunto de manifestaciones clínicas causadas por la compresión del NM en su paso por el TC ⁽¹⁾. También se define como una mononeuropatía o radiculopatía causada por distorsión mecánica y producida por una fuerza de compresión ⁽²⁾

La ecografía permite realizar un estudio anatómico completo y dinámico del TC, se puede detectar: alteraciones del NM, del LTC, del contenido del TC (tendinitis de los tendones flexores, quistes, entre otros), y variantes anatómicas como el NM bífido.

Dentro de las alteraciones del nervio mediano detectados por ecografía es frecuente la tumefacción del NM en la porción proximal del TC y el aplanamiento en el extremo distal ⁽³⁾.

El área de corte transversal del nervio mediano (ACTNM) es la medida más frecuente evaluada en ecografía, la cual se realiza por lo general a la altura del hueso pisiforme y el escafoides. Se considera una medida normal un ACTNM a la altura del hueso pisiforme y escafoides de $8,1 \pm 1,3 \text{ mm}^2$; para una persona con clínica del STC de $14,5 \pm 3,8 \text{ mm}^2$, y para una persona afectada con el STC de $19,4 \pm 7,1 \text{ mm}^2$. ⁽⁴⁾

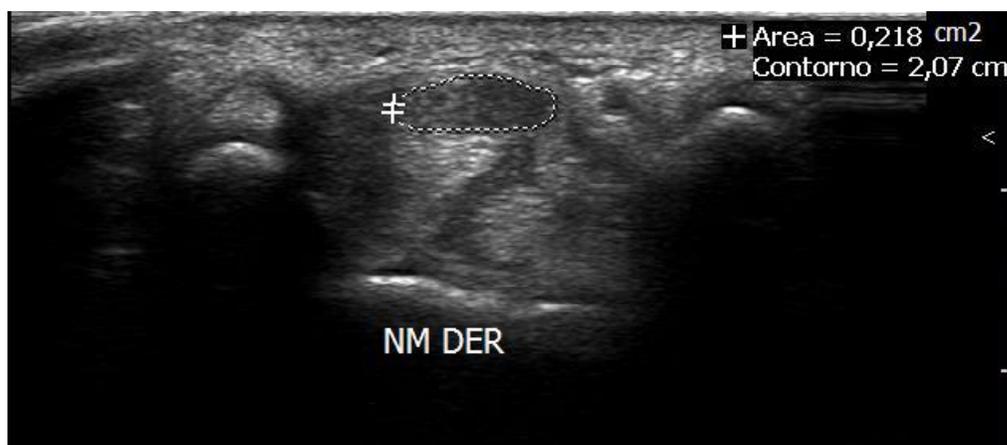


FIGURA 1.2: *Nervio mediano derecho patológico (línea punteada). Se observa un ACTNM de $21,8 \text{ mm}^2$ a nivel de hueso pisiforme. NM más hipoecogénico y con pérdida del patrón fascicular interno.* ⁽⁵⁾

Estas medidas fueron realizadas por Buchberger ⁽⁵⁾ el cuál estimó en 28 muñecas de 14 adultos asintomáticos, también en 20 muñecas de 18 adultos con clínica del STC, y por último 28 muñecas de 25 adultos afectados STC.

Estas medidas de referencia para el diagnóstico del STC se encuentran en el “Atlas de medidas radiológicas – Theodore E. Keats” ⁽⁴⁾ el cual es la fuente bibliográfica utilizada por los radiólogos en Chile para determinar la posible presencia del STC en un paciente.

Si bien la estandarización del ACTNM para la evaluación del STC que realizó Buchberger se hizo en una muestra acotada de personas y de raza anglosajona, ésta se utiliza también como referencia para evaluar la presencia del STC en Chile, en donde la población nacional presenta características físicas y anatómicas distintas a las personas de esta raza. Por lo que podría existir cierta discordancia entre las medidas de ACTNM planteada en la bibliografía utilizada por los radiólogos en Chile para diagnosticar el STC y las medidas del ACTNM de las personas de nacionalidad chilena que presenten el STC o que no posean esta condición.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, el hecho de realizar la medición del ACTNM en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso (UV), Casa Central, será un gran aporte para tener una noción de cuánto es el valor de esta medida en el contexto de los estudiantes de la UV, con el propósito de describir una realidad que se acerque de manera local y que ayude en un futuro a poder definir más específicamente parámetros en los cuales se podría diagnosticar de manera eficaz las patologías del nervio mediano en Chile. La investigación a realizar además tiene gran sentido y relevancia, debido a que la población de interés es joven, y tendería a presentar valores asociados a la normalidad del nervio mediano, tomando en cuenta que sólo en un 10% de los casos en que se presenta el STC corresponde a menores de 31 años.⁽⁶⁾ Además, se tendrá la consideración de incluir variables como el sexo, edad, mano dominante, e índice de masa corporal, logrando así entregar una mayor información para el estudio.

Factores etiológicos del STC		
Locales	Regionales	Sistémicas
<ul style="list-style-type: none"> • Inflammatorias • Traumas • Tumoraes • Anomalías anatómicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Osteoartritis • Artritis reumatoide • Amiloidosis • Gota 	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes mellitus • Obesidad • Hipotiroidismo • Embarazo

TABLA 1.1: Principales factores etiológicos del STC ⁽⁷⁾

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA MUÑECA

2.1.1 Articulación de la muñeca

La articulación de la muñeca suele ser compleja debido a que se encuentra conformada por estructuras óseas, musculares, tendinosas y ligamentosas. Se encuentra dividida en dos regiones denominadas palmar y dorsal. ⁽⁸⁾

Su límite proximal está contemplado por 10 centímetros distales del antebrazo y su límite distal corresponde a las cabezas de los huesos metacarpianos, incluyendo además entre ambos límites los ocho huesos de la región carpiana. ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽⁸⁾

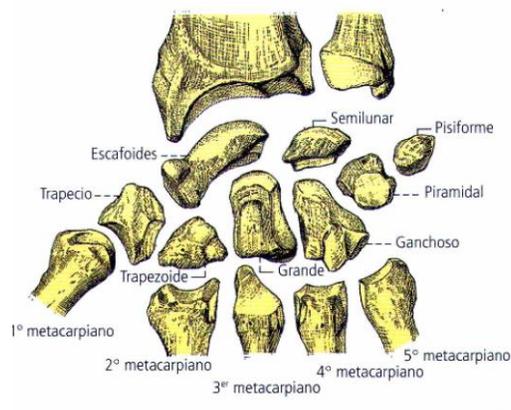


FIGURA 2.1: *Huesos de la articulación de la muñeca.* ⁽¹⁰⁾

2.1.2 Huesos del carpo

El carpo está conformado por ocho huesos articulados y dispuestos en dos filas horizontales; la proximal que es la más cercana al antebrazo incluye los huesos ordenados desde lateral a medial: escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme, este último por anterior; de igual manera la distal incluye los huesos trapecio, trapezoide, grande y ganchoso (Figura 2.1). Estos huesos en general poseen una forma cuboidea y cada uno está formado por 6 caras denominadas: anterior, posterior, superior, inferior, interna y externa. La primera cara está relacionada con las partes blandas de la cara palmar de la muñeca y la segunda con las partes blandas de la cara dorsal de la muñeca y las otras, exceptuado los huesos de los extremos de cada hilera, son articulares ⁽¹¹⁾⁽¹⁰⁾. Las particularidades de cada uno de los huesos se presentan a continuación:

-Trapecio: Posee tres caras articulares; las cuales articulan con escafoides, primer metacarpiano y trapezoide y segundo metacarpiano. Las otras tres carillas no son articulares; resalta la anterior que presenta tubérculo y un surco para el paso del tendón palmar. Las tuberosidades del trapecio junto con escafoides conforman la cara lateral del canal carpiano ⁽¹¹⁾.

-Trapezoide: El más profundo de los huesos del carpo. Conformado por cuatro superficies articulares para los huesos: escafoides, segundo metacarpiano, trapecio y el grande. Las otras dos carillas no son articulares y corresponden a la anterior y posterior ⁽¹¹⁾.

-Grande: El hueso grande siendo el mayor hueso del carpo y es de localización más central. Tiene tres porciones: cabeza, cuerpo y cuello. Posee cuatro caras articulares que se relacionan con el escafoides y el semilunar, los tres metacarpianos centrales, el trapezoide y el ganchoso, formando en total siete articulaciones. Posee dos carillas no articulares, destacando la posterior que posee un gancho que articula con el cuarto metacarpiano ⁽¹¹⁾.

-Ganchoso: Se identifica debido a que posee una apófisis unciforme (“gancho del ganchoso”) que sirve como referencia anatómica en donde se inserta el conocido retináculo flexor. Posee cuatro carillas articulares que se relacionan con el semilunar, el piramidal, el hueso grande, y con cuarto y quinto metacarpiano ⁽¹¹⁾.

-Escafoides: Es voluminoso, posee tres carillas articulares relacionadas con: el radio, trapecio y trapecoide, semilunar y hueso grande. De las caras no articulares es de relevancia la superficie externa que está formada por el tubérculo del escafoides en donde se inserta el ligamento colateral radial y el retináculo flexor formando el piso de la tabaquera anatómica ⁽¹¹⁾.

-Semilunar: Con forma de media luna y su concavidad hacia inferior, formando el suelo del canal carpiano. Posee cuatro caras articulares que se relacionan con: el radio, hueso grande y ganchoso, escafoides y piramidal. Las superficies no articulares son la anterior y la posterior ⁽¹¹⁾.

-Piramidal: Como dice su nombre posee forma de pirámide y su base está orientada hacia superior y externo. Tiene cuatro caras articulares que están relacionadas con el ligamento triangular de la articulación radio cubital inferior, hueso ganchoso, el semilunar y el hueso pisiforme. Además, tiene dos caras no articulares, en donde la posterior es caracterizada por la cresta del piramidal ⁽¹¹⁾.

-Pisiforme: Hueso pequeño que se asemeja en forma y tamaño a un garbanzo. Sus carillas articulares relacionan con el piramidal y se insertan los ligamentos y el músculo cubital anterior ⁽¹¹⁾.

2.1.3 Extremo distal del Radio

Corresponde a la parte más voluminosa, con forma cuboidea e irregular. Además, presenta 6 caras, que son: superior, inferior, anterior, posterior, interna y externa. La cara superior se confunde con el cuerpo del hueso. La cara inferior es articular y posee dos carillas: la externa se relaciona con escafoides y la interna con el semilunar y por fuera de esta carilla se encuentra la apófisis estiloides del radio, donde se inserta el músculo supinador largo (en la base) y el ligamento lateral externo de la muñeca (en el vértice). La cara anterior corresponde al músculo pronador cuadrado. La cara posterior presenta dos canales: uno interno, para tendones del extensor propio del índice y del extensor común de los dedos, y otro externo para el tendón del extensor largo del pulgar. La cara externa también la cruzan dos canales: uno llamado canal de los radiales para tendones de los

músculos primer y segundo radial externo, y otro externo para tendones de los músculos abductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar. Por último, su cara interna contiene la cavidad sigmoidea del radio articulando con la cabeza del cúbito ⁽¹¹⁾⁽¹⁰⁾.

2.1.4 Extremo distal del Cúbito

Esta estructura contiene principalmente un abultamiento esférico denominado cabeza del cúbito, que se relaciona con la cavidad sigmoidea del radio por el borde inferior y externo de esta. Dentro de la cabeza cubital se encuentra la apófisis estiloides del cúbito para la inserción de ligamentos ⁽¹¹⁾⁽¹⁰⁾.

2.1.5 Túnel Carpiano (TC)

Localizado entre el compartimento flexor del antebrazo y el espacio medio palmar de la mano. Corresponde a una estructura casi rígida, formada en su cara dorsal y lateral por los huesos del carpo y por el ligamento transversal del carpo en su cara palmar. El contenido del TC está formado por una porción del nervio mediano y nueve tendones, siendo cuatro flexores superficiales y cuatro flexores profundos de los dedos envueltos por la bursa cubital y el tendón flexor del pulgar envuelto por la bursa radial. También se encuentra tejido sinovial e infrecuentemente estructuras vasculares aberrantes (Figura 2.2).

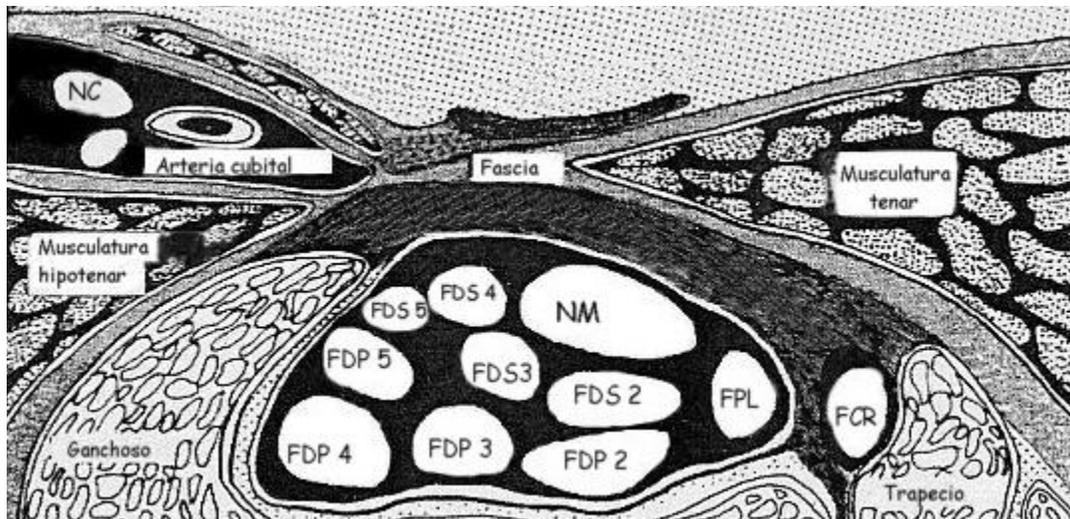


FIGURA 2.2: Corte transversal del TC. NM: Nervio mediano, NC: Nervio cubital, FDS: Tendón flexor superficial del dedo, FDP: Tendón flexor profundo del dedo, FPL: Tendón flexor largo del pulgar, FCR: Tendón flexor radial del carpo ⁽¹⁾.

Las medidas del TC son: longitud media 35 mm, anchura media 25, 20 y 26 mm en porción proximal, en zona más estrecha y en borde distal, respectivamente. Altura promedio del TC 12-13 mm, la zona más estrecha 10 mm a nivel del hueso grande por su protrusión palmar.

Su medida volumétrica es de 5 ml aproximados, siendo menor en mujeres. Su área de corte transversal del TC es 185 mm² aproximadamente con forma triangular y vértices redondeados ⁽¹⁾⁽⁶⁾.

2.1.6 Ligamento Transverso del Carpo (LTC)

Denominado retináculo flexor, ligamento anular o ligamento anterior del carpo. Su forma es rectangular y se describen cuatro bordes: borde distal, libre; borde proximal se relaciona con la fascia antebraquial; borde cubital, que comienza en hueso pisiforme y en apófisis unciforme del hueso ganchoso; y borde radial insertado en trapecio y tuberosidad del escafoides (Figura 2.3).

Sus dimensiones son: Longitud 2,4-3,6 cm y Eje axial 2-3 cm. Delgado en su porción proximal y distal, 0,6-2 mm y 0,6-1mm. respectivamente, y en la unión de los tercios medio y distal alcanza su máximo grosor entre 1,6 y 3,6 mm.

La cara superficial del LTC es el origen de musculaturas tenar e hipotenar, en cambio, su cara profunda está en contacto con NM y tendones. En los márgenes laterales el ligamento se divide en un margen radial donde se forma un compartimento independiente en el cual discurre el tendón del músculo palmar mayor y margen cubital se forma el canal de Guyón, que en su interior se encuentran el nervio y la arteria cubital ⁽¹⁾.

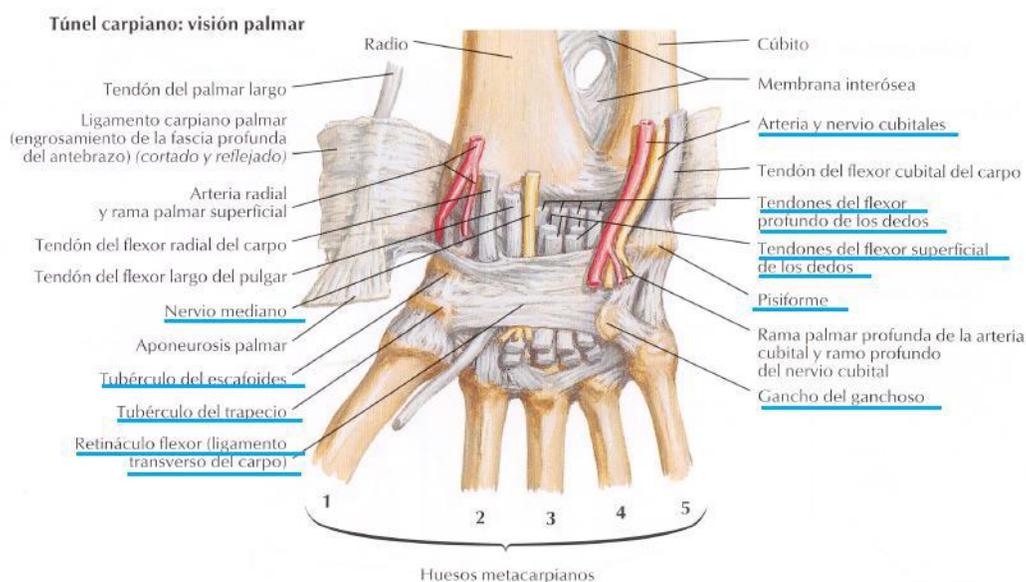


FIGURA 2.3: Contenido del TC. ⁽¹²⁾

2.1.7 Nervio Mediano (NM)

Primeramente, se forma en el plexo braquial por la unión de dos raíces, una interna y otra externa. Recorre completamente la extremidad superior: A nivel axilar se ubica detrás del músculo pectoral mayor, por fuera de la arteria axilar y dentro del músculo coracobraquial. En el brazo sigue el borde interno del bíceps. A la altura del antebrazo se encuentra entre dos fascículos del músculo pronador redondo. Luego cruza el arco tendinoso y se sitúa por debajo del flexor común superficial de los dedos y sobre el flexor

profundo de los dedos. Después se coloca en el intersticio que separa el flexor largo del pulgar del músculo flexor común de los dedos.

En el antebrazo inerva motoramente músculos: pronador redondo, palmar menor, palmar mayor, flexor común superficial de los dedos, los dos haces externos del flexor común profundo de los dedos, al flexor propio del pulgar y al pronador cuadrado.

Posteriormente a nivel de muñeca se sitúa entre el tendón palmar mayor, palmar menor, y antes de entrar al TC da la rama cutáneo palmar.

El NM ingresa al TC en la línea media de la muñeca o con desplazamiento menor hacia externo. Cuando está dentro del TC está en una zona más palmar y radial, y se encuentra cercano a la cara interna del LTC.

La forma del NM es variable en su recorrido dentro del túnel carpiano. Al ingreso del TC presenta una forma oval y más dentro de este se vuelve más aplanado. Sus medidas corresponden a: Ancho promedio de 6 mm, aumenta hasta 6,1 mm en su porción media y a 7,7 mm al salir. En cambio, el grosor disminuye de 2,1 mm proximal a 1,9 mm distal (1)(6)(13).

El NM sigue su trayecto hacia la mano y forma la rama tenar inervando motoramente músculos de la eminencia tenar como el abductor corto del pulgar, el oponente del pulgar y el haz superficial del flexor corto del pulgar; también forma ramas que inervan motoramente a músculos lumbricales I y II.

También la inervación sensitiva del NM abarca la zona palmar externa de la mano delimitada por una línea media longitudinal trazada que recorre desde la muñeca hasta aproximadamente la mitad del dedo anular, junto con la zona dorsal que involucra falanges media y distal de los dedos índice y medio adicionando la mitad externa de las falanges del dedo anular antes mencionado.

2.2 SÍNDROME DEL TÚNEL CARPIANO

2.2.1 Definición:

Se define como la mononeuropatía periférica por atrapamiento más común presentada en la clínica, causada por una alteración mecánica progresiva o producida por el aumento de la fuerza de compresión por el aumento de la presión, u otra alteración en el nervio mediano (NM) a nivel del túnel carpiano (TC), aunque hay que tener en consideración puede expresarse en cualquier persona. Presentará manifestaciones sensitivas y motoras a nivel de muñeca y/o la mano, específicamente en la zona inervada por el NM⁽²⁾⁽³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

2.2.2 Epidemiología:

La incidencia en Estados Unidos es estimada entre 1 a 3 por cada 1.000 personas al año. (16) La incidencia y la prevalencia en los países desarrollados tiende a ser similar a la de Estados Unidos. Por ejemplo, en Países Bajos la incidencia es 2.5 casos cada 1.000 pacientes al año, la prevalencia en Reino Unido es de 70-160 por cada 1.000 personas. En México la incidencia es de 99 por cada 100.000 personas al año y la prevalencia es de 3,4% en mujeres y 0,6% en hombres. ⁽²⁾ La prevalencia en la población general es aproximadamente 50 por cada 1.000 personas y una incidencia de 276 cada 100.000 habitantes por año. ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾ La prevalencia del STC con sintomatología y electrofisiológicamente comprobado alcanza el 3% en mujeres y 2% en hombres. ⁽¹⁹⁾

En grupos de alto riesgo de padecer del STC como los trabajadores manuales, la incidencia puede llegar a alcanzar 150 casos por cada 1.000 trabajadores por año, y una prevalencia 5 veces mayor de STC que la de los trabajadores cuya labor no implica un alto trabajo manual. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾. El STC puede presentarse en un 3,2% de las personas diagnosticadas de diabetes mellitus, en un 3% a personas con alguna patología asociada a la tiroides, y en personas obesas hasta en un 47% de los casos, ⁽⁶⁾ habiendo aumento de la incidencia de un 8% por cada unidad de IMC. ⁽¹³⁾

En Chile durante el año 2004, el STC presentó una incidencia de 3 cada 1.000 trabajadores, lo que significó una cifra total de 1.172 casos. Este mismo año, tuvo el

segundo índice de enfermedades musculoesqueléticas que producen ausentismo laboral, sólo después del lumbago.⁽²⁰⁾ Cabe destacar que aparte de estos datos, En Chile no hay más estudios epidemiológicos del STC.⁽¹⁸⁾

2.2.3 Factores etiológicos:

El STC puede ser considerado idiopático, aunque hay ciertos factores de riesgo que son asociados a esta condición.⁽²⁾ El STC presenta una aparición espontánea en más de un 95% de los casos. Una de las principales causas que puede desencadenar el STC es la relación contenido-continente, al igual que en el resto de los síndromes compresivos que se conocen.⁽¹³⁾

Una compresión o edema del nervio mediano, puede ser asociado a la presencia del STC generalmente en la mano que se utilice con más frecuencia. Dentro de los procesos que pueden implicados en el desarrollo del STC están las infecciones, fracturas en la muñeca, luxaciones radiocarpal, tenosinovitis de los tendones flexores causada por la tensión mecánica ejercida sobre los tendones por movimientos repetitivos; estos procesos pueden causar tanto fibrosis como cicatrices postraumáticas. Dentro de los procesos inflamatorios que disminuyen el diámetro del canal del carpo se encuentra la artritis reumatoidea, artritis gotosa y amiloidosis.⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽¹³⁾⁽²¹⁾

Entre las lesiones que pueden crear un efecto de masa ocupante dentro del espacio del canal carpiano se encuentran los tumores del nervio mediano como los neuromas, fibromas y hamartomas; como también los tumores extrínsecos del nervio, éstos pueden ser gangliones, lipomas y hemangiomas.⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽¹³⁾

Las situaciones que aumentan el tamaño de las estructuras intratúnel por fuera o por dentro del nervio se encuentra la obesidad, insuficiencia renal, acromegalia, hipotiroidismo, insuficiencia cardiaca congestiva, embarazo, menopausia, y lupus eritematoso sistémico.⁽²⁾
(7)

Existen también factores neuropáticos como la diabetes, alcoholismo y exposición a toxinas. Esto se debe a que se puede genera un aumento de la presión intersticial dentro del TC.⁽²⁾

Hay ciertas anomalías que pueden aumentar la presión dentro del TC como la presencia de la arteria mediana persistente, nervio mediano bífido, hipertrofia de los músculos lumbricales y posicionamiento distal del músculo flexor superficial de los dedos (presencia de músculos aberrantes en el TC). ⁽⁶⁾⁽²²⁾⁽¹³⁾

También hay factores laborales como el hecho de realizar actividades que impliquen posturas prolongadas de la muñeca en condiciones extremas de flexión y extensión, movimientos repetitivos por sobreuso de los músculos flexores y exposición a vibración. Entre otros factores se encuentra el uso de silla de ruedas, mala postura mientras se escribe en computador, ciertos deportes y el sedentarismo. ⁽⁶⁾⁽²⁾⁽¹³⁾ Aunque también hay autores que niegan la relación de la actividad del trabajo con el STC. ⁽²³⁾

Se ha descrito una incidencia familiar del STC, especialmente en su presentación bilateral. ⁽²⁴⁾

2.2.4 Fisiopatología

En el STC, la compresión del NM dentro del TC produce estasis venosa, aumento de la permeabilidad vascular, ⁽²⁾ y por consiguiente una disminución de la inervación y llegada del flujo sanguíneo en esta zona, en consecuencia, produciendo edema, inflamación y fibrosis en los tejidos adyacentes. ⁽²⁵⁾ Si persiste la compresión, aumenta el edema del tejido endoneural, con un aumento de la presión intrafunicular, lo que conlleva una interferencia de la nutrición y del metabolismo del NM causando su deformación, seguido a esto se promueve la proliferación y aumento de la actividad de los fibroblastos con la formación de tejido conectivo endoneural constrictivo ⁽²⁶⁾. Después, se produce una disrupción en los “vasa nervorum”, por consiguiente, edema subperineural, generándose un cúmulo de proteínas en el espacio perineural que provocará una reacción inflamatoria por parte de los linfocitos, fibroblastos y macrófagos, desencadenando en la formación de tejido cicatricial el cual se manifiesta con el engrosamiento del epineuro y del perineuro. ⁽²⁾⁽¹⁾ Posteriormente hay daño de la vaina de mielina de forma segmentaria en el NM al mismo tiempo que las fibras amielínicas sufren degeneración y regeneración axonal con un crecimiento de una nueva población de fibras amielínicas. ⁽¹⁾ El daño axonal se condice en

relación con el tiempo de inicio de la compresión, con los correspondientes síntomas del deterioro neurológico. ⁽²⁵⁾

La inflamación, específicamente la tenosinovitis, no forma parte del proceso fisiopatológico del STC crónico idiopático. ⁽²⁾

Existe un aumento de presión en la muñeca tanto en los movimientos de flexión como de extensión, los valores normales en posición neutra son de 2,5 mmHg y 30 mmHg en flexión y extensión ⁽²⁶⁾; las presiones superiores a 20-30 mmHg alteran el flujo arterial del epineuro, y por sobre los 30 mmHg el transporte axonal del nervio se deteriora. ⁽¹⁾ Se describe que la conducción sensitiva desaparece cuando se ejerce una presión externa de 40 mmHg durante 25-50 minutos a la altura del TC. ⁽¹⁵⁾ Este aumento de presión en el TC produce isquemia en el NM, lo que provoca una conducción nerviosa dañada y manifestándose como dolor o parestesias. ⁽²⁵⁾ Las presiones superiores a 60 mmHg además de producir un bloqueo sensitivo completo, le prosigue un bloqueo completo de la conducción motora. ⁽¹⁾ Cuando hay STC los valores aumentan a 32 mmHg en posición neutra y 100 mmHg en flexión y extensión. ⁽²⁶⁾

Los síntomas del STC ocurren comúnmente por la noche, lo que guarda relación con el aumento de presión al interior del TC; esto puede explicarse porque durante la noche no existe acción activa del bombeo de la musculatura del antebrazo, produciéndose una redistribución de los fluidos tisulares, disminuye la presión arterial sistémica y de los vasos intraneurales, sumado a que la muñeca puede estar en una posición de flexión durante el sueño. ⁽¹⁾

En una primera instancia no se perciben cambios morfológicos en el NM, por lo que cualquier hallazgo de daño neurológico puede ser reversible con síntomas intermitentes. Los episodios frecuentes y extensos de un aumento de la presión del TC pueden llevar a una desmielinización segmentaria, síntomas severos y sostenidos en el tiempo. Cuando la isquemia es constante se produce daño axonal y la disfunción del NM puede llegar a ser irreversible. ⁽²⁵⁾

El STC clínicamente se observará como una tumefacción proximal y distal a la zona donde existe la compresión, por lo que habrá un engrosamiento proximal del NM a causa

del bloqueo del flujo del axón. Las vainas de mielina se encuentran deformadas en la zona de compresión, lo que genera la interrupción de la conducción nerviosa normal. ⁽²⁾

2.2.4.1 *Clasificación y grados de lesión nerviosa*

2.2.4.1.1 *Clasificación de Seddon*

Seddon en 1943, clasificó las lesiones nerviosas en 3 tipos en relación al daño en las estructuras del nervio: ⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾

- **Neuropraxia:** Ocurre una interrupción momentánea de la conducción nerviosa a nivel local, debido a una isquemia temporal o una lesión que afecta sólo a la vaina de mielina. No existe daño en la continuidad axonal, por ende, tampoco una degeneración de la fibra nerviosa. La recuperación suele ser completa, y el tiempo para que esto se lleve a cabo depende de la lesión de la vaina de mielina, aunque suele ser de manera rápida, en un máximo de un par de semanas.
- **Axonotmesis:** Existe una interrupción en la continuidad del axón, induciendo a una degeneración de las fibras nerviosas. El endoneuro y el perineuro están intactos, garantizando una correcta guía del axón en regeneración hasta el extremo distal de la lesión. La recuperación va a depender del tipo de la lesión en las capas nerviosas, puede ser de 6 meses aproximadamente.
- **Neurotmesis:** Es el grado máximo de lesión. Corresponde a la sección completa del nervio, pérdida absoluta de la función, e imposibilidad de recuperación espontánea.

2.2.4.1.2 Clasificación de Sunderland

Sunderland en 1951, propuso una nueva clasificación, dividiéndolas en 5 grados: ⁽²⁷⁾ ⁽²⁸⁾(1)

- *Grado 1:* Corresponde a la Neuropraxia, es un trastorno en la conducción el cual se traduce como un enlentecimiento en la respuesta eléctrica a través del segmento afectado. Se puede llegar a producir la disminución de la velocidad de conducción nerviosa (VCN), un aumento de la latencia motora o una pérdida de la amplitud de los potenciales de acción sensitivos o motores.
- *Grado 2:* Existe una lesión del axón sin daño de las capas nerviosas. Se provoca la degeneración del axón, pero la membrana basal permanece intacta, la recuperación puede ser completa. En casos leves puede ser irreconocible en los estudios de conducción nerviosa (ECN), y en casos más severos se afecta en primera instancia a los potenciales de acción nerviosa y no existe una disminución de la VCN.
- *Grado 3:* Existe la lesión del axón y del endoneuro. Las capacidades de recuperación del nervio son muy variables, siendo la regeneración neuronal posible, pero con riesgo de errores. En lesiones severas la amplitud es muy pequeña y la VCN disminuye bajo lo normal.
- *Grado 4:* Similar a la Neurotmesis, el aspecto del nervio es en continuidad, pero la única estructura ilesa es el epineuro y la conducción nerviosa se encuentra completamente bloqueada por el tejido cicatricial. No existe recuperación axonal espontánea.
- *Grado 5:* Corresponde a la Neurotmesis. Tampoco se produce una recuperación funcional espontánea.

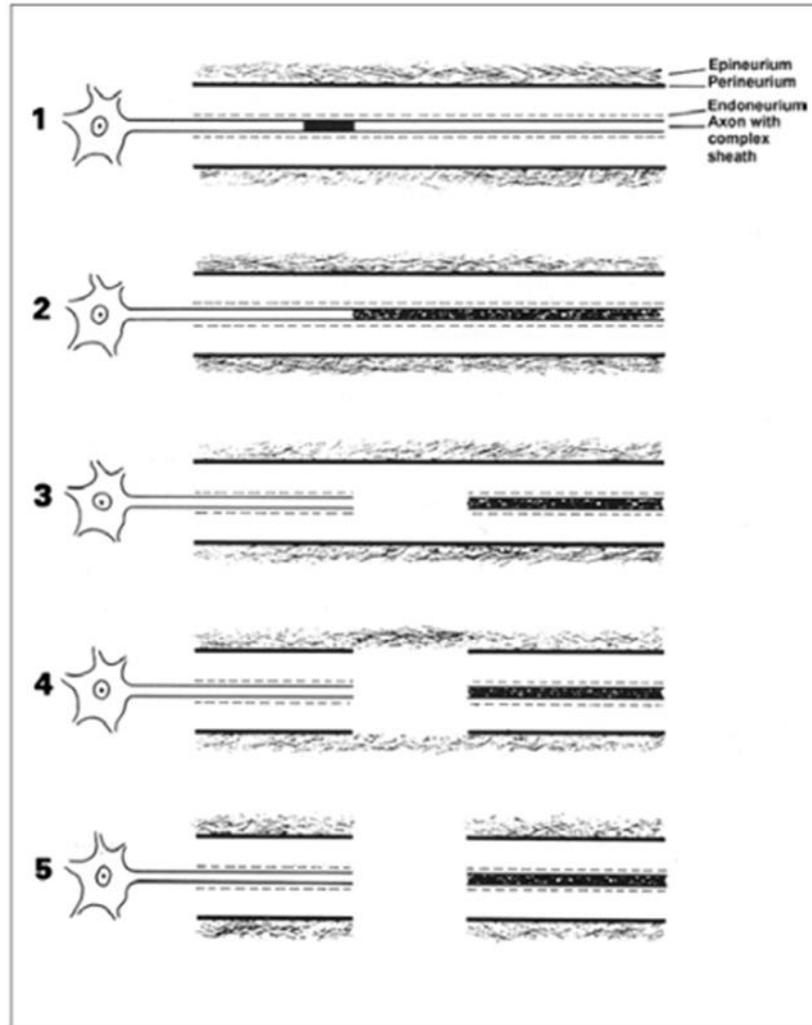


FIGURA 2.4: *esquema representativo de las lesiones nerviosas de la clasificación de Sunderland. Se representan las estructuras histológicas lesionadas en cada tipo de lesión nerviosa.* ⁽²⁹⁾

Si bien la clasificación de Sunderland es más precisa que la clasificación de Seddon, en términos prácticos es menos práctica, ya que se agrega una mayor complejidad sin una mayor utilidad. ⁽²⁸⁾ Aunque en la actualidad la clasificación para lesiones de nervios periféricos, la de Sunderland es la más utilizada. ⁽²⁹⁾

Específicamente en el STC predominan las lesiones de grado 1, y en los casos más severos se pueden encontrar lesiones de grado 2 o 3; los grados 4 y 5 no son aplicables para

las lesiones del STC. Por ende, en todas las lesiones por compresión neurológica crónica del NM, el potencial de recuperación es excelente si se realiza en tratamiento adecuado. ⁽¹⁾

La ecografía puede ayudar en identificar la lesión, señalar el grado de fibrosis y el tamaño del nervio defectuoso. ⁽³⁰⁾

Clasificación de Sunderland	Clasificación de Seddon	Estructuras lesionadas	Estructuras intactas
Grado 1	Neuropraxia	No hay lesión estructural	Todas
Grado 2	Axonotmesis	Axones	Endoneuro Perineuro Epineuro
Grado 3	Axonotmesis	Axones Endoneuro	Perineuro Epineuro
Grado 4	Axonotmesis	Axones Endoneuro Perineuro	Epineuro
Grado 5	Neurotmesis	Todas: Axones Endoneuro Perineuro Epineuro	Ninguna

TABLA 2.1: *Clasificaciones de daño nervioso indicando estructuras lesionadas e intactas*

(29)

2.2.5 Clínica: Signos y Sintomatología

Los sujetos con STC describen ciertos síntomas en la mano o muñeca, en primera instancia se presentan parestesias tipo hormigueo, dolor, hinchazón y entumecimiento; ⁽¹⁶⁾ posteriormente puede aparecer la pérdida de la sensibilidad y fuerza de agarre. ⁽²²⁾

Es frecuente encontrar pacientes que refieren disestesias tipo ardor en sentido proximal en la porción anterior del antebrazo, la cual puede surgir en estadios más avanzados de compresión nerviosa, cuando hay mayor isquemia axonal y se altera la conducción neuronal. Todos estos síntomas se presentan con predominio en la mano dominante, y se acentúan durante la noche. ⁽⁶⁾ En el caso de los dolores nocturnos, la forma que tienen las persona afectadas del STC para disminuir el dolor es dejar colgando la mano o sacudirla fuertemente. ⁽¹⁴⁾

Los síntomas comprometen las regiones inervadas por el nervio mediano, las cuales son principalmente: el primero, segundo, tercero y mitad radial del cuarto dedo; como también pueden presentarse en la cara palmar de la muñeca. ⁽⁶⁾ El quinto dedo es comprometido escasamente ya que está inervado por el nervio cubital, pero ocasionalmente los cinco dedos de la mano pueden estar comprometidos si el nervio cubital también está afectado al mismo tiempo que el NM. Algunos pacientes también pueden quejarse de irradiación del dolor hacia el antebrazo, codo o incluso hombro. ⁽¹⁴⁾

El uso excesivo de las manos aumenta más aún la sintomatología. Teniendo en cuenta de que no siempre se puede observar de manera inmediata, sino que algunas horas después de su uso. ⁽⁶⁾

En casos moderados de STC, al continuar la presión en el nervio mediano a través del tiempo, se puede observar pérdidas de la propiocepción, pérdida de fuerza para la presión, pérdida de la discriminación táctil e hipoestesia. ⁽⁶⁾⁽¹⁴⁾

En una fase severa puede producirse una marcada atrofia muscular, siendo el abductor corto del pulgar el afectado más tempranamente, además de presentar paresia acentuada la cual se produce como consecuencia de la denervación de la musculatura tenar. ⁽²²⁾ Tampoco

es inusual que haya pacientes que presenten dolores articulares en las manos y dedos como consecuencia del STC. ⁽⁶⁾

2.2.6 Clasificación del STC

Según cronología: ⁽²⁾⁽¹³⁾

- STC agudo: producido después de un traumatismo importante o por luxaciones en el carpo.
- STC crónico o idiopático: es el más común. Los síntomas son producidos de forma progresiva y empeoran con el tiempo, y por lo general, no presentan un origen claro.

Según gravedad: ⁽³¹⁾

- STC leve: Neuropraxia del NM, se presentan exámenes normales, con una mejoría espontánea alrededor de 6 meses. El 35% de los pacientes pueden recuperarse de manera espontánea sin necesidad de tratamientos. En los estudios de conducción nerviosa (ECN) hay latencias sensoriales prolongadas y latencias motoras normales.⁽¹⁹⁾
- STC moderado: Axonotmesis del NM, existe una marcada hipoestesia, hipotrofia y paresia tenar. Se puede optar por tratamiento conservador o quirúrgico. En los ECN hay latencias sensoriales y motoras prolongadas. ⁽¹⁹⁾
- STC severo: Axonotmesis del NM, con presencia de fibrosis interfascicular, los test de Tinel test de Phalen se hacen negativos debido a la denervación, hay paresia acentuada con atrofia marcada. En estos casos es más recomendado la descompresión quirúrgica. En los ECN hay una amplitud motora reducida y/o evidencia de denervación a través de la electromiografía (EMG).⁽¹⁹⁾

2.2.7 Diagnóstico

El STC puede ser diagnosticado de manera convencional mediante una evaluación clínica, basándose en los signos y síntomas del paciente, ⁽³²⁾ además de la realización pruebas físicas (signo de Tinel, signo de Phalen, etc.).⁽¹⁴⁾ Posteriormente para confirmar el

diagnóstico se pueden realizar ECN sensorial y motora junto con la EMG, proporcionando información importante de la funcionalidad del NM, pero como inconveniente no muestran detalles morfológicos ni causas de compresión ⁽³³⁾. También se puede realizar el diagnóstico a través de pruebas imagenológicas que sí pueden mostrar detalles morfológicos o ciertas causas de compresión, éstas son la radiografía, tomografía computarizada, resonancia magnética (RM) o ultrasonido (US).

El problema que se presenta con el diagnóstico clínico es que hay ciertos casos en que existen compresiones del NM que no refieren sintomatología. Por otro lado, los ECN tienen sus limitantes, los resultados normales no descartan STC, ya que muchos pacientes con presentación de sintomatología clásica del STC presenta ECN normales; también hay casos en los que se pueden mostrar casos de falsos positivos. ⁽¹⁾

2.2.7.1 Pruebas físicas

Las dos pruebas más utilizadas para provocar síntomas del STC en la práctica clínica son la prueba de Tinel y la prueba de Phalen, aunque existen otras, pero son menos utilizadas. ⁽²⁾

- Prueba de Tinel: consiste en realizar una percusión con los dedos o con un martillo de reflejos en la superficie palmar de la muñeca del paciente sobre el trayecto del NM, para provocar sintomatología del STC como dolor o parestesias en los dedos inervados por el NM. Posee una sensibilidad de entre el 67-83% de los casos, y una especificidad entre el 40-98%. ⁽⁶⁾⁽²⁾ La desventaja que tiene esta prueba es que varios factores pueden influencia sus resultados, uno de estos es la cantidad de fuerza utilizada para realizar la prueba, es difícil determinar la fuerza precisa que se debe emplear. Es necesario tener esto en consideración porque realizar esta prueba con mucha fuerza en un NM sano puede provocar parestesias y esto puede ser interpretado como un falso positivo. ⁽¹⁴⁾⁽³⁴⁾
- Prueba de Phalen: Se le pide al paciente que realice una flexión de ambas muñecas unidas por el dorso durante 60 segundos. De ser positivo, el paciente refiere dolor, hipoestusias o parestesias en el territorio inervado por el NM. Posee una

sensibilidad entre el 70-89% y especificidad del 40 a 98%.⁽⁶⁾⁽²⁾ Un trabajo⁽³⁵⁾ concluye que este signo está presente en la mayoría de los atrapamientos moderados e intensos del NM, pero algunas veces está presente como un falso positivo en manos normales.

- Prueba de Durcan: Se mantiene una fuerza de compresión sobre el TC durante 30 segundos, de ser positiva el paciente refiere hipoestésias.

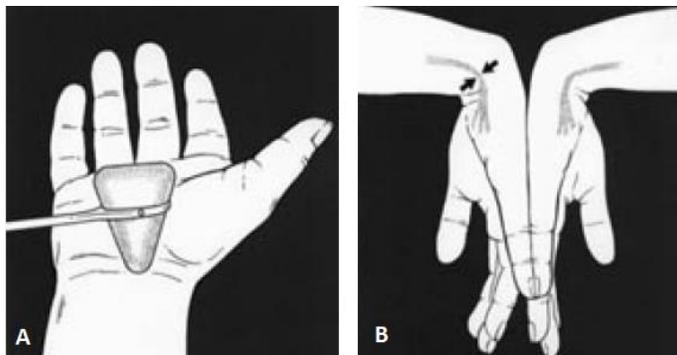


FIGURA 2.5: A) Prueba de Tinel. B) Prueba de Phalen.⁽⁶⁾

Cabe mencionar que existen otras pruebas como el test de Flick, test de compresión carpal, prueba funcional del pulgar, etcétera.

2.2.7.2 Estudios de conducción nerviosa (ECN)

Los ECN miden la velocidad de conducción nerviosa (VCN) sensitiva y motora del NM a nivel del TC, se utilizan electrodos de superficie para estimular y recoger los datos del nervio,⁽¹³⁾ evaluando su estado funcional a través de la obtención de potenciales de acción por la estimulación eléctrica del NM. Esta exploración diagnóstica tiene como objetivo localizar la lesión, determinar si es una afección neuropática o del músculo esquelético, y determinar el grado de severidad de la lesión.⁽¹⁵⁾

El nervio es estimulado por un pulso de energía eléctrica transcutánea, induciendo un potencial de acción en el nervio. A través de un electrodo es detectada la onda de despolarización a medida que pasa por el electrodo de superficie.⁽¹⁶⁾

Los ECN valoran: la amplitud (que proporciona una evaluación del número de axones conductores), la latencia (que mide la transmisión a lo largo de las fibras de

conducción más rápidas) y la velocidad de conducción (que es la velocidad entre dos distancias medidas en las fibras nerviosas mielínicas). La conducción nerviosa sensitiva del NM puede presentar un patrón desmielinizante, que se caracteriza por una VCN lenta o una latencia aumentada; o un patrón axonotmésico, que se caracteriza por una VCN lenta más una disminución en la amplitud. ⁽¹³⁾

La prolongación de las latencias motoras y sensitivas del NM y la reducción de la VCN motora y sensitiva es un criterio aceptado para el diagnóstico del STC. Hay que tener en consideración de que el componente sensorial se ve afectado antes que el componente motor, por lo que en general, en las primeras etapas del STC hay sólo un retraso en la VCN sensorial. ⁽³⁶⁾ A medida que la compresión nerviosa aumenta, la VCN disminuye a través del sitio de la compresión. En el STC, las latencias de los ECN pueden encontrarse alteradas, pero la EMG suele ser normal hasta avanzada la enfermedad. ⁽¹³⁾

Los indicadores de STC a través de la VCN son: un periodo de latencia sensorial absoluta mayor 3,5 milisegundos, una diferencia mayor a 0,4 milisegundos entre los valores del NM comparados con los del nervio cubital o radial, o una latencia motora mayor a 4 milisegundos. ⁽¹⁴⁾⁽²⁵⁾⁽³⁷⁾

El método estándar para el diagnóstico es realizar una comparación de la latencia y amplitud de un segmento del NM en el TC con otro nervio que no pase por el TC, como lo puede ser el nervio radial o cubital, se realiza de esta forma en vez de realizar una comparación de valores “normales” para amplitud y latencia de los nervios individuales. ⁽³⁸⁾⁽¹⁹⁾

Estos estudios presentan una sensibilidad entre 80-92% y una especificidad de 80-99%, además es una prueba objetiva que proporciona información del estado fisiológico del NM en el TC, por tanto, es considerada la prueba “Gold standard” para el diagnóstico del STC. ⁽³⁶⁾⁽¹⁶⁾

Aunque la VCN tiene sus limitantes, ya que cierto porcentaje de individuos asintomáticos pueden presentar falsos positivos, como también un pequeño porcentaje de pacientes puede presentar falsos negativos a pesar de presentar clínica del STC. ⁽¹⁴⁾ Sumado a que las lesiones nerviosas que se encuentran muy distalmente o muy proximalmente a la

extremidad son difíciles de explorar, además las lesiones que han sucedido entre 2 a 6 semanas pueden no ser detectadas. ⁽¹³⁾

Hay que tener en consideración que la ubicación de los electrodos, las mediciones entre el sitio del estímulo y los electrodos de registro, la intensidad del estímulo y la temperatura, son todas variables que pueden influir en la reproducibilidad de los ECN, constituyendo una fuente de error. ⁽³⁹⁾

2.2.7.3 *Electromiografía (EMG)*

La exploración neurofisiológica se completará en ciertos casos con la EMG de aguja, que es una prueba utilizada para la evaluación y registro de actividad eléctrica que es producida por los músculos. Los electrodos van introducidos dentro de los músculos para evaluar su actividad eléctrica espontánea o voluntaria, observando la respuesta muscular en reposo y en activación. ⁽¹³⁾ El estudio del músculo abductor corto del pulgar es uno de los sectores más molestos para explorar por aguja, trayendo como consecuencia cierta intolerancia por parte del paciente para someterse a este examen ⁽¹⁾ La presencia de denervación en los músculos tenares en la EMG sugiere una neuropatía más severa. ⁽¹⁹⁾

La EMG es útil en el diagnóstico del STC, ya que ayuda a determinar cómo se transmite el estímulo por el nervio hasta el músculo. ⁽¹⁴⁾ En esta prueba hay una menor sensibilidad y especificidad que en la VCN, pero es necesaria para descartar otros diagnósticos diferenciales como la radiculopatías, plexopatías braquiales o neuropatías del nervio cubital. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾

2.2.7.4 *Radiografía*

La radiografía del TC es útil para la evaluación de fracturas o casos postraumáticos producidos en los huesos del carpo, con especial énfasis en el gancho del hueso ganchoso y en el tubérculo del trapecio. La radiografía de mano o muñeca es de utilidad para evaluar osteoartritis u otras artropatías. Posee como desventaja el hecho de que posee un uso limitado para visualizar tejidos blandos que pueden ser causantes del STC. ⁽⁶⁾ También se

puede solicitar radiografías de la columna cervical oblicua en caso de sospecha de radiculopatía cervical. ⁽³⁴⁾

2.2.7.5 *Tomografía computarizada*

La tomografía computarizada tiene como utilidad evaluar en cortes axiales el tamaño del carpo y detectar la presencia de calcificaciones de los tendones dentro del TC. También es una herramienta útil para evaluar el TC a través de reconstrucciones multiplanares y en 3D. Pero como desventaja posee una limitada capacidad para visualizar el NM o los tendones que pasan por el TC. ⁽⁶⁾

2.2.7.6 *Resonancia magnética (RM)*

La imagen por RM es considerada de muy buena calidad diagnóstica, para visualizar y caracterizar las estructuras de la muñeca, como los huesos del carpo, el NM, tendones, ligamento transversal del carpo (LCT), entre otras, ⁽⁶⁾ pudiendo evidenciar cambios morfológicos en los pacientes con STC ⁽³³⁾. Además, permite la visualización de patologías poco comunes causantes del STC como lesiones ocupantes del TC como los neuromas, gangliones, lipomas, hemangiomas, etc. Como también deformidades óseas o alteraciones que puedan dificultar la planeación quirúrgica ⁽⁶⁾⁽²⁾.

Las imágenes axiales permiten valorar la arteria radial y cubital, como también los tendones flexores que se encuentran en el TC, permitiendo de esta forma diagnosticar tenosinovitis de algún tendón en específico.

La visualización y evaluación de El NM se identifica de mejor forma en las secuencias axiales potenciadas en T1 o T2, aunque las secuencias de otros planos también pueden ser de utilidad para mostrar el sitio de la lesión con mayor precisión y determinar la gravedad de la compresión del nervio. ⁽³⁸⁾ En corte axial se pueden evaluar los cambios producidos en el NM producto de la afección del STC, estos son: ⁽⁶⁾⁽¹³⁾

- Aumento de grosor o edema difuso del nervio a nivel del hueso pisiforme
- Aplanamiento del NM a nivel del hueso ganchoso
- Abombamiento del LTC, visualizado a nivel del hueso ganchoso

- Aumento en la intensidad de señal del NM en secuencias potenciadas en T2 ya sea en secuencias fast spin eco, secuencia eco de gradiente o inversión recuperación.

En lo que refieren los métodos de diagnóstico imagenológicos, la RM posee la mayor sensibilidad (23-96%) y especificidad (39-87%) en el STC. ⁽⁴⁰⁾

Sin embargo, a pesar de sus grandes virtudes como técnica imagenológica diagnóstica para el STC, su elevado costo, su poca disponibilidad, requerimientos técnicos propios del equipo, y el tiempo empleado en la realización del examen, restringen su potencial como instrumento de tamizaje o detección temprana del STC, haciéndola inasequible a la mayoría de los pacientes afectados del STC. ⁽³⁾⁽⁶⁾



FIGURA 2.6: Imagen por RM secuencia T1 del TC en corte transversal. La flecha indica el NM normal a nivel del hueso ganchoso. ⁽⁶⁾

2.2.7.7 Ultrasonido (US)

La ultrasonografía de alta resolución es un método diagnóstico por imagen no invasivo que posee la facultad de evaluar del TC. Es un examen rápido, de bajo costo y con la posibilidad de ser dinámico en tiempo real. Se realiza con el paciente sentado, la mano a explorar apoyada en una superficie dura, con el antebrazo y muñeca en supino, y los dedos en posición neutra.

Posee una sensibilidad de 77,6% y especificidad de 86,8% en el estudio del STC. Esta sensibilidad y especificidad puede aumentar a un 94% y 98% respectivamente, si el nivel de la medición del ACTNM se realiza en la entrada del TC, a nivel de hueso

pisiforme. ⁽⁴¹⁾ Lee y compañía demostraron una correlación significativa entre el ACTNM y los ECN. ⁽⁴²⁾

Gracias a la tecnología implementada en la ultrasonografía actual, que están equipados con transductores lineales con un rango de 5 a 15 MHz, se ha hecho posible que los radiólogos interpreten con una mejor calidad de imagen las lesiones de los nervios periféricos como el NM. ⁽⁴³⁾

Lo que constituye la triada ecográfica para la identificación de una neuropatía del NM son: ⁽³⁾⁽⁴⁴⁾

- Aplanamiento del NM en la porción distal del TC.
- Engrosamiento del NM a la altura del radio distal o en la porción proximal del TC, es decir, un aumento del área de corte transversal del nervio mediano (ACTNM)
- Abombamiento palmar del LTC.

Los criterios cuantificables como el aumento del ACTNM poseen mayor poder diagnóstico que los criterios subjetivos, como lo son la ecogenicidad, morfología o posición del NM. ⁽¹⁾

Se debe considerar respecto a la ecogenicidad del NM, que en casos de STC disminuye y se pierde el patrón reticular como probable consecuencia del edema o la fibrosis intraneural. El doppler color podría mostrar un aumento del flujo en el interior del NM ⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾.

Aunque en el NM se pueden presentar alteraciones morfológicas en muchos pacientes con STC, existen ciertos casos con inicio precoz de síntomas en los que no se detectan cambios morfológicos. Por ende, un NM normal no excluye el diagnóstico de neuropatía. ⁽⁴⁵⁾

Con el US se permite visualizar la presencia de algún músculo flexor aberrante, arteria mediana persistente, tenosinovitis de los tendones flexores, fracturas desplazadas, y caracterizar lesiones ocupantes del TC (hemangiomas, lipomas, gangliones, tumores vasculares, sinovitis vellonodular, etc.). ⁽⁶⁾ El doppler color cumple un rol fundamental en la visualización e información de lesiones inflamatorias vasculares y tumorales. ⁽¹⁵⁾

La toma de imágenes a través del US antes de un procedimiento quirúrgico por endoscopia facilita la localización anatómica del nervio, y así evitar lesiones durante el procedimiento. También, posibilita valorar las complicaciones posteriores al procedimiento quirúrgico, como la sección completa del LTC o el atrapamiento cicatricial del nervio. ⁽¹⁾

El US además de presentar una utilidad en el diagnóstico de la enfermedad propiamente tal con la sintomatología respectiva, puede ser de gran importancia en anticipar con varios meses un aumento en el grosor del nervio. Ya que su alta resolución y bajo costo, hacen que sea una herramienta útil para detectar casos iniciales o asintomáticos. ⁽⁴³⁾ Sumado al hecho de que podría emplearse como tamizaje en las industrias en las cuales el personal realice un trabajo con una alta actividad manual, con la finalidad de reducir las lesiones del NM, por ende, los costos relacionados con el tratamiento y ausentismo laboral.

Algunos estudios han comparado el US con la RM, identificando una utilidad similar para la evaluación del STC. ⁽⁴⁶⁾ Incluso otros autores ⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁶⁾ indican que la imagen a través del US es superior que la imagen por RM para la identificación de casos sutiles, además poseen mayor sensibilidad para visualizar cambios morfológicos producidos por el edema. Sumado al hecho de que presenta un menor costo, menor tiempo de exploración y mayor disponibilidad que los estudios realizados por RM, igualmente existe una mayor tolerancia al examen de US por parte del paciente que en los ECN. ⁽⁴⁸⁾⁽¹⁾ Aunque es indiscutible el alto valor predictivo del US para el diagnóstico del STC, no puede sustituir a los ECN, ya que ambos estudios son complementarios. ⁽¹⁶⁾⁽¹⁵⁾

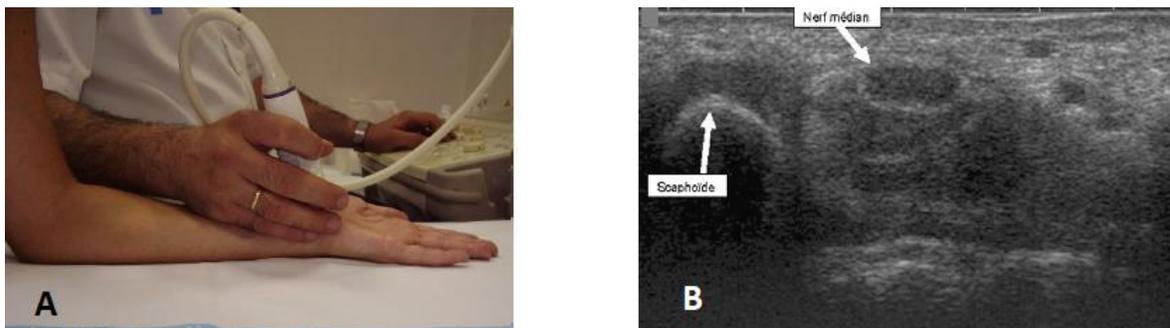


FIGURA 2.7: A) Posicionamiento de la extremidad para realización de la ecografía del TC.

B) Corte axial del TC vista por US, indicando el NM y el hueso escafoides ⁽²⁴⁾⁽⁶⁴⁾

2.2.8 Diagnóstico diferencial

Hay que tener en consideración las siguientes patologías que pueden simular la sintomatología del STC, para realizar un diagnóstico diferencial: ⁽²²⁾⁽¹⁴⁾⁽³⁴⁾

- Radiculopatía cervical
- Neuropatía cubital
- Artrosis de la articulación metacarpo falángica del pulgar
- Tenosinovitis de origen artrítico
- Neuropatías periféricas generalizadas
- Patología de la neurona motora
- Esclerosis múltiple
- Síndrome del desfiladero torácico

2.2.9 Tratamiento

Cuando el STC es causado por algún tipo de artritis inflamatoria, tratar la patología propiamente tal, podría aliviar los síntomas del STC. Tratar directamente otras condiciones como la diabetes mellitus o el hipotiroidismo también podría ayudar a disminuir la sintomatología asociada al STC. ⁽²⁵⁾ Los tratamientos que se aplican directamente en la zona del TC pueden ser tanto tratamientos conservadores, como tratamientos quirúrgicos.

2.2.9.1 *Tratamientos conservadores*

Los tratamientos conservadores son indicados para pacientes con STC leve o moderado, éstos son: ⁽¹⁴⁾⁽³⁶⁾⁽¹³⁾

- Ejercicios: Buscan mover los tendones flexores para permitir el retorno venoso desde los vasos del NM, disminuyendo así el edema y la necesidad de un tratamiento quirúrgico. También se deben realizar pausas en el trabajo manual, para disminuir el sobreuso de la articulación.

- **Férula inmovilizadora:** Tienen la función de mantener la posición de la muñeca en una posición neutral, lo que permite disminuir la presión en el TC, por ende, una mejoría en la clínica. Su uso se recomienda durante la noche y también en lo posible durante el día. Al reeducar la postura de la muñeca, se logra disminuir la presión en el TC, incluso no siendo imprescindible el uso de la férula durante el día.
- **Fármacos:** Incluye opioides y neuromoduladores, sirven sólo para moderar el dolor neuropático por STC. También se encuentran los antiinflamatorios no esteroideos (AINES), los cuales reducen la inflamación local, por lo que se disminuye la compresión sobre el NM en el TC.
- **Corticoides vías orales:** son una alternativa a los AINES cuando estos están contraindicados, son de utilidad en STC incipiente o leve.
- **Infiltración local con corticoides:** Particularmente útil en pacientes con STC leve y en embarazadas, ya que logran una mejoría prácticamente total (comparable a la cirugía) pero hasta 18 meses una vez desde que los esteroides fueron aplicados. ⁽¹⁴⁾ Es eficaz en la reducción de la inflamación y edema. Pero hay que tener en consideración los efectos secundarios como la reducción de síntesis de colágeno y proteoglicanos, por lo que se disminuye la resistencia mecánica del tendón.
- **Ultrasonido de alta frecuencia:** consiste en emitir ondas de alta frecuencia a la zona de inflamación, estas ondas de sonido se transforman en calor en los tejidos que están dentro del TC, lo que provocaría que, al dilatar los vasos sanguíneos, llegue oxígeno al tejido lesionado, por lo que genera una utilidad analgésica y antiinflamatoria, acelerando de esta forma el proceso de curación. ⁽¹⁶⁾⁽²¹⁾
- **Técnica de stretching miofascial del LTC:** Un estudio ⁽²²⁾ considera esta técnica de utilidad para tratar el STC. Consiste en poner en tensión al LTC a la altura del TC, usando como puntos de palanca los huesos más distales del carpo, también se aplica una tracción y extensión de la muñeca con el paciente en decúbito supino.

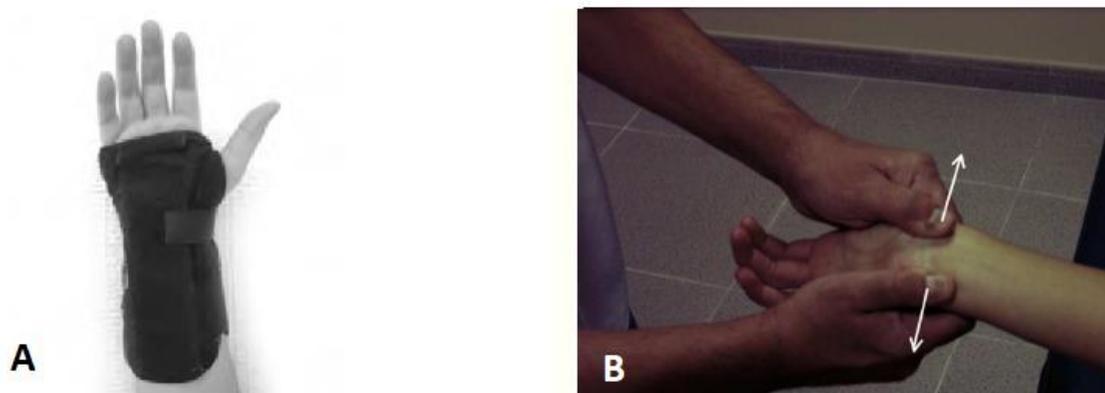


FIGURA 2.8: A) *Férula inmovilizadora* y B) *Técnica de Stretching miofascial del LTC* ⁽¹⁸⁾
(12)

Los suplementos como la vitamina B6, B12 y diuréticos para disminuir la sintomatología del STC no poseen evidencia suficiente para su utilización. Por otra parte, no se tiene evidencia del beneficio para tratar el STC con terapias alternativas como la magnetoterapia, acupuntura, terapia láser, o la quiropraxia. ⁽⁴⁹⁾

2.2.9.2 *Tratamiento quirúrgico*

El tratamiento quirúrgico es indicado para pacientes con STC moderado o severo, también en pacientes en los cuales los tratamientos conservadores no han sido efectivos. Consisten en seccionar completamente el LTC y el ligamento carpi volare ⁽²⁶⁾, ya sea por técnica tradicional de cielo abierto o por vía endoscópica, disminuyendo así la presión ejercida en el TC y aumentando su volumen.

La técnica tradicional consiste en realizar una incisión del LTC por cielo abierto para aliviar la descompresión del NM. Por otra parte, la técnica por vía endoscópica presenta la gran ventaja de disminuir el tiempo de recuperación y una menor morbilidad en casos que se requiera la cirugía bilateral, además de dejar una cicatriz postoperatoria de menor tamaño en el paciente. Actualmente es la preferida entre cirujanos de mano. ⁽¹⁴⁾⁽⁵⁰⁾ Aunque como desventaja cabe señalar de que su abordaje es limitado y la técnica de visualización para el control de la liberación del LTC es indirecta, por ende, existe un

riesgo tres veces mayor de generar una lesión iatrogénica que con una técnica tradicional.⁽²⁾

Se puede realizar una epineurotomía en el caso de existir un engrosamiento del epineuro, o una neurólisis interna para separar los fascículos si se encuentra tejido cicatricial al interior del NM.⁽⁷⁾

El postoperatorio, debe realizarse una inmovilización de la muñeca durante una semana con un vendaje en el que se evite la flexión de la muñeca, pero que permita la movilización de los dedos la cual es necesaria para una adecuada recuperación.⁽²⁵⁾

La mejoría descompresión quirúrgica puede objetivarse a partir del primer mes tras la cirugía tanto por la clínica, ya que la parestesia, el dolor, y la atrofia tenar disminuyen significativamente; como por los ECN.⁽⁵¹⁾

Entre un 70-90% de los pacientes en que se realiza cirugía, se obtienen muy buenos resultados a largo plazo. Pero en pacientes que la causa del STC sea debido a una neuropatía, los síntomas puede que no desaparezcan del todo ya que estos no son producto de un mecanismo de atrapamiento.⁽³⁸⁾⁽¹⁵⁾

Los efectos adversos del tratamiento quirúrgico son las cicatrices, dolor, malestar en la muñeca y edema, los cuales deberían desaparecer en unas semanas,⁽¹⁴⁾ pero la fuerza de agarre alcanza los niveles preoperatorios pasado varios meses.⁽²⁵⁾

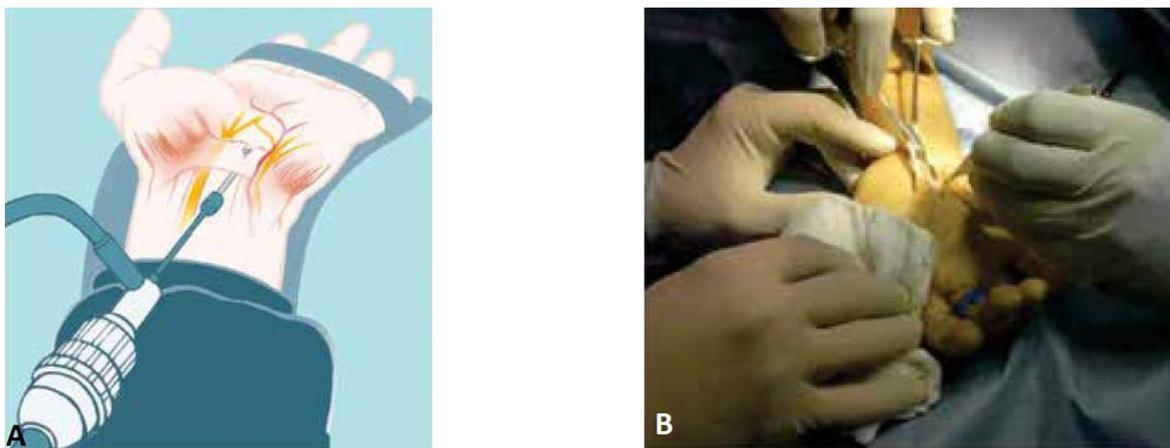


FIGURA 2.9: Técnica quirúrgica: A) Por vía endoscópica. B) Por técnica de cielo abierto

2.3 PRINCIPIOS DEL ULTRASONIDO

2.3.1 Definición

El ultrasonido es una técnica de imagen sencilla, no invasiva y accesible que permite la evaluación del sistema musculoesquelético en tiempo real, con la ventaja de examinar las articulaciones en forma dinámica. Tiene como desventaja ser dependiente del operador, el cual debe tener un amplio conocimiento de los principios físicos del ultrasonido, estar familiarizado con la ecotextura de los tejidos y de la anatomía musculoesquelética.⁽⁵²⁾

Esta técnica de imagen está basada en la emisión y recepción de ondas de ultrasonido, y las imágenes se obtienen mediante el procesamiento electrónico del haz ultrasónico (ecos) reflejado por las diferentes interfases tisulares y estructuras corporales. El US se define entonces como una serie de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y propagadas por un medio material (tejidos corporales).⁽⁵²⁾

2.3.2 Propiedades Físicas

2.3.2.1 Longitud de onda y frecuencia

El sonido se transmite mecánicamente a nivel molecular. En estado de reposo la presión es uniforme en todo el medio. El sonido se propaga como una serie de ondas de presión alternas que producen compresión y rarefacción del medio conductor. El tiempo que tarda en pasar una onda de presión por un punto determinado es el periodo, T . La frecuencia de la onda es $1/T$. La longitud de onda, λ , es la distancia entre puntos correspondientes en la curva tiempo – presión.⁽⁵³⁾

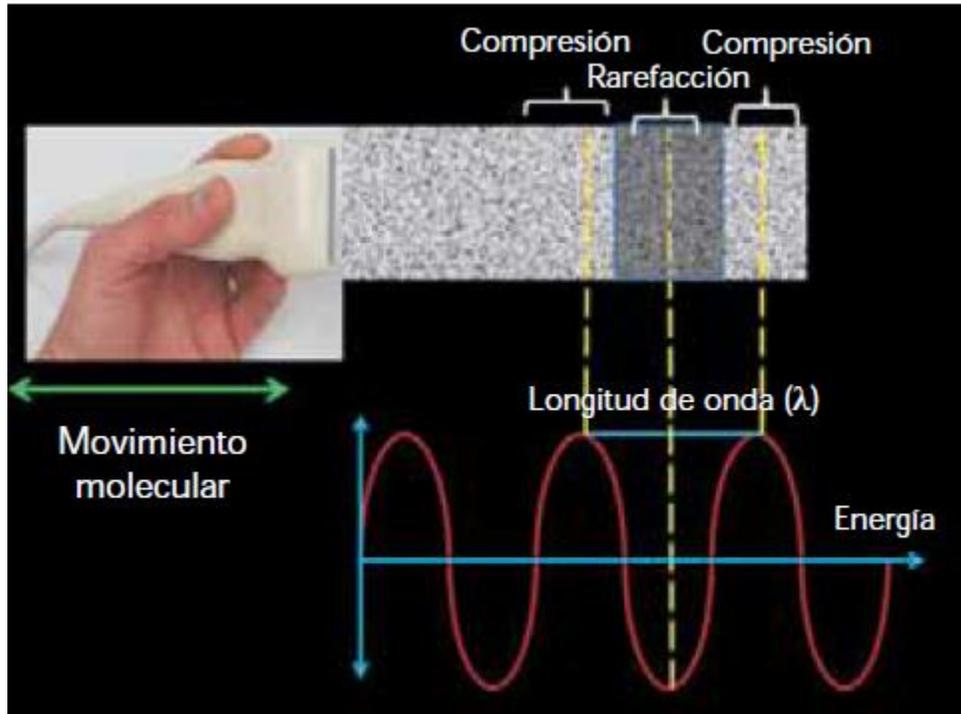


FIGURA 2.10 La energía acústica se mueve mediante ondas longitudinales a través de los tejidos; las moléculas del medio de transmisión oscilan en la misma dirección que la onda sonora. Estas ondas sonoras corresponden a la rarefacción y compresión periódica del medio en el cual se desplazan. La distancia de una compresión a la siguiente (distancia entre picos de la onda sinusal) constituye la longitud de onda (λ).⁽⁵⁴⁾

Los cambios de presión en el tiempo definen las unidades básicas para medir el sonido. La distancia entre puntos correspondientes en la curva tiempo-presión se define como longitud de onda, λ . El número de ciclos completos por unidad de tiempo es la frecuencia, f .⁽⁵³⁾

La frecuencia la cuantificamos en ciclos por segundo o Hertz. La frecuencia está determinada por la fuente emisora del sonido y por el medio a través del cual está viajando. El US es un sonido cuya frecuencia se ubica por arriba de 20 kHz.⁽⁵²⁾ El ultrasonido se diferencia del sonido audible sólo por su frecuencia y es entre 500 y 1000 veces mayor que el sonido que podemos oír en condiciones normales. Las frecuencias de los sonidos empleados en aplicaciones diagnosticas oscilan entre 2 y 15 MHz.⁽⁵³⁾

2.3.2.2 Refracción

Fenómeno en que el haz de ultrasonido es desviado cuando incide con un determinado ángulo sobre una interfase reflectante situada entre dos medios en la que la velocidad de dichos ultrasonidos es diferente. El grado de refracción está en relación con el ángulo de incidencia y el gradiente de velocidades. ⁽⁵⁵⁾

Este cambio en la dirección de propagación se denomina refracción y está determinada por la ley de Snell. ⁽⁵³⁾

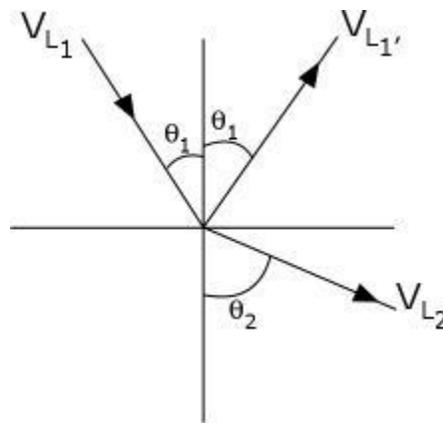


FIGURA 2.11 La ley de Snell compara la relación de las velocidades del material V_1 y V_2 con la relación de los ángulos de seno (Q_1) y refractado (Q_2), como se muestra en el siguiente diagrama. ⁽⁵⁶⁾

Donde es el ángulo de incidencia del sonido que se aproxima a la interfase, es el ángulo de refracción y son las velocidades de propagación del sonido en los medios que forman la interfase. ⁽⁵³⁾

Cuando un aparato de ultrasonidos detecta un eco asume que el origen del eco está en línea directa con el transductor. Si el sonido ha sufrido refracción, el eco detectado y representado en la imagen podría proceder de una profundidad o localización diferente de la que se muestra en la pantalla. ⁽⁵³⁾

2.3.2.3 *Impedancia acústica*

La impedancia acústica es una propiedad de estado intensiva. Se define como la resistencia que opone un medio a que las ondas se propaguen sobre este.⁽⁵⁷⁾

Para producir un eco debe existir una interfase reflectante. En la unión entre tejidos o materiales con diferentes propiedades físicas existen interfases acústicas. Estas son responsables de la reflexión de una proporción variable de la energía sónica incidente.⁽⁵³⁾

El grado de reflexión retrodispersion (dispersión de retorno) está determinado por la diferencia en la impedancia acústicas de los materiales que forman la interfase. La impedancia acústica, Z , viene determinada por el producto de la densidad, p , del medio que propaga el sonido por la velocidad de propagación, c , del sonido en dicho medio.⁽⁵³⁾

$$Z = pc$$

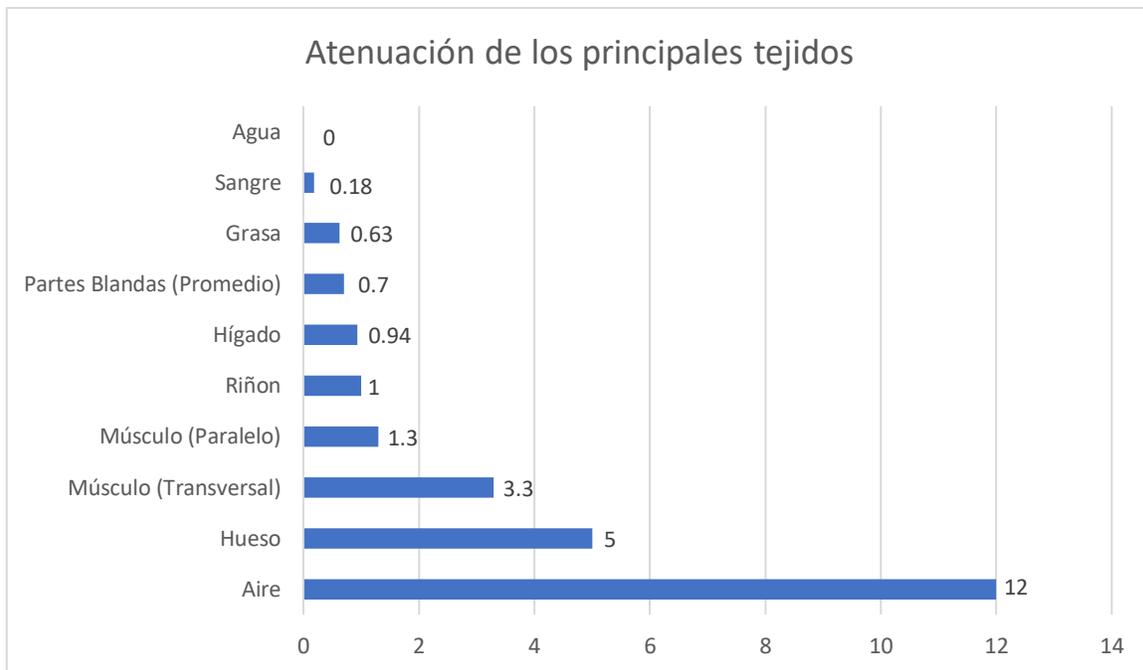
La impedancia, por tanto, es una forma de medir el grado de disipación de energía de las ondas sonoras que se desplazan en un medio y está íntimamente relacionado con la pérdida de velocidad de dichas ondas. A mayor impedancia de los tejidos, menor es la cantidad de energía que logra atravesarlos, por tanto mayor es la cantidad de onda reflejada.⁽⁵⁷⁾

2.3.2.4 *Atenuación*

A medida que la onda ultrasónica se propaga a través del tejido, el contenido de energía en el haz disminuye progresivamente. Varios mecanismos son responsables de esta pérdida, y el término atenuación se usa para describir la pérdida de energía por todas las causas, esta pérdida se transfiere en forma de calor. La capacidad para realizar trabajo está determinada por la magnitud de la energía acústica producida. La potencia acústica, expresada en vatios (W) o milivatios (mW), describe la magnitud de energía acústica producida por unidad de tiempo. ⁽⁵³⁾

La atenuación se mide en unidades relativas. Por lo general se usan decibelios (dB) para comparar niveles diferentes de potencia o intensidad de los sonidos. El sonido pierde energía cuando atraviesa el tejido y las ondas de presión pierden amplitud cuando se alejan de su fuente. La transferencia de energía al tejido debida al calor (absorción) y la pérdida de energía por reflexión y dispersión contribuyen a la atenuación del sonido. Por tanto, la atenuación es el resultado de los efectos combinados de absorción, dispersión y reflexión. ⁽⁵³⁾

Absorción, implica la transferencia de energía de la forma mecánica al calor, y la dispersión, que implica la difusión de energía desde su dirección principal de propagación. ⁽⁵⁸⁾. Además, la atenuación guarda directa relación con la profundidad y con la frecuencia. Cuanto mayor es el camino que deben recorrer los ultrasonidos resultará que los ecos originados en zonas más distantes tendrán menor amplitud que los originados en zonas superficiales. ⁽⁵⁵⁾



[dB/cm/MHz].

GRÁFICO 2.1 “Capítulo 1, física de los ultrasonidos”.⁽⁵³⁾

La atenuación depende de la frecuencia de insonación, así como de la naturaleza del medio de atenuación. Las frecuencias altas se atenúan más rápidamente que las frecuencias bajas y las frecuencias del transductor es el determinante principal de la profundidad útil a la que se puede obtenerse información con los ultrasonidos. La atenuación determina la eficiencia con la que los ultrasonidos penetran en un tejido específico y varía considerablemente en los tejidos normales.⁽⁵³⁾

2.3.2.5 Absorción

Consiste en la pérdida de energía que se produce cuando un haz de ultrasonidos atraviesa un medio, haciendo que las partículas que lo componen comiencen a vibrar; debido al roce entre dichas partículas una parte de la energía se transforma en calor. Cuanto mayor es la absorción menor es la penetración de los ultrasonidos en el medio. Tiene relevancia la frecuencia: a menor frecuencia menor absorción y mayor penetración; a mayor frecuencia, mayor absorción y menor penetración..⁽⁵⁵⁾

2.3.2.6 *Reflexión*

Cuando un haz de ultrasonidos llega a una interfase reflectante experimenta un fenómeno de reflexión: una parte del haz se refleja en forma de ecos (ultrasonidos reflejados) y la otra parte continúa hacia la siguiente interfase. Cuanto mayor sea la diferencia de impedancia acústica entre los dos medios que separa la interfase, mayor será el eco. El principal parámetro de este fenómeno es la amplitud de la onda acústica reflejada y su relación con la amplitud de la onda incidente. ⁽⁵⁹⁾

En caso de que la interfase sea grande y relativamente lisa, refleja el sonido igual que el espejo refleja la luz. Estas interfases se denominan reflectores especulares porque se comportan como espejos para el sonido. Dado que los aparatos de ultrasonidos solo detectan las reflexiones que vuelven al transductor, la representación de las interfases especulares es muy dependiente del ángulo de insonación. Los reflectores especulares devuelven ecos al transductor solo si el haz de sonidos es perpendicular a la interfase.

El parénquima o reflexión difusa no se produce una reflexión del sonido en 90° y los haces de sonido se dispersan en todas direcciones y únicamente una parte de la energía retorna al transductor para crear la imagen. A su vez, estas son la mayoría de las estructuras del organismo. En este caso las interfases acústicas implican a estructuras con dimensiones individuales mucho menores que la longitud de onda del sonido incidente. ⁽⁵³⁾

2.3.2.7 Propagación del sonido

Las ondas de presión acústica pueden viajar en una dirección perpendicular a la dirección de las partículas desplazadas (ondas transversales), pero en el tejido y en los fluidos, la propagación del sonido se realiza en la dirección del movimiento de partículas (ondas longitudinales). La velocidad a la que se desplaza la onda de presión a través del tejido es muy variable y está influida por las propiedades físicas del tejido. Supone que la velocidad de propagación del sonido en el organismo es de 1540 m/s (es un promedio en tejidos normales). Entonces, la velocidad de propagación aumenta al aumentar la rigidez y disminuye al aumentar la densidad.

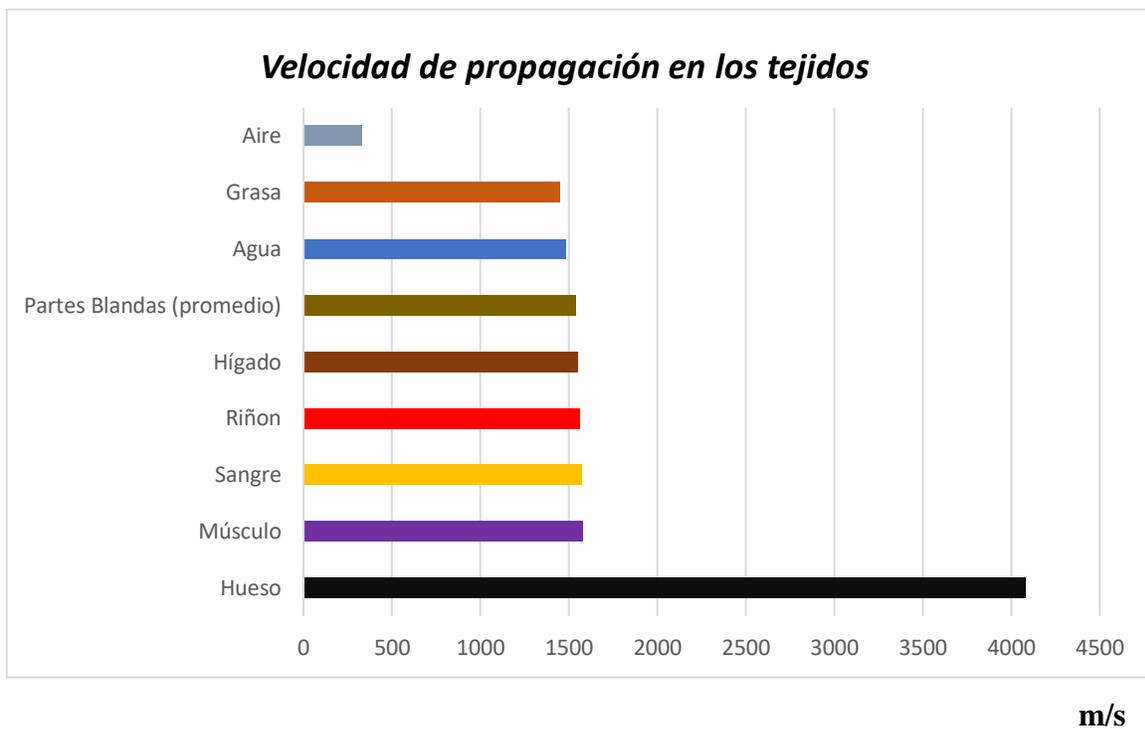


GRÁFICO 2.2 *La velocidad de propagación del sonido en el cuerpo está determinada por las propiedades físicas del tejido. Los aparatos de ecografía par aplicación clínica basan sus mediciones en una velocidad de propagación media supuesta de 1540 m/s.* ⁽⁵³⁾

2.3.3 Instrumental

La tecnología de US ha cambiado drásticamente en los últimos diez años lo que ha permitido una miniaturización significativa en el diseño y fabricación de equipos de US. El espectro de equipos de ultrasonido de hoy incluye máquinas que pueden caber en la palma de una mano. Las máquinas de US utilizadas hoy día son complejas, muy avanzadas en electrónica y en las capacidades de procesamiento posterior. ⁽⁶⁰⁾

A pesar de esta complejidad todos los aparatos tienen unos componentes básicos similares para desarrollar sus funciones fundamentales: un transmisor o pulsador para llevar energía al transductor, el propio transductor de ultrasonidos, un receptor y un procesador para detectar y amplificar la energía retro dispersada y manipular las señales reflejadas para su representación gráfica, una pantalla que presenta la imagen o los datos de ultrasonidos de forma apropiada para su análisis e interpretación y un método para grabar o archivar la imagen de ultrasonidos. ⁽⁵³⁾

2.3.3.1 *Panel de control*

A diferencia de la mayoría de las modalidades de diagnóstico, la ecografía es con ventaja más dependiente del usuario. En consideración a la calidad de las imágenes obtenidas depende en gran medida de la técnica. El panel de control de una máquina de US contiene una variedad de mandos, que se pueden usar para mejorar imágenes.

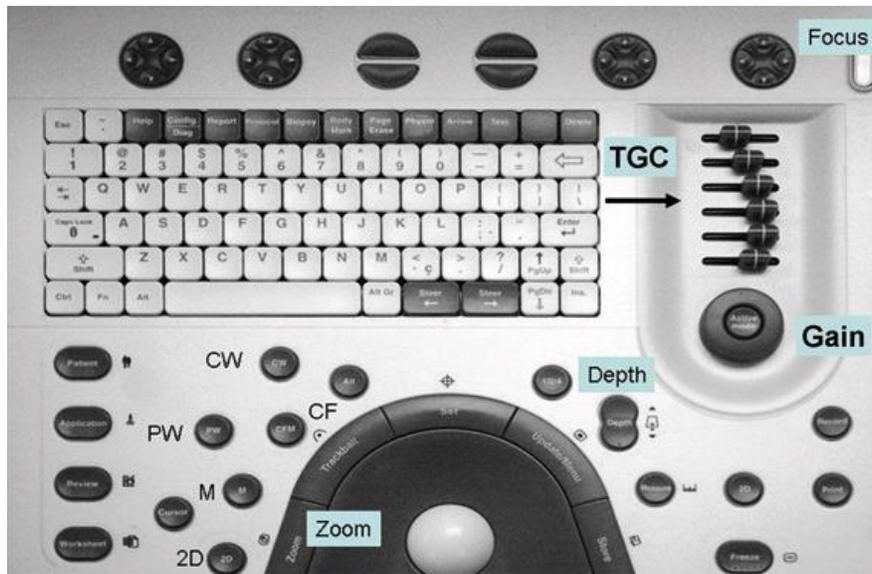


FIGURA 2.12 El panel de control de una máquina de ultrasonido. Modo doppler continuo (CW Doppler), modo pulsado (PW Doppler), Modo doppler de flujo color (CF Doppler), M (M-mode). ⁽⁶¹⁾

- **Ganancia:** La intensidad de los sonidos reflejados disminuye con la distancia. Para compensar este déficit, los ecos que provienen de los tejidos más profundos se amplifican automáticamente de manera exponencial. Este aumento de la intensidad de señal puede modificarse manualmente. ⁽⁶¹⁾
- **Compensación de ganancia de tiempo (TGC):** La ganancia parcial permite aumentar zonas específicas de interés en la imagen. La modificación se realiza aumentando o disminuyendo la amplificación de los ecos a profundidades diferentes. La ganancia parcial compensa los ecos que se pierden como resultado de su paso a través de los tejidos. ⁽⁶¹⁾
- **Foco:** Herramienta que permite realzar estructura de interés en la imagen, modificando sólo el haz transmitido. Los focos son de gran utilidad cuando se quiere aumentar la resolución de estructuras anatómicas localizadas en una zona específica. La localización óptima para el foco es el centro de una estructura anatómica de interés. ⁽⁶²⁾

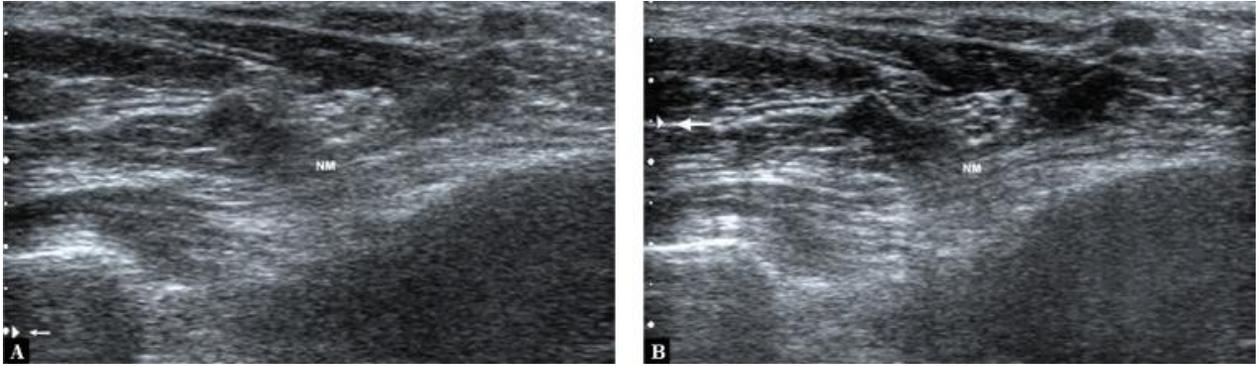


FIGURA 2.13 Efecto punto focal (flechas) situado a dos profundidades.: A. Punto focal más profundo a estructura, nervio mediano (NM) menor resolución espacial; B. Punto focal hacia superficie otorga mayor resolución espacial del nervio mediano, ya que es una estructura menos profunda. ⁽⁶³⁾

- **Profundidad:** Modificando este parámetro permite que estructuras más profundas visualicen mayor resolución, y también, mayor definición; sin embargo, las estructuras menos profundas aparecerán más diminutas.

2.3.3.2 *Trasmisor*

Transmite energía al transductor, mediante la aplicación de un voltaje de alta amplitud en un tiempo determinado, además controla la cantidad de pulsos emitidos por el transductor o frecuencia de repetición de pulso (PRF). ⁽⁵³⁾

2.3.3.3 *Transductor*

Dispositivo capaz de convertir energía eléctrica en energía mecánica y viceversa. Es encargado de emitir las ondas ultrasónicas que aplicamos a los tejidos, también es el receptor de los ecos generados por diferentes interfases. Están constituidos por cristales como el cuarzo, y modernamente cerámicas. El funcionamiento de estos transductores se basa en el efecto piezoeléctrico de dichos cristales. ⁽⁵³⁾

El efecto piezoeléctrico es un fenómeno físico, que en la explicación práctica convierte la energía cinética, debido a la deformación del cristal, en energía eléctrica. Así es como los transductores de ultrasonido reciben las ondas sonoras. El mismo efecto se puede usar en reversa - efecto piezoeléctrico inverso - mediante el cual la aplicación de un campo eléctrico a un cristal provoca la realineación de la estructura del dipolo interno. Esta realineación da como resultado un alargamiento o contracción del cristal, que convierte la energía eléctrica en energía cinética o mecánica. Es de tal forma como los transductores de US producen ondas sonoras. ⁽⁶⁴⁾

Los transductores se clasifican en:

- *Transductor lineal*

Es también denominado escáner paralelo, este produce ondas que siguen en sentido paralelo produciendo una imagen rectangular. La ventaja es que sostiene una buena resolución espacial cercana al transductor, en cada nivel de profundidad en cierto modo, permanece constante el ancho de las líneas de la imagen y su densidad, por esto que los transductores de tipo lineal se utilizan de alta frecuencia (5 – 15 MHz). ⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾



FIGURA 2.14 *Transductor lineal “Sonoscape” 5 – 10 MHz.* ⁽⁶⁷⁾

- *Transductor sectorial*

La imagen que forma este tipo de transductor es en forma de abanico, con una base de inicio de emisión pequeña de los ecos. Se utiliza en exploraciones cardíacas y abdominales, ya que permite abordaje costal, se utiliza para visualizar estructuras profundas. La frecuencia suele ser entre 3,5 – 5 MHz. La desventaja de este transductor es que presenta deficiente resolución espacial. ⁽⁵³⁾

- *Transductor convexo*

“Curved Array” o denominados mixtos. Son utilizados para visualizar estructuras más profundas, ya sea en estudios abdominales y pélvicos. Estos poseen forma de curva y emiten una imagen en forma trapecio. La frecuencia del transductor es de 3,5 – 5 MHz. ⁽⁵⁵⁾⁽⁶⁵⁾

- *Transductor intracavitario*

Pueden ser lineales o convexos, se usan para exploraciones intrarrectales o intravaginales. Las frecuencias suelen ser de entre 5 y 7,5 MHz. ⁽⁵⁵⁾

2.3.4 Presentación de la imagen

Las señales recibidas provenientes del tejido se pueden presentar en diferentes modos.

Modo A (amplitud)

Este modo de trabajo consiste en representar los impulsos provocados por los ecos en forma de picos. Con el modo A los impulsos tienen más o menos amplitud y que están separados por un cierto tiempo. En el tiempo, actualmente se conservó el modo A como sistema de medición complementando al modo B, ya que se podía medir con facilidad el tiempo entre los picos. ⁽⁶²⁾

Modo B (Modo de brillo)

La amplitud del eco censado se representa en una escala de grises, con un brillo proporcional a la ecodensidad de la estructura, cuya posición en el eje vertical dependerá de la distancia a la que se encuentra del transductor. La escala de grises va desde el negro para estructuras anecoicas, hasta el brillo máximo (blanco) para estructuras hiperecoicas. ⁽⁶⁸⁾

Modo M (Modo de movimiento)

La ecografía en este modo se interpreta mediante evaluación de los patrones de movimiento de reflectores específicos, presenta cambios en la amplitud de eco y en la posición con el tiempo. Determina relaciones anatómicas, a partir de patrones de movimiento característicos. La imagen emplea el brillo de la presentación para indicar la intensidad de la señal reflejada. El principal uso de este modo es evaluación del movimiento de las válvulas cardíacas y cavidades cardíacas. ⁽⁵³⁾

2.3.5 Calidad de imagen

Los determinantes principales de la calidad de una imagen de ultrasonido son: la resolución espacial, el contraste, la resolución temporal y la presencia o no de artefactos. A su vez, el entrenamiento del operador, y factores intrínsecos del equipo. ⁽⁵³⁾

2.3.5.1 Resolución de contraste

Se refiere a la diferencia de amplitud que poseen los distintos ecos que caracterizan una estructura. Los ecos de alta intensidad se representan brillantes, lo que se denomina hiperecogénico, mientras que los ecos con intensidades menores se llaman hipoecogénicos y tienden a ser más grises. Por último, ecos que no han sido recibidos se visualizan como una falta de señal, se denominan anecogénicos y se observan negros. El elemento orgánico que mejor transmite los ultrasonidos es el agua, por lo que ésta produce una imagen ultrasonográfica anecoica (negra). En general, los tejidos muy celulares son hipoecoicos, dado su alto contenido de agua, mientras que los tejidos fibrosos son hiperecoicos, debido al mayor número de interfases presentes en ello. ⁽⁵⁴⁾⁽⁵²⁾

2.3.5.2 Resolución espacial

La resolución espacial se define como la distancia mínima entre dos objetos que se encuentran distinguibles. Por tanto, mientras mayor resolución tenga un equipo, más estructuras podrá diferenciar y con mayor detalle.

En primer lugar, tenemos la resolución axial o longitudinal, es la resolución en el eje paralelo al haz de ultrasonido. Está determinada por la longitud espacial de pulso, determinada para visualizar objetos en dirección longitudinal o del haz.

La Resolución lateral, es la resolución en el eje perpendicular al haz de ultrasonido, y es mejor en el punto más estrecho del haz o punto focal. Los transductores actuales permiten secuenciar los pulsos de ultrasonido, con lo que se puede modificar el punto focal. ⁽⁵³⁾⁽⁶⁸⁾

2.3.5.3 *Resolución temporal*

Es la capacidad para separar eventos en el tiempo determinado. Esta permite diferenciar eventos cercanos en el tiempo, lo que toma especial importancia en exámenes dinámicos. Separa desde el comienzo de un fotograma hasta el siguiente; representa la capacidad del sistema de ultrasonido para distinguir entre eventos instantáneos de estructuras en rápido movimiento, por ejemplo, durante el ciclo cardíaco. ⁽⁶⁹⁾

2.3.6 **Almacenamiento de la imagen**

Las imágenes se pueden ir almacenando en tiempo real en forma de video, por un software propio de equipo. También es posible el almacenamiento de imágenes que son escogidas por el operador. Las imágenes se guardan en el equipo en formato digital; en sistemas modernos las imágenes son inmediatamente almacenadas en servidores locales o “cloud”. De quedar solo en el equipo igualmente pueden ser extraídas, mediante Bus Universal en Serie (USB) en los equipos de última generación. En forma física el almacenamiento permanente se puede realizar de placas obtenidas mediante, cámaras e impresores láser. ⁽⁵³⁾

2.3.7 **Artefactos**

Los artefactos son características de una imagen de ultrasonido que no corresponden a estructuras reales, es decir, no representan una interfaz acústica real con respecto a la forma, intensidad o ubicación. El US asume que el haz de sonido se emite de manera recto desde el transductor y regresa (recepción) recto al mismo. La mayoría de los artefactos en US musculoesquelética se producen cuando una de estas dos reglas es alterada; sin embargo, algunos artefactos pueden ser utilizados para beneficio, ya que facilitan el diagnóstico o la localización de una estructura. ⁽⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾

2.3.7.1 Artefacto sombra acústica posterior

El sombreado acústico posterior se caracteriza por una señal de vacío detrás de las estructuras que absorben fuertemente o reflejan las ondas ultrasónicas. Esto ocurre con mayor frecuencia con estructuras sólidas, ya que el sonido se conduce más rápidamente en áreas donde las moléculas están muy compactas, como en los huesos o piedras.⁽⁵⁴⁾

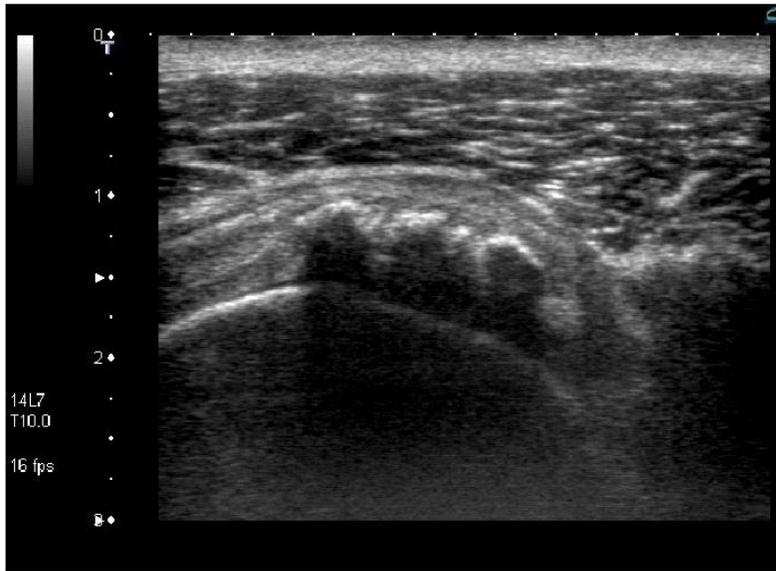


FIGURA 2.15 Artefacto de sombra acústica posterior de un tendón. ⁽⁷²⁾

2.3.7.2 Artefacto de anisotropía

Fenómeno común en US musculoesquelética, ya que se presenta especialmente en tendones. Estas estructuras presentan diferente ecogenicidad dependiendo del ángulo de incidencia del haz de US. Por ejemplo, si el haz de sonido incide perpendicularmente se vería hiperecoico y si incide en un ángulo diferente a 90° es hipoeico. ⁽⁵⁵⁾⁽⁷¹⁾

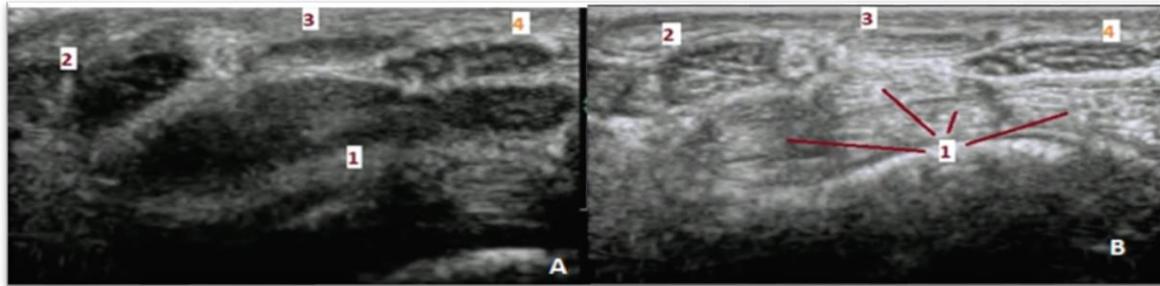


FIGURA 2.16 Paciente con impresión de muñeca normal. **A.-** Contenido en plano de corte transverso, frecuencia de 15 MHz. Insonación del transductor a nivel de tendones flexores de muñeca en 45 grados. **B.-** Contenido en plano de corte transverso, frecuencia de 15 MHz. Insonación del transductor a nivel de tendones flexores de muñeca en 90 grados. (Perpendicular a las fibras del tendón).

1: Tendones flexores digitorum. 2: Flexor Radial del carpo. 3: Palmar largo. 4: Nervio mediano. “Caso de cortesía del Dr Matt A. Morgan”⁽⁷³⁾

2.3.7.3 Artefacto refuerzo acústico posterior

El haz de sonido, se da casos en que, penetra la materia de baja atenuación, como es el caso de líquidos, por tanto, la corrección de ganancia simulará que tejidos profundos, reciban mayor atenuación del sonido, siendo mayor visible.

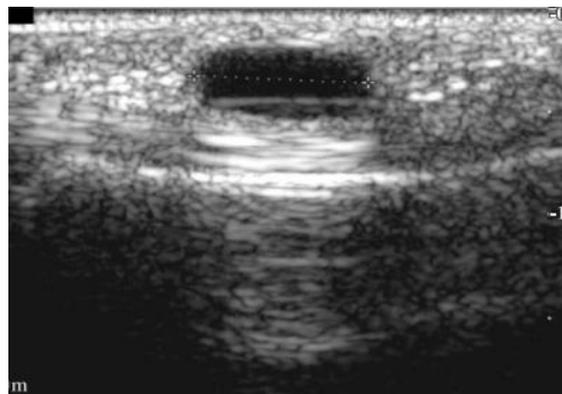


FIGURA 2.17 Caso de quiste o ganglión del tendón flexor del dedo medio izquierdo provoca una zona hiperecoica localizada de reforzamiento posterior.⁽⁵⁴⁾

2.3.7.4 Artefacto refracción

Al atravesar una interfase tisular de manera no perpendicular, el haz de sonido se desvía, podemos imaginar que una estructura se halla en un lugar incorrecto. Este artefacto consiste en la producción de imágenes de estructuras reales en localización falsa. Para

obviarlos deben evitarse las exploraciones oblicuas. La refracción ocurre cuando en interfases entre tejidos que transmiten el haz ultrasónico a diferentes velocidades. ⁽⁷²⁾

2.3.7.5 *Artefacto sombra de ángulo crítico*

También denominado artefacto de lóbulos laterales. Se produce por la incidencia tangencial del haz sónico sobre superficies curvas, en sus zonas más laterales, como por ejemplo en tendones. Visualiza como sombras laterales en la estructura y debido a que los bordes laterales están en un ángulo que dificulta el regreso del haz ultrasónico, generando sombra en regiones laterales. ⁽⁷²⁾

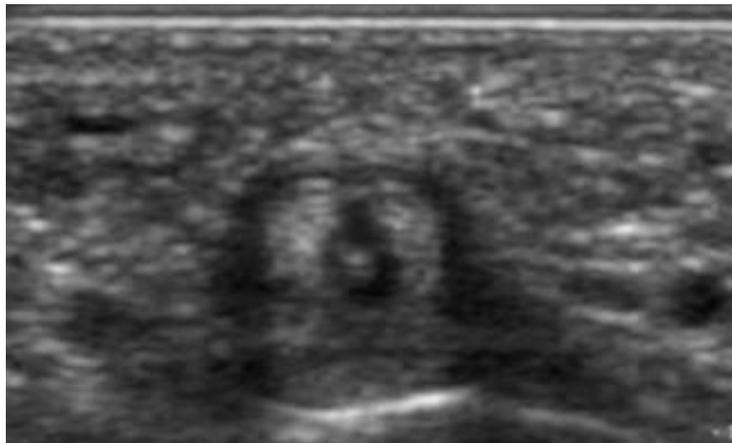


FIGURA 2.18 *Se observa en bordes laterales del tendón están en un ángulo mayormente oblicuo; pocos haz de ultrasónicos incidentes sobre una estructura cilíndrica, regresan al transductor produciendo una sombra anecoica en los segmentos laterales.* ⁽⁵⁴⁾

2.3.7.6 *Artefacto cola de cometa*

La diferente impedancia acústica en el límite de un objeto forma dos superficies opuestas altamente reflexivas, que producen múltiples reflexiones internas y reverberaciones. Esta serie de ecos aparece en la imagen como múltiples bandas pequeñas. ⁽⁷²⁾

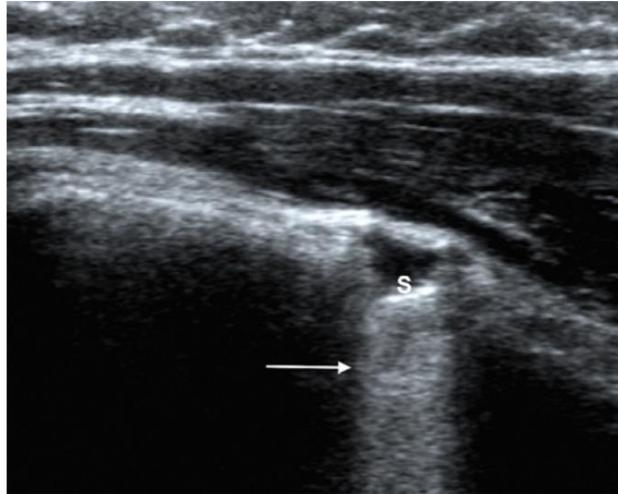


FIGURA 2.19 Elemento de fijación (S) en el humero. Artefacto de cola de cometa profundo a un objeto metálico (flecha) ⁽⁶³⁾

2.3.7.7 Artefacto de movimiento

Cuando se produce un movimiento la imagen se torna borrosa, limitando su valor diagnóstico. Para minimizar este artefacto, los equipos modernos poseen una función conocida como cine-loop; mediante esta función el operador puede regresar manualmente las imágenes y observar los últimos cuadros antes que se presente el artefacto.⁽⁷²⁾

2.4 SONOANATOMÍA MÚCULOESQUELETICA

Por medio del US en la muñeca, y con los requerimientos técnicos mencionados anteriormente, ubicados en la cara palmar de la muñeca se visualizan diversas estructuras, cada una con una ecogenicidad normal característica y un patrón ecográfico específico por estructura.

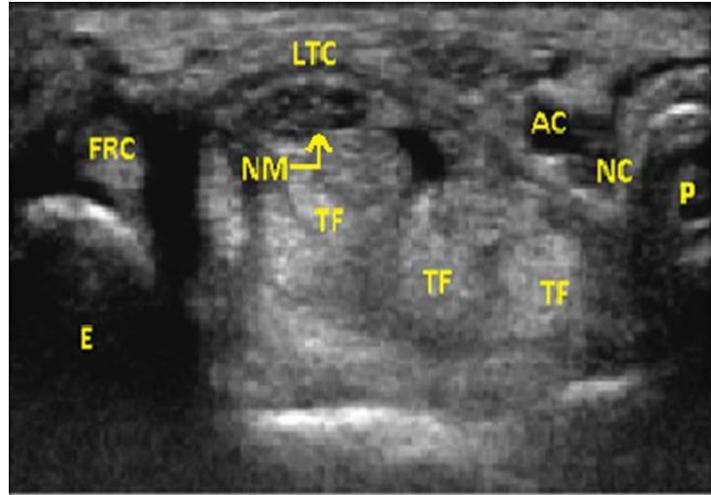


FIGURA 2.20: Sección de corte transversal de la muñeca, alturas corticales escafoides- pisiforme. NM: Nervio mediano, NC: Nervio Cubital, AC: Arteria Cubital, LTC: Ligamento Transverso del Carpo, TF: Tendón Flexor superficial o profundo, FRC: Tendón Flexor Radial del Carpo, E: Escafoides, P: Pisiforme ⁽⁷⁴⁾.

2.4.1 Nervio Mediano (NM)

Se considera que la unidad básica de un nervio periférico son las fibras neurales las cuales están envueltas por el endoneuro que es muy delgado, no se refleja el haz del sonido, por ende, se visualiza hipoecoico. Los fascículos neuronales corresponden a varias fibras recubiertas por el epineuro, esta cápsula al ser gruesa sí refleja el haz del sonido visualizándose como líneas hiperecogénicas. El epineuro, el cual envuelve varios fascículos neuronales se observa marcadamente hiperecoico. ⁽⁶⁾

El NM presenta una forma ovoidea y un patrón reticular delimitado por este borde grueso hiperecoico mencionado, diferenciándose de estructuras aledañas dentro del TC en corte axial (Figura 2.20).

En corte sagital presenta un patrón «fascicular» con fibras continuas y largas, relativamente hipoeoicas, con un borde hiperecoico correspondiente al epineuro. Además, se puede valorar el contorno del NM, con la finalidad de detectar zonas de estrechez y posible presencia del STC (Figura 2.21).⁽⁴²⁾

En el caso del NM es complejo diferenciar respecto a los tendones adyacentes, aunque este es más hipoeoico y no presenta movimiento en un examen dinámico, como lo es en el caso de los tendones flexores. El NM presenta un menor grado de anisotropía respecto al tendón y puede presentarse cuando la estructura no está perpendicular al transductor, por esta razón se recomienda identificar el NM en un corte axial en la zona media del antebrazo, ya que en esa parte presentará menor flexión que los tendones aledaños.⁽⁶⁾⁽⁹⁾⁽⁷¹⁾

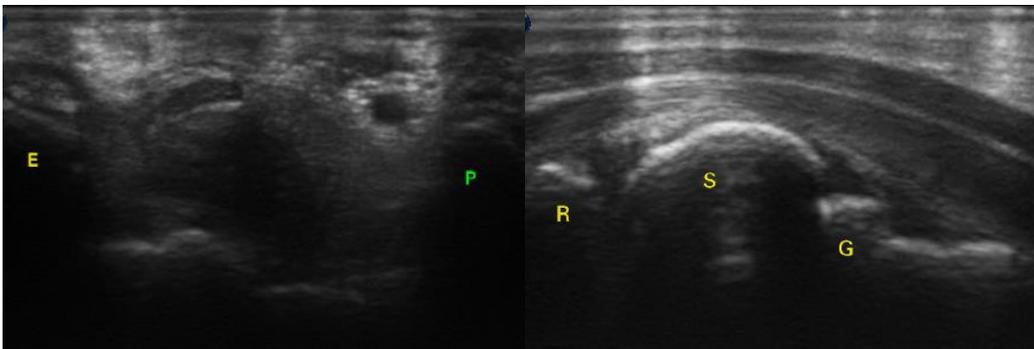


FIGURA 2.21: *Nervio mediano en corte transversal y longitudinal. E: Escafoides, P: Pisiforme, R: Radio, S: Semilunar, G: Grande.*

2.4.2 Ligamento transverso del carpo (LTC)

El LTC se visualiza de manera similar a una banda hiperecogénica con ecoestructura uniforme, de aspecto aplanado, y sonográficamente más delgado y con menor definición que los tendones. Recorre extremo a extremo formando el límite superior del TC. Este debe ser estudiado en su eje longitudinal para mejor visualización, que se corresponde con el eje axial de la muñeca ⁽⁷⁵⁾ (Figura 2.22).

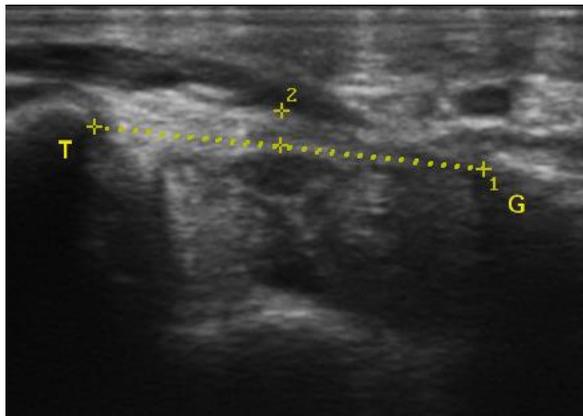


FIGURA 2.22: *Túnel Carpiano Sección distal, altura T-G. T: Trapecio, G: Gancho, 1: Línea de medida recta desde corticales T-G, 2: Grosor del LTC.*

2.4.3 Tendones Flexores

Generalmente para visualizar los tendones mediante ultrasonido, se obtienen imágenes en eje longitudinal como transversal. Refiriéndose al plano longitudinal se ve similar a una red fina, compacta y uniforme de líneas ecogénicas paralelas. En el plano transversal, los tendones se observan de aspecto redondeado u ovoide con puntos ecogénicos agrupados homogéneamente (Figura 2.20).

Frecuentemente los tendones corresponden a estructuras bastante anisotrópicas; debido a su conformación interna altamente ordenada de sus fibras de colágeno.

Para evaluar los tendones flexores superficiales y profundos del carpo por medio de ultrasonido, se recomienda aplicar técnicas dinámicas por dedo y así identificar el tendón correspondiente a cada uno respectivamente.

La vaina sinovial común que rodea a los tendones flexores se visualiza como un anillo anecogénico de 1 mm aproximado de grosor, que corresponde a una fina capa de líquido sinovial ⁽⁹⁾.

2.4.4 Estructura ósea

El ultrasonido no corresponde al examen más apropiado para estudiar la estructura ósea, sin embargo, se captan imágenes de las superficies óseas con gran detalle anatómico y aún más cuando están a leve profundidad. Con transductores actuales de alta resolución podrían detectarse pequeños hallazgos en la cortical como microfracturas y erosiones que no son visibles en radiografías.

Según lo descrito, la cortical ósea se representa como una línea hiperecogénica bien definida y sin interrupción, con sombra acústica posterior ⁽⁷¹⁾⁽⁹⁾⁽⁷⁶⁾.

Dentro de la estructura ósea que se visualiza principalmente en la zona carpiana, se encuentran principalmente los huesos escafoides y pisiforme en la primera hilera en transversal y la segunda el trapecio y ganchoso, más hacia proximal en transversal reconocemos corticales del radio distal y cubito. En longitudinal se reconoce el nervio hacia posterior de la imagen radio, semilunar y grande al recorrerlo en este sentido. (Figura 2.21) (Figura 2.22)

2.4.5 Músculos

Por medio de ultrasonido se comportan hipoecogénicos con interfaces hiperecogénicas. Estas últimas se deben a la presencia de septos de tejido conectivo fibro-adiposo que dividen los haces musculares (perimisiso), túnicas que rodean el músculo (epimisiso) y fascias interpuestas. Según el eje de corte se describen dos patrones: el de

“cielo estrellado” o “moteado” en cortes transversales y el de “pluma de ave” en cortes longitudinales ⁽⁷¹⁾⁽⁹⁾⁽⁷⁶⁾.

Las estructuras musculares visualizadas en el estudio del carpo son la eminencia tenar e hipotenar normalmente, aunque se puede encontrar musculatura aberrante.

2.4.6 Grasa

El tejido subcutáneo se presenta como una capa hipoeoica con estrías hiperecoicas, las áreas hipoeoicas corresponden a grasa subcutánea y tejido conectivo laxo, mientras que las estrías curvilíneas hiperecoicas corresponden a septos fibrosos. La ecogenicidad de la grasa depende del tamaño de la célula adiposa; por lo tanto, si los adipocitos son pequeños, la apariencia general será de una estructura ecogénica, mientras que, si los adipocitos son grandes, el tejido será hipoeoico ⁽⁷¹⁾.

2.4.7 Piel

Se estudia por medio de ecografía de alta resolución. Primeramente, se observa según sus capas una estructura trilaminar (hipoeoica central). Se visualiza la epidermis como una línea hiperecogénica de 1,5 a 4 mm de espesor y la hipodermis ligeramente menos ecogénica que la epidermis ⁽⁷¹⁾.

CAPÍTULO 3: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, medido por ecografía, durante el año 2019?

3.2 RELEVANCIA

Dentro de los síntomas que pueden presentarse al padecer el síndrome del túnel carpiano, se encuentran: hormigueo en la palma o dedos de la mano, dolor en la mano y/o muñeca, agarre débil o dificultad para cargar objetos. Los costes ocasionados por esta patología son de diversa índole: desde los derivados de la atención sanitaria, intervención quirúrgica y rehabilitación; hasta a los producidos por la pérdida de productividad del trabajador afectado, aumento en el ausentismo laboral, por ende, del número de licencias médicas en la población productiva de nuestro país ⁽¹²⁾⁽¹³⁾.

En Chile no existe un estudio o marco referencial nacional con respecto a los valores del área de corte transversal del nervio mediano, con el propósito de obtener un diagnóstico más certero del síndrome del túnel carpiano. Debido a esta inconsistencia en un contexto local, se dificulta diagnosticar de manera fehaciente por medio de ecografía, una de las patologías más comunes en la zona de la muñeca que corresponde al síndrome del túnel carpiano; siendo la ecografía una de las técnicas de imagen que presenta mayor especificidad y sensibilidad según literatura ⁽¹⁴⁾. Además, hay que considerar que en el “Atlas de Medidas Radiológicas – Theodore Keats”⁽⁴⁾, las medidas del área de corte transversal del nervio mediano de referencia para el diagnóstico del síndrome del túnel carpiano se establecieron a partir de una muestra demasiado acotada de individuos, de raza anglosajona, y no hace mención a la influencia de ciertos factores que eventualmente podrían generar una variación de esta medida, como podría ser: el sexo, la edad, índice de masa corporal y la dominancia de la mano, considerando en esta última variable que independientemente cuál sea la mano dominante, el valor será medido en ambas muñecas.

La importancia de hacer este estudio en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, Casa Central, de la Universidad de Valparaíso es que facilitará la descripción de la medida del ACTNM que corresponda a una realidad más cercana al contexto nacional, con una muestra no tan acotada de participantes. De esta forma se permitiría tener un antecedente más certero del valor de esta medida y un aporte al diagnóstico del STC por US.

Por otro lado, teniendo en cuenta que los participantes serán individuos jóvenes que debieran tender a presentar valores asociados a la normalidad de esta medida por la muy baja prevalencia del síndrome del túnel carpiano en menores de 31 años y se podrá así evaluar de mejor manera la influencia las variables mencionadas anteriormente en el valor del área de corte transversal del nervio mediano.

También cabe mencionar que como el estudio se realizará por medio de ecografía, la cual es una técnica imagenológica que utiliza como principio físico el ultrasonido, trae consigo como gran beneficio el hecho de no producir ningún daño o efecto nocivo al participante.

Además, el ecógrafo Sonoscape modelo S12 que es el que se encuentra disponible en las dependencias de la Facultad de Medicina de la universidad, y con el cual se realizará el estudio, posee una avanzada tecnología y gran calidad de imagen. Por lo que es la técnica más adecuada para el propósito del estudio, siendo un método rápido, fiable, disponible y de menor costo que otros métodos.

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, medido por ecografía durante el año 2019.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en ambas manos según sexo en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el año 2019.
- B. Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en ambas manos según edad en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el año 2019.
- C. Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en ambas manos, considerando la dominancia entre estas, en una muestra de alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el año 2019.
- D. Describir el área en corte transversal del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en ambas manos según índice de masa corporal en una muestra alumnos de la Facultad de Medicina, de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el año 2019.

CAPÍTULO 5: MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Según la intervención del investigador, este estudio se considera observacional, ya que los investigadores no influirán ni intervendrán de ninguna forma en la presentación de las medidas del nervio mediano en los sujetos en estudio.

Según el número de variables de interés, es un estudio de alcance descriptivo, ya que su objetivo principal es recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.

También corresponde a una investigación transversal, ya que las variables de interés serán pesquisadas sólo una vez, en un instante de tiempo.

5.2 LUGAR Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

5.2.1 LUGAR DE ESTUDIO

La investigación se llevará a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, ubicada en Angamos #655 Reñaca.

En este recinto se dispone de una sala de ecografía, en donde se realizará la adquisición de las imágenes necesarias para este estudio.

5.2.2 POBLACIÓN EN ESTUDIO

La población de estudio serán alumnos de la Facultad de Medicina y que se encuentren en calidad de alumnos regulares del primer semestre del año 2019, que estén cursando de primero a séptimo año.

5.3 MUESTRA

5.3.1 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de este estudio será un subgrupo de alumnos de la Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, Casa Central que estén en calidad de alumnos regulares del primer semestre del año 2019, que estén cursando de primero a séptimo año. Estos deben cumplir con los criterios de elegibilidad y además deben firmar voluntariamente el consentimiento informado de esta investigación.

5.3.2 TIPO DE MUESTREO

Se realizará un muestreo de tipo no probabilístico autoseleccionado ⁽⁷⁷⁾, debido a que los individuos acceden voluntariamente a participar en el estudio, previo a una invitación pública.

5.3.3 TAMAÑO MUESTRAL

Para obtener el tamaño de la muestra necesario para el estudio, se utilizará la fórmula que considera una población finita de tamaño conocido que se realizó mediante la siguiente fórmula:

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

Donde

n = tamaño muestral estimado

z = Valor de z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal, según el nivel de confianza establecido.

σ^2 = Varianza aproximada del área de corte transversal del nervio mediano

N = Tamaño de la población de estudio

e = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor de la variable en estudio.

Para estimar un tamaño muestral se utilizó una tabla de datos desde el software Microsoft Excel con los datos de un nivel de confianza de 95%, una amplitud de intervalo de confianza de un 0,23 y la desviación estándar que se conoce de la media del área correspondiente al nervio mediano fue de 1,3 ⁽⁴⁾ que nos permite calcular la varianza a utilizar, también sabemos que la población en estudio es de 2540 individuos, que para definir esta variable se tomó en cuenta la cantidad de alumnos regulares de cada una de las carreras pertenecientes a la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

Con estos datos el tamaño muestral estimado arrojo en el software un resultado de 118 individuos. Cabe destacar que a esta cifra se consideró agregar un 10% más con el fin de cubrir la falta de respuesta o rechazo a participar en el estudio, obteniendo así un tamaño final de la muestra de 129 individuos. Para asegurar la representatividad del estudio por sexo se procedió a calcular el número total de alumnos hombres y alumnos mujeres para calcular el peso total por sexo y el n final e individualizado por sexo.

	Hombres	Mujeres	Proporción de hombres	Proporción de mujeres	n_i Hombres	n_i mujeres
Facultad de Medicina UV	668	1872	0.262992126	0,737007874	35	94
	Total Alumnos regulares : 2540		Peso del total : 1		ni final : 129	

TABLA 5.1: *Análisis estadístico que muestra la proporción por sexo de los alumnos regulares pertenecientes al año 2019 de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso y el n_i final a utilizar.*

5.3.4 CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

5.3.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Alumnos matriculados en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el primer semestre del año 2019.
- Alumnos pertenecientes a una de las carreras de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Casa Central.
- Estudiantes que sean mayores de 18 años.

5.3.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estudiantes que hayan sido operados por Síndrome del Túnel Carpiano.

5.4 VARIABLES

En esta investigación se utilizaron cinco variables, las cuales serán descritas a continuación:

- A. **Área en corte transversal del nervio mediano:** esta variable se define como una medida de la superficie acotada de la estructura anatómica llamada nervio mediano en un corte ecográfico obtenida desde una vista axial de este ⁽³⁾. Es una variable de tipo cuantitativa, de razón y continua. En esta investigación tomará valores en números enteros expresados en mm².
- B. **Sexo:** esta variable se define como la condición orgánica que diferencia a los individuos en masculino y femenino ⁽⁷⁸⁾. Es una variable de tipo cualitativa, nominal y dicotómica. En esta investigación discriminara solo en femenino y masculino.
- C. **Edad:** esta variable se define como el tiempo que ha vivido una persona ⁽⁷⁹⁾, en este estudio se considerará desde su nacimiento hasta el momento de la muestra. Es una variable de tipo cuantitativa, de razón y discreta. En esta investigación tomará valores expresados en años cumplidos, desde los 18 en adelante. Será medida a través de la encuesta clínica de cada paciente y nos dará un valor entero.
- D. **Mano dominante:** esta variable se define como la inclinación espontanea de un individuo para usar una mano más que la del lado contralateral, al momento de realizar una actividad motriz. Es una variable de tipo cualitativa, nominal y dicotómica; y en esta investigación se utilizará para discriminar la mano que más ocupa el individuo, sea derecha o izquierda y se determinará por medio de la encuesta clínica (Anexo N°7).
- E. **Índice de masa corporal:** esta variable es un índice que relaciona el peso y la altura en una persona ⁽⁸⁰⁾, este índice clasifica el peso del individuo en: normal (18,5 a 24,9), sobrepeso (25 a 29,9), obesidad grado I (30 a 24,9), obesidad grado II (35 a 39,9) y obesidad grado III (40 a 49,9), siendo esta última uno de los factores etiológicos del STC ⁽⁷⁾. Es una variable de tipo cuantitativa, de razón y continua. Para obtener este índice necesitamos calcular mediante el conocimiento de su peso en Kilogramos (Kg) y la estatura del paciente en metros (m) mediante la fórmula del IMC [IMC = peso (Kg)/estatura² (m²)], observando así la influencia del IMC en el ACTNM del individuo.

5.5 FUENTES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Esta investigación será realizada en las dependencias de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, ubicada en Angamos 655, Reñaca, Viña del Mar.

Como base para la difusión masiva y el reclutamiento de participantes se emplearán afiches informativos de la investigación a realizar que serán ubicados estratégicamente en los pisos, ascensores y área de alimentación, además del uso de redes sociales, como Facebook, Twitter, WhatsApp e Instagram. Divulgación que se mantendrá por un período de 6 meses. (Anexo N°2)

Una vez que los sujetos a estudiar se contacten por las distintas vías (correo y RRSS) por voluntad propia para participar en el estudio, serán citados en el piso 8 de la torre R2 de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, sede Reñaca. Lugar donde se aplicará, por parte de los investigadores (Sr. Héctor Barría Agüero, Sr. Jorge Castro Rosales y Sr. Franco Risi Moreau), una serie de preguntas para determinar si el sujeto cumple con los criterios de elegibilidad para su participación en el estudio. (Anexo N°3) De cumplirlos, se informará en detalle la naturaleza del estudio y se solicitará que firme el documento de Consentimiento Informado de la Investigación. (Anexo N°5)

A todos aquellos individuos que cumplan con los criterios de elegibilidad y firmen el documento de Consentimiento Informado, se les realizará una encuesta clínica de preguntas, diseñada por un grupo de expertos, en la cual se incluirán información como la edad, sexo, mano dominante y antecedentes de salud relevantes para la investigación, de los participantes (Anexo N°7). A cada una de las correspondientes encuestas se les asignará un número de folio único representativo del participante.

En una segunda fase del estudio, los investigadores (Sr. Héctor Barría Agüero, Sr. Jorge Castro Rosales y Sr. Franco Risi Moreau), realizarán un examen ecográfico de túnel carpiano a cada uno de los estudiantes reclutados, siempre bajo estricta supervisión de la Tecnóloga Médica (TM) Miriam Pasten Ávalos, Tecnóloga con vasta experiencia realizando exámenes ecográficos. El equipo para utilizar corresponde a un ecógrafo de marca Sonoscape, modelo S12. En cuanto al protocolo del examen, este se encuentra detallado en el anexo N°9, una vez tomadas las imágenes ecográficas, estas serán evaluadas

e informadas por el médico radiólogo Dr. Mauricio Canals Lambarri, profesional con cuantiosos años de experiencia informando este tipo de exámenes. Con el informe escrito y la encuesta finalizada se procederá a traspasar la información a una base de datos previamente realizada en una planilla Excel (Anexo N°12) que permitirá una vez finalizado el trabajo de campo, su posterior análisis estadístico.

En el caso de encontrar otro hallazgo significativo, serán derivados al Servicio Médico y Dental de la Universidad de Valparaíso (SEMDA) según flujograma establecido en la investigación. (Anexo N°11).

5.6 PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se construirá una planilla Excel con los datos recolectados. Los datos depurados y en formatos adecuados, serán vaciados en una base de datos del programa estadístico Stata I/C 15.1 y luego se evaluará la pertinencia de los datos en busca de valores incongruentes.

Para el análisis descriptivo de las variables se utilizará adecuados estadísticos de posición, de tendencia central, de dispersión y de frecuencia, tanto absoluta como relativa.

Para responder a cada uno de los objetivos específicos, se obtendrá un estimador puntual del promedio del área de corte transversal del nervio mediano, no se determinará el intervalo de confianza debido a que la selección de la muestra es no probabilística.

Se complementará los resultados gráficamente con tablas y gráficos adecuados.

5.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

En esta investigación se utilizó el libro “*Principles of Biomedical Ethics*”, publicado por los autores Tom L. Beauchamp y James F. Childress en 1979, en el cual se formulan los cuatro principios importantes de la bioética, los cuales son: Beneficencia, No maleficencia, Autonomía y Justicia ⁽⁸¹⁾.

A. Beneficencia: este principio se relaciona con que la acción que se ejecuta sobre el participante trae un beneficio para él, siempre y cuando esté hecho de acuerdo con su voluntad, respetando sus derechos y evitando actos que vayan en perjuicio de su persona.

En esta investigación, se aplican las reglas de beneficencias médicas como lo es proteger y defender los Derechos y Deberes del paciente mediante el cumplimiento de la Ley N°20.584 y en el caso del examen que se realizará el participante, traerá el beneficio indirecto de poder describir el área del nervio mediano más cercana a su realidad, que ayudará en los futuros diagnósticos de una patología de este nervio, a través de una investigación que cumpla con los estándares metodológicos.

B. No Maleficencia: este principio implica el no perjudicar innecesariamente al participante que de cierto modo va relacionado con el principio beneficencia, para que prevalezca el beneficio sobre el perjuicio.

En esta investigación el examen a realizar se hará por medio de la modalidad de ecografía, la cual no utiliza radiaciones ionizantes, sino que se basa en propiedades del ultrasonido.

Debido a lo mencionado en el párrafo anterior, el examen será completamente inocuo y no implica perjuicios para los participantes. Por otro lado, los datos de éstos se mantendrán en completa confidencialidad, sin necesidad de ningún registro. Al momento de la realización del estudio los investigadores entregarán un trato igualitario, sin discriminación y de calidad para cada uno de los participantes.

C. Autonomía: este principio posee un carácter imperativo y se considera como una norma que implica el respeto de la voluntad del participante. Hace referencia a la aceptación de la persona como agente moral responsable y libre de poder tomar sus propias decisiones.

En nuestra investigación, previo a la ejecución examen ecográfico, a cada participante de manera obligatoria se le entregará un consentimiento informado, el cual debe ser leído y firmado por él mismo. El consentimiento informado contiene toda la información necesaria para que así el estudiante pueda decidir si participar o no.

En caso de que el participante en cualquier momento no decida ser parte de este estudio, con previo aviso a los investigadores, sus datos serán eliminados y no utilizados en ninguna circunstancia.

D. Justicia: Este principio determina que los riesgos y beneficios derivados de las investigaciones deberán ser repartidos de forma equitativa en la sociedad, lo que se conoce como justicia distributiva. En el ámbito de la salud, justicia hace referencia a que cada paciente debe ser tratado de la misma forma, sin discriminación alguna entre raza, sexo, nivel socioeconómico u otra condición.

En el estudio, a todos los estudiantes y sin excepciones se les brindará el mismo trato, el cual debe ser digno y sin riesgo alguno para este. Además, todos los participantes por igual tendrán acceso a ser derivados al SEMDA en el caso que la situación así lo amerite.

5.8 FINANCIAMIENTO

Tanto los alumnos tesistas, como los investigadores guía y co-guía, declaran no haber recibido ningún tipo de aporte o recurso monetario para la realización del estudio. Los gastos de esta investigación fueron costeados por los mismos alumnos.

Cabe destacar, que los sujetos participantes tampoco recibieron ningún pago o incentivo económico por colaborar de forma voluntaria en la investigación.

La Carrera de Tecnología Médica de la Universidad de Valparaíso, Casa Central, facilitó las dependencias y el equipo de ultrasonido “Sonoscape S12” para poder llevar a cabo el estudio.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS

6.1 Estadística general de la muestra obtenida.

En el presente ítem se representan las características basales de la muestra, donde se detallan cada uno de los objetivos mediante un análisis descriptivo de las variables estudiadas.

En esta investigación se cumplió con un tamaño muestral de 129 participantes en total, debido a que al tamaño muestral original que correspondía a 118 participantes se le agregó un 10% más con el fin de cubrir la falta de respuesta o rechazo a participar en el estudio.

Se realizó el estudio de manera proporcional entre participantes de sexo masculino y participantes de sexo femenino, con la finalidad de asegurar la representatividad del estudio por sexo en la población estudiada.

Se considera que el valor del ACTNM de la muestra fue obtenida de manera bilateral, y respecto a la dominancia de cada mano se especifica la proporción basal en la Tabla 6.1.

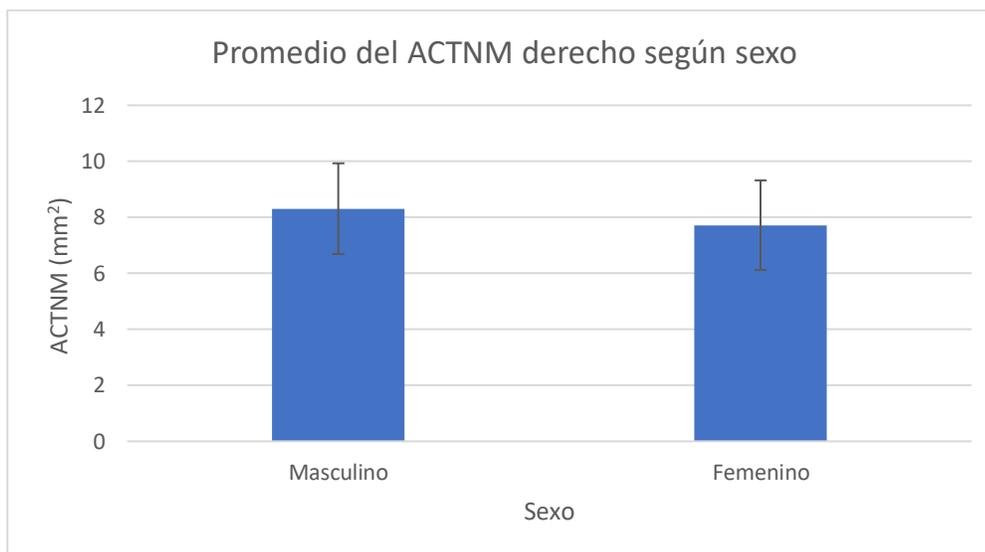
	Participantes n=129
1.Sexo	
• Masculino n, (%)	35, (27,13)
• Femenino n, (%)	94, (72,81)
2.Edad (Años cumplidos) $\bar{x} \pm DS$	20,33 \pm 2,21
3.IMC (Kg/m ²) $\bar{x} \pm DS$	24,66 \pm 4,07
4.Dominancia de la mano	
• Derecha n, (%)	116, (88,92)
• Izquierda n, (%)	13, (10,08)
5.ACTNM (mm ²)	
• Derecho $\bar{x} \pm DS$	7,88 \pm 1,62
• Izquierdo $\bar{x} \pm DS$	8,11 \pm 1,57

TABLA 6.1 Características basales de la muestra de alumnos Facultad de Medicina UV 2019, respecto al presente estudio.

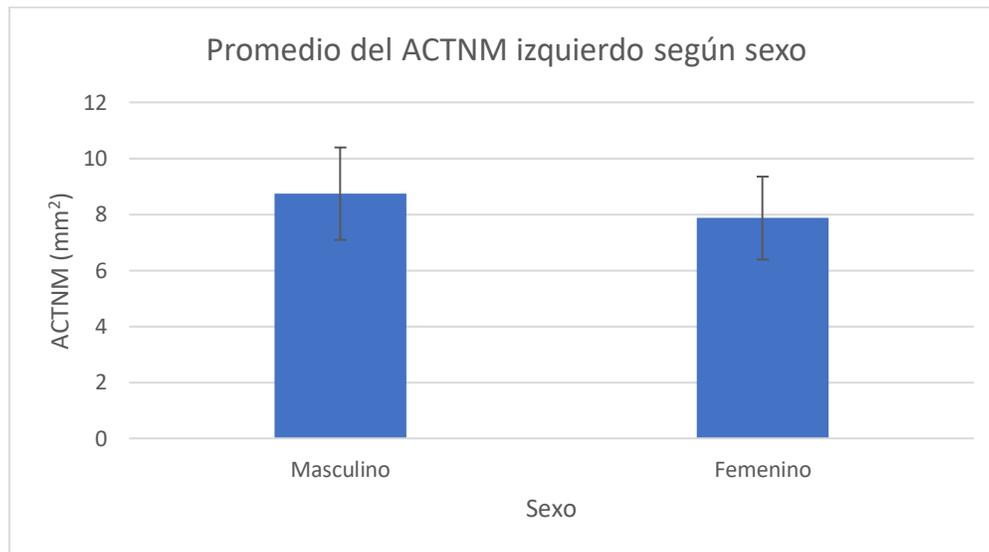
6.1.1 ACTNM según sexo

Al describir el ACTNM según el sexo, se puede observar (Gráfico 6.1) que del 100% del ACTNM de la mano derecha del total de participantes, un 27,13% corresponden al sexo masculino, siendo 35 observaciones en total, estas se encuentran en un rango de 6 a 12 mm² con un promedio de 8,31 mm², y una desviación estándar de 1,62 mm². En cambio, un 72,87% corresponde a sexo femenino siendo 95 observaciones en total, que se encuentran en un rango de 5 a 13 mm² con un promedio de 7,72 mm², y una desviación estándar de 1,60 mm².

GRÁFICO 6.1: *Distribución del ACTNM de la mano derecha según sexo.*

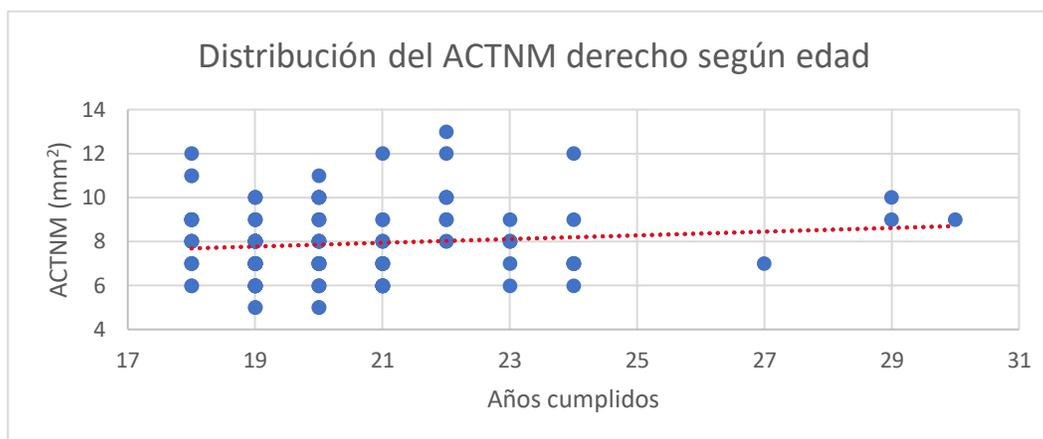
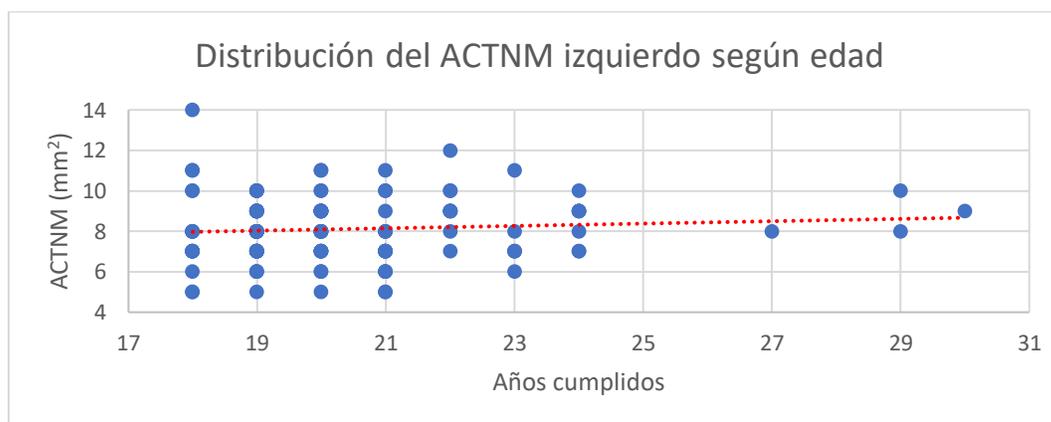


En el 100% del ACTNM de la mano izquierda de los participantes (Gráfico 6.2), según la misma distribución entre sexos, ya mencionada, con lo que respecta el sexo masculino, el rango se encuentra de 5 a 14 mm², con un promedio de 8,74 mm², y una desviación estándar de 1,65 mm². En el sexo femenino, el rango se encuentra de 5 a 12 mm² con un promedio de 7,87 mm², y una desviación estándar de 1,48 mm².

GRÁFICO 6.2: *Distribución del ACTNM de la mano izquierda según sexo.*

6.1.2 ACTNM según edad

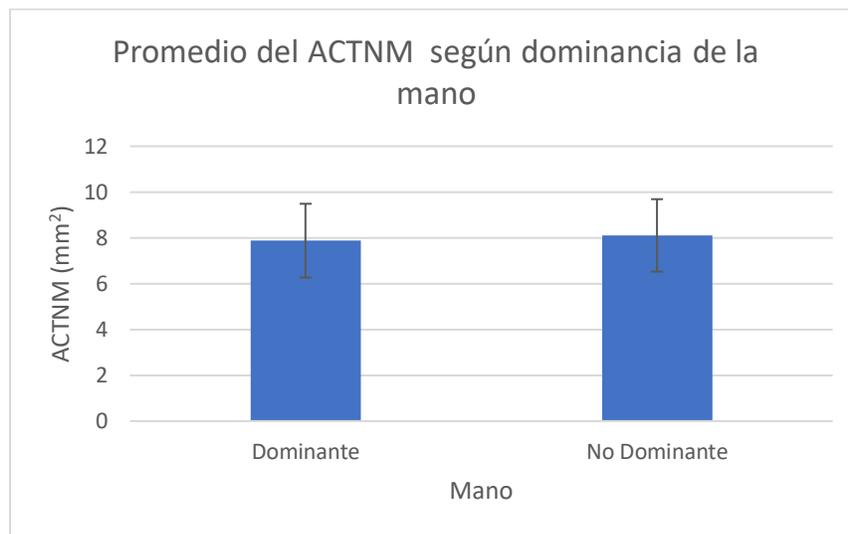
Al describir el ACTNM según la edad, se puede observar tanto en el gráfico 6.3 como en el gráfico 6.4, presentan una distribución no lineal de los datos, y además se visualiza que la mayor concentración de datos se encuentra entre los 18 y 24 años, independientemente del valor del ACTNM representado en los participantes. En los gráficos mencionados anteriormente, cabe señalar que existe superposición de datos debido a que las medidas de ACTNM entregadas por el ecógrafo corresponden a valores exactos en mm² (números enteros), y la edad fue obtenida en años cumplidos a través de la encuesta clínica (variable discreta).

GRÁFICO 6.3: *Distribución del ACTNM en la mano derecha según edad.***GRÁFICO 6.4:** *Distribución del ACTNM en la mano izquierda según edad.*

6.1.3 ACTNM según dominancia de la mano

Al describir el ACTNM según la dominancia ambas manos, tanto dominante como no dominante presentan la misma cantidad de observaciones. En el caso del ACTNM según mano dominante, el rango se encuentra entre los valores 5 – 13 mm², con un promedio 7,88 mm² y una desviación estándar 1,61 mm². Por otro lado, en el ACTNM según mano no dominante, el rango se entra entre los valores 5-14 mm², con un promedio 8,11 mm² y una desviación estándar 1,58 mm².

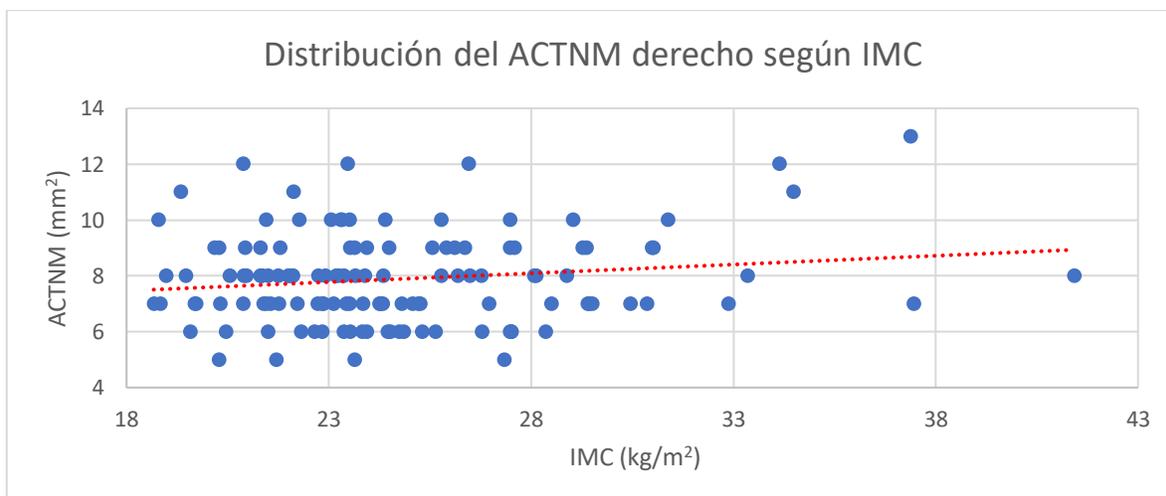
GRÁFICO 6.5: *Distribución del ACTNM según dominancia de la mano.*



6.1.4 ACTNM según IMC

Al describir el ACTNM según IMC, se puede observar que el gráfico 6.6 y 6.7 presentan una distribución no lineal de los datos, y además se puede visualizar que la mayor concentración de datos se encuentra en el rango de IMC de 18,5 a 29,9 (Kg/m²), independientemente del valor del ACTNM representado en los participantes.

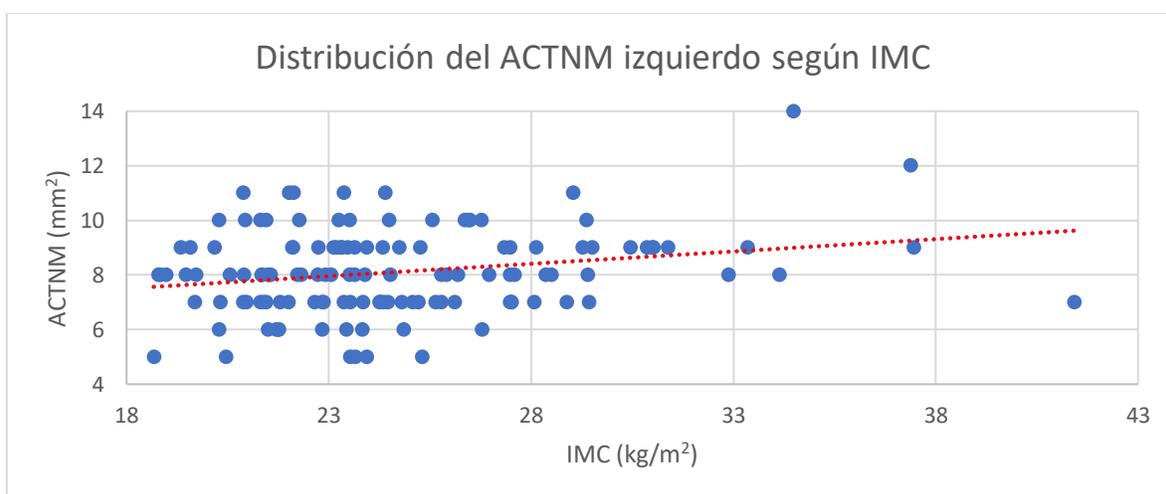
GRÁFICO 6.6: *Distribución del ACTNM de la mano derecha según IMC.*



Rango de IMC (Kg/m ²)	Promedio ACTNM (mm ²)	Desviación estándar (mm ²)	Frecuencia
Normal (18,5 a 24,9)	7,76	± 1,54	82
Sobrepeso (25 a 29,9)	7,80	± 1,53	35
Obesidad I (30 a 34,9)	8,88	± 1,83	9
Obesidad II (35 a 39,9)	10,00	± 4,24	2
Obesidad III (40 a 49,9)	8,00	± 0,00	1
Total	7,88	± 1,62	129

TABLA 6.2 ACTNM según rango de IMC de la mano derecha.

GRÁFICO 6.7: Distribución del ACTNM de la mano izquierda según IMC.



Rango de IMC (Kg/m ²)	Promedio ACTNM (mm ²)	Desviación estándar (mm ²)	Frecuencia
Normal (18,5 a 24,9)	7,91	± 1,54	82
Sobrepeso (25 a 29,9)	8,14	± 1,35	35
Obesidad I (30 a 34,9)	9,33	± 1,80	9
Obesidad II (35 a 39,9)	10,5	± 2,12	2
Obesidad III (40 a 49,9)	7,00	± 0,00	1
Total	8,10	± 1,57	129

TABLA 6.3 ACTNM según rango de IMC de la mano izquierda.

CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN

El STC se presenta debido a un atrapamiento del NM a través de su paso por el TC, siendo una de las neuropatías más pesquisadas de esta índole. El diagnóstico por medio de US es sencillo, rápido, no invasivo, más económico y con la posibilidad de ser dinámico en tiempo real respecto a otros métodos diagnósticos como son la RM y la ECM.

Considerando las diferencias morfológicas del NM en su paso por el TC, el índice que actualmente se utiliza para identificar una anomalía del NM es el ACTNM y se realiza en el TC proximal, es decir, a la altura del hueso pisiforme. Sin embargo, se observa una disparidad entre los valores del ACTNM para determinar la presencia del STC presentados en los diferentes estudios realizados por investigadores en distintas partes del mundo.

Buchberger y compañía ⁽⁵⁾ fueron los primeros en describir los hallazgos imagenológicos característicos del STC a través del US y la RM. Realizó un estudio con 20 muñecas de 18 adultos con clínica del STC, también estudió 28 muñecas de 25 pacientes adultos afectados de STC, y 28 muñecas de 14 adultos asintomáticos. Hay que tener en consideración de que estos estudios se realizaron en Innsbruck, Austria.

En su estudio a través de US, los resultados de las mediciones del ACTNM a nivel del TC proximal fueron:

- Participantes asintomáticos, una media de 8,1 mm² con una desviación estándar (DS) de 1,3 mm².
- Participantes con clínica del STC, una media de 14,5 mm² con una DS de 3,8 mm².
- Participantes afectados del STC, una media de 19,4 mm² con una DS de 7,1 mm².

Estas medidas se encuentran en el “Atlas De Medidas Radiológicas – Theodore E. Keats”, ⁽³⁾ el cual es la fuente bibliográfica de los radiólogos para diagnosticar el STC en los pacientes, a través de la medida del ACTNM a nivel del TC proximal determinada por US.

Hay que tener en cuenta que los valores estandarizado del ACTNM fueron obtenidos en muestras de población de origen anglosajón, por lo que no se consideraron las diferencias antropométricas entre los distintos grupos humanos, tampoco se contempló si existe una diferencia del valor del ACTNM considerando diferentes variables como el sexo, IMC, edad, o entre el valor del ACTNM de la mano dominante en relación con su contralateral. Por lo que podría suceder, a modo de ejemplo, que un ACTNM aumentado en una mujer latina pudiera considerarse dentro de los valores normales para una mujer inglesa o alemana, y el resultado constituir un falso negativo. Posterior al estudio realizado por Buchberger ⁽⁵⁾, otros investigadores siguieron estudiando el valor del ACTNM, los cuales fueron medidos en muestras de determinadas poblaciones de diversas partes del mundo (Tabla 7.1).

Cabe destacar que a nivel nacional la información referente a los valores del ACTNM que presenta la población y la descripción del ACTNM según las variables investigadas, tal como: el sexo, la edad, la dominancia de la mano y el IMC, se encuentra limitada.

En el presente estudio, los valores del ACTNM difieren a los presentados por los otros investigadores. Por una parte estos son menores a los valores de las investigaciones realizadas por Buchberger en Austria ⁽⁵⁾, Sanz-Reig en España ⁽⁸²⁾, Lee en Estados Unidos ⁽⁴²⁾, Wiesler también en Estados Unidos ⁽⁸³⁾, Nakamichi en Japón ⁽⁸⁴⁾, Yi-Wei Chang en la República de China ⁽⁸⁵⁾, Kele en Alemania ⁽⁸⁶⁾, Ooi en Singapur ⁽⁸⁷⁾, y Nicola Massy-Westropp en Australia ⁽⁸⁸⁾. En cambio, estos son mayores a los de las investigaciones realizadas por Kotevoglou en Turquía ⁽⁸⁹⁾, Duncan en Australia ⁽⁹⁰⁾, y Sabag en México ⁽³⁾. Las investigaciones que presentan un valor similar al del presente estudio, son las realizadas por Kim en Corea del Sur ⁽⁹¹⁾, Ziswiler en Suiza ⁽⁹²⁾, y Yesildag en Turquía ⁽⁹³⁾

<i>Estudio</i>	<i>Cantidad de participantes</i>	<i>Promedio ACTNM (mm²) ± DS</i>
Buchberger (5); Austria	14	8,1 ± 1,3
Duncan (90); Australia	36	7,0 ± 1,0
Ziswiler (92); Austria	13	7,9 ± 1,8
Sanz-Reig (82); España	25	8,7 ± 2,0
Kele (86); Alemania	33	8,6 ± 1,0
Wiesler (83); EE.UU	43	9,0 ± 2,0
Yesildag (93); Turquía	45	7,8 ± 1,6
Kotevoglu (89); Turquía	14	6,46 ± 0,72
Nakamichi (84); Japón	200	8,8 ± 1,6
Yi-Wei Chang (85); China	32	8,8 ± 2,2
Ooi (87); Singapur	15	8,6 ± 1,0
Kim (91); Corea del Sur	19	7,9 ± 1,3

TABLA 7.1 Investigaciones que representan el valor ACTNM de su muestra.

Con respecto al valor del ACTNM según sexo de la muestra del presente estudio, el promedio del ACTNM del sexo masculino es mayor al promedio del ACTNM del sexo femenino. Considerando la diferencia existente en el valor del ACTNM según sexo, se procedió a realizar la prueba U de Mann-Whitney, demostrando que existe una diferencia significativa entre ambos sexos en el valor del ACTNM ($p < 0,05$).

La investigación realizada por Sabag en México, ⁽³⁾ también indica que existe una diferencia significativa del ACTNM según el sexo del participante en una muestra asintomática del STC, siendo mayor el promedio del ACTNM del sexo masculino que el valor promedio del ACTNM del sexo femenino. Por otro lado, la investigación realizada por Massy-Westropp en Australia, ⁽⁸⁸⁾ y de Lee en Estados Unidos, ⁽⁴²⁾ dan como resultado que el valor promedio del ACTNM en el sexo femenino es mayor al valor promedio del ACTNM en el sexo masculino de los participantes. Cabe destacar que, en ambos estudios, Massy-Westropp y Lee (Tabla 7.2), donde arrojan un valor promedio del ACTNM mayor en mujeres que en hombres, la muestra utilizada fue considerablemente acotada.

Estudio	Promedio ACTNM (mm ²) según sexo \pm DS		Cantidad de participantes según sexo	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Sabag ⁽³⁾ ; México	7,2 \pm 1,8	6,3 \pm 1,5	50	50
Lee ⁽⁴²⁾ ; EE.UU	8,3 \pm 1,9	9,3 \pm 2,2	13	15
Massy – Westropp ⁽⁸⁸⁾ ; Australia	10,0 \pm 3,0	11,0 \pm 3,0	21	19

TABLA 7.2 Investigaciones que representan el valor ACTNM por sexo.

De acuerdo con el presente estudio, con respecto a los valores de ACTNM según la edad de los participantes de la muestra, se observó una distribución no lineal de los datos, hay que tomar en consideración que la población está delimitada a alumnos universitarios que se encuentran mayoritariamente en un rango de edad entre 18 y 24 años. A través de la correlación de Spearman se determinó que no existe una asociación entre el valor del ACTNM según la edad ($r \approx 0$). La investigación realizada por Sabag en México⁽³⁾, determina que no existe una asociación entre el ACTNM y la edad, teniendo en consideración que el rango de edad utilizado en su muestra fue mayor.

A lo que refiere el valor del ACTNM en la muestra del presente estudio según dominancia de la mano, independientemente si la dominancia corresponde a la mano derecha o la mano izquierda, cabe señalar que el promedio del ACTNM es mayor en la mano no dominante que el valor de la mano dominante. Se determinó a través de la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas, que no existe una diferencia significativa entre el valor del ACTNM de la mano dominante en relación con el valor del ACTNM de la mano no dominante ($p > 0,05$). La investigación realizada por Ziswiler en Suiza⁽⁹²⁾ y la de Sabag en México⁽³⁾ determinan de que no existe una relación significativa en valor del ACTNM entre la mano derecha y la mano izquierda. Además del presente estudio, ningún otro realiza una relación entre el valor del ACTNM entre la mano dominante y la no dominante.

Con respecto a los valores del ACTNM según el IMC de los participantes de la muestra, los datos se concentran mayoritariamente en un rango de IMC entre el peso normal y el sobrepeso, encontrándose resultados aislados de algunos participantes en que el IMC sobrepasa el valor de 29,9 con un valor del ACTNM entre 12 y 14 mm², si bien se consideran casos aislados por ser 2 participantes, el valor de ACTNM se acerca al rango

máximo encontrado de esta medida. Por medio de la correlación de Spearman se determinó que no existe una asociación entre el valor del ACTNM según el IMC ($r \approx 0$). En estudios inferenciales, como por ejemplo, el estudio realizado en la república de China, según Yi-Wei Chang (85), en el cual se consideró significativa la relación entre IMC y ACTNM, siendo altamente significativa en pacientes con STC.

Si bien, la realización de las pruebas estadísticas no paramétricas mencionadas anteriormente no son parte de los objetivos del estudio, su realización se consideró de interés como información complementaria con el propósito de comprobar estadísticamente la relación de estas determinadas variables sobre el ACTNM.

Además, se consideró incluir la descripción del ACTNM de los participantes con ciertos factores que podrían influir en este valor, pero que debido a las limitantes del presente estudio al ser de tipo descriptivo no probabilístico, no se agregaron en el apartado de resultados propiamente tal; dentro de estos factores se encuentran:

Hipotiroidismo: Se presentaron 5 casos de hipotiroidismo en los participantes de la muestra, en éstos la media del ACTNM derecho es de $8,2 \text{ mm}^2$, media del ACTNM izquierdo es de $7,6 \text{ mm}^2$.

Diabetes: Se presentó 1 caso de diabetes en los participantes de la muestra, en éste el valor del ACTNM derecho es de 9 mm^2 , el valor del ACTNM izquierdo es de 8 mm^2 .

Fractura antigua de muñeca: Se presentaron 4 casos de fracturas antigua de muñeca en los participantes de la muestra, 1 caso de fractura en la muñeca derecha, en este caso el valor de ACTNM corresponde a 8 mm^2 ; y 3 casos de fracturas en la muñeca izquierda, en éstos la media del ACTNM es de $7,7 \text{ mm}^2$.

Sintomatología del STC: Se presentaron 41 casos de sintomatología del STC en los participantes de la muestra, de los cuales 33 son unilateral y 8 son bilateral. En los casos de sintomatología del STC de la mano derecha la media del ACTNM es de $7,9 \text{ mm}^2$, y en los casos sintomatología del STC de la mano izquierda la media del ACTNM es de $8,8 \text{ mm}^2$.

Signo de Tinel y/o signo Phalen positivo: Se presentaron 13 casos de signo de Tinel y/o signo Phalen positivo en los participantes de la muestra, de los cuales 5 son unilateral y 8 son bilateral. En los casos de signo de Tinel y/o signo Phalen positivo de la mano derecha

la media del ACTNM es de 8,1 mm², y en los casos signo de Tinel y/o signo Phalen positivo de la mano izquierda la media del ACTNM es de 7,9 mm².

Nervio bífido: Se presentaron 8 casos de nervio bífido en los participantes de la muestra, de los cuales 5 son unilateral y 3 son bilateral, en todos estos se observó la presencia de la arteria mediana persistente. En los casos de nervio bífido derecho la media del ACTNM es de 7,8 mm², y en los casos de nervio bífido izquierdo la media del ACTNM es de 7,5 mm².

Los participantes que presentan sintomatología del STC o signo de Tinel y/o Phalen positivo en el presente estudio, se describen valores del ACTNM considerablemente menores a los presentados como patológicos del STC por otros investigadores⁽³⁾⁽⁴²⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁹⁰⁾⁽⁹²⁾⁽⁸²⁾⁽⁸⁶⁾⁽⁸³⁾⁽⁹³⁾⁽⁸⁹⁾⁽⁸⁵⁾⁽⁸⁸⁾⁽⁸⁷⁾. Lo anterior puede ser explicado debido a que en casos con un inicio precoz de síntomas en los que no se detectan cambios morfológicos en el NM, por lo que un ACTNM normal no excluye el diagnóstico de neuropatía.⁽⁴⁵⁾

Por otro lado, el hecho de haber descrito el valor del ACTNM en los participantes que presentan ciertos factores de riesgo para el STC como lo son: diabetes, hipotiroidismo, fractura antigua de la muñeca, nervio bífido, otorga una descripción más completa de los valores del ACTNM de una muestra en particular, ya que los factores de riesgo señalados por lo general son considerados como criterios de exclusión para la realización del estudio en las otras investigaciones,⁽³⁾⁽⁹⁴⁾⁽⁹⁵⁾⁽⁹³⁾ por lo que no se realiza la descripción del ACTNM en estos casos particulares; aunque la investigación de Beekman⁽⁹⁶⁾ sí consideró a los participantes con estos factores de riesgo para la descripción del ACTNM en su muestra, ya que estimó con la inclusión de estos factores que se agregaría un valor extra a su investigación.

También se consideró incluir externamente al apartado de los resultados debido a las limitaciones del estudio, los valores del ACTNM de un sub-grupo de participantes que no presentaran ciertos factores de riesgo del STC como hipotiroidismo, diabetes, fractura antigua de muñeca, nervio bífido, y que tampoco presentaran sintomatología del STC o signo de Tinel y/o Phalen positivo; siendo 69 casos en total, 21 participantes de sexo masculino y 48 participantes de sexo femenino. En este sub-grupo el promedio del ACTNM derecho fue de 7,77 mm² con una DS de 1,48 mm², y promedio del ACTNM

izquierdo fue de 7,99 mm² con una DS de 1,54 mm². Los valores del ACTNM de este subgrupo prácticamente no varían con respecto a los del total de la muestra.

7.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Respecto a las limitaciones de este estudio de investigación, según la metodología que se utilizó, se evidencia que los resultados obtenidos no son completamente representativos de la población estudiada, ya que el muestreo que se utilizó no fue probabilístico, sino que se efectuó un muestreo no probabilístico autoseleccionado, esto es debido a que la población de alumnos de la Universidad de Valparaíso de la Facultad de Medicina, asisten a prácticas profesionales, pasantías u otras actividades que podrían impedir su asistencia, dando lugar a unidades fuera de cobertura. Por lo tanto, los resultados de esta investigación no pueden ser utilizados en generalizaciones respecto de toda la población.

7.3 RECOMENDACIONES

En cuanto a estudios de investigación posteriores, ya sean en relación o con base de esta investigación, se espera que la técnica de muestreo que se utilice sea aleatoria, ya que de esta manera se podrá asegurar representatividad de toda la muestra por los datos obtenidos en relación con la población a estudiar. De esta forma, se podría realizar una investigación de tipo analítica, para establecer de manera fidedigna la asociación estadística entre las variables de este estudio.

Se recomienda aumentar el rango de edad de la muestra, con el objetivo de estudiar el comportamiento no tan solo de individuos jóvenes, sino que también considerar una muestra cercana la edad promedio de personas que suelen ser afectadas por STC según la literatura, con el fin de determinar una medida de ACTNM con mayor representatividad y/o categorizada según rango etarios.

Además, con finalidad de describir la influencia del IMC en el valor del ACTNM, sugerimos incluir en la muestra participantes de un rango más amplio y equitativo de este índice, con el fin de lograr una mayor representatividad en investigaciones posteriores.

Por último, en relación con la cantidad de participantes de sexo masculino y femenino que fueron seleccionados, se aconseja para estudios posteriores utilizar una proporción similar entre ambos sexos, con el objetivo de asegurar una mayor representatividad entre el sexo y el valor del ACTNM.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIÓN

El valor del ACTNM medido por US se ha establecido como un método de diagnóstico imagenológico útil para determinar la presencia del STC, debido tanto a su alta sensibilidad y especificidad, como por su inmediatez, accesibilidad e inocuidad, respecto a otras técnicas. Es por este motivo que varios investigadores han descrito el valor del ACTNM en poblaciones de diversas partes del mundo, no existiendo un consenso claro respecto a los valores precisos de esta medida, ni tampoco la influencia de ciertos factores que podrían afectar este valor.

El presente estudio realiza un gran aporte al otorgar la descripción de los valores del ACTNM de una muestra no tan acotada de una población adulta joven universitaria y en un contexto nacional, considerando como variables de interés el sexo, la edad, la dominancia de la mano y el IMC.

El valor total del ACTNM en la mano derecha ($7,88 \pm 1,62 \text{ mm}^2$) es menor al de la mano izquierda ($8,11 \pm 1,57 \text{ mm}^2$). Los valores del ACTNM en el sexo masculino ($8,31 \pm 1,65 \text{ mm}^2$ en la mano derecha y $8,74 \pm 1,65 \text{ mm}^2$ en la mano izquierda) son mayores a los del sexo femenino ($7,72 \pm 1,60 \text{ mm}^2$ en la mano derecha y $7,87 \pm 1,48 \text{ mm}^2$ en la mano izquierda). Los valores del ACTNM según la edad, se concentran mayormente entre los 18 y 24 años, presentando una distribución de datos no lineal entre estas variables, tanto en la mano derecha como en la mano izquierda. En el caso de la mano dominante el valor del ACTNM ($7,88 \pm 1,61 \text{ mm}^2$) es menor al de la mano no dominante ($8,11 \pm 0,58 \text{ mm}^2$). Los valores del ACTNM según el IMC con un peso normal: en la mano derecha el valor es $7,76 \pm 1,54 \text{ mm}^2$ y en la mano izquierda $7,91 \pm 1,54 \text{ mm}^2$; sobrepeso: en la mano derecha el valor es $7,80 \pm 1,53 \text{ mm}^2$ y en la mano izquierda $8,14 \pm 1,35 \text{ mm}^2$; obesidad tipo I: en la mano derecha el valor es $8,88 \pm 1,83 \text{ mm}^2$ y en la mano izquierda $9,33 \pm 1,80 \text{ mm}^2$; obesidad tipo II: en la mano derecha el valor es $10,00 \pm 4,24 \text{ mm}^2$ y en la mano izquierda $10,50 \pm 2,12 \text{ mm}^2$; obesidad tipo III: en la mano derecha el valor es $8,00 \pm 0 \text{ mm}^2$ y en la mano izquierda $7,00 \pm 0 \text{ mm}^2$, presentándose una distribución de datos no lineal entre ambas variables.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

1. Aldecoa Llauradó J. Control Por Ecografía De Alta Definición De Los Cambios Morfológicos Del Nervio Mediano Tras Su Liberación Quirúrgica En El Síndrome Del Túnel Cardíaco. 2009. 1–248 p.
2. Almejo LL. www.medigraphic.org.mx www.medigraphic.org.mx Síndrome del túnel del carpo. 2014;10:34–45.
3. Sabag-Ruiz E, Higuera-Lugo CO, Ornelas-Aguirre JM, Gómez-Alcalá AV. The cross-sectional area of the median nerve by sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome | Determinación ultrasonográfica del área de corte transversal del nervio mediano en síndrome del túnel carpiano. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2009;47(3):271–6. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2009/im093g.pdf>
4. Theodore E. Keats CS. Atlas de Mediciones Radiológicas. MOSBY - DOYMA; 2002. 624 p.
5. W. Buchberger, MD, • G. Schon, MD, • K. Strasser, MD, " W. Jungwirth M. High-resolution Ultrasonography of the Carpal Tunnel. Am Inst Ultrasound Med. 1991;531–7.
6. Marcela J, Cure Q, Guillermo F, Badillo L, Carlos J, Suárez M. Diagnóstico por imagen del túnel del carpo. 2006;
7. Cristina G, Parra G, Fernando A, Eslava G, Artunduaga AG. Revisión actualización Síndrome del túnel del carpo. Morfolia. 2009;3:11–23.
8. Rios ST, Ramirez PAP, Calvo CP, Calvente SLM. Anatomía de la Muñeca y Mano : ATLAS RADIOLÓGICO Objetivo docente. 2012;1–50.
9. Ventura Rios L. Manual de ecografía musculoesquelética. Madrid: Panamericana; 2013. 210 p.
10. Latarjet, Liard R. Anatomía Humana. Cuarta Edi. Buenos Aires: Panamericana; 2005. 873 p.
11. Compendio de Anatomía Descriptiva de L.Testut 22º Edicion.pdf.
12. Netter F. Atlas de anatomía humana. Quinta Edi. Barcelona: Elsevier; 2011.

13. Martínez López Luis Gutiérrez Sánchez José Alejandro Pagan Conesa Dra Regina Domingo Fernández José David Coves Mojica Jorge Juste Díaz F. Guía Para El Abordaje De La Mano Dolorosa Síndrome Del Túnel Carpiano. Available from: www.guiasdnl.com
14. Arango Jaramillo E, Buitrago Cifuentes L, Maya Lopera C, Portillo Gómez S, Uribe Londoño J, Vásquez Trespalacios E. Síndrome del túnel del carpo: aspectos clínicos y su relación con los factores ocupacionales. *Rev CES Salud Pública*. 2012;3(2):210–8.
15. Dammers JW. Síndrome Túnel Carpiano. *Rev Habanera Ciencias Médicas* [Internet]. 2014;13(5):728–41. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v13n5/rhcm10514.pdf>
16. Hidalgo D. Síndrome del túnel carpal. *215*. 2012;10(604):523–8.
17. Alvarado CS, Arce A. Revisión sistemática de tratamientos fisioterapéuticos con mejor evidencia para el síndrome del túnel carpiano. *Rev la Soc Esp del Dolor*. 2008;15(7):475–80.
18. Pruzzo MPV, Idiáquez JF, Jara P, Pino F, Cárcamo M, Cavada G, et al. Descripción electrofisiológica del síndrome de túnel carpiano según edad en pacientes adultos. *Rev Med Chil*. 2017;145(10):1252–8.
19. Gómez-Conesa A, Serrano-Gisbert MF. Síndrome del túnel del carpo. *Fisioterapia*. 2004;26(3):170–85.
20. Premier P. Información para los medios : Enfermedades cardiovasculares y tratamientos eficaces ; Stents coronarios farmacoactivos (con. 2008;
21. Síndrome del túnel carpiano en deportistas en sillas de ruedas. 2012;
22. Aguirre FB. Osteopatía. 2011;6(1):35–43.
23. Rab M, Schro KF. Article in Press Carpal Tunnel Syndrome : a Question of Hand and Wrist Configurations ? *J Hand Surg Am*. 2004;29B(4):321–4.
24. Puchalski P, Szlosser Z, Żyluk A. Familial occurrence of carpal tunnel syndrome. *Neurol Neurochir Pol*. 2019;53(1):43–6.
25. Cardona C, Camilo J, González R, Mario J, Enfoque C. Síndrome del Túnel del Carpo. Enfoque y manejo. *Med UPB*. 2005;24(1):29–37.

26. Volumen V, Viii V. Volumen VII -Número 4/2009 Artrosis cervical Volumen VIII - Número 1/2010 Reparación y regeneración del cartílago articular: fundamentos y técnicas quirúrgicas Tratamiento quirúrgico del síndrome del túnel carpiano. 2014;
27. Funcionalidad de la mano en pacientes post operados de lesiones neurotendinosas en la zona V flexora ". 2010;
28. Socolovsky M, Di Masi G, Campero A. Conceptos actuales en la cirugía de los nervios periféricos: Parte III: ¿cuándo se debe operar un nervio lesionado? Rev argentina Neurocir. 2007;21(2):0-0.
29. Gómez JG, Cortés PH. Tratamiento de las lesiones de los nervios periféricos. Tendencias actuales del tratamiento quirúrgico TREATMENT OF PERIPHERAL NERVES INJURIES. TRENDS IN SURGICAL TREATMENT. 2012;97(123321).
30. Velarde PU. Lesiones de Nervios Periféricos en Miembro Superior. Horiz Med (Barcelona). 2010;10(1):68-72.
31. 27 Protocolo de referecia y contrarreferencia en el STC hospital san jose.pdf.
32. Bueno-Gracia E, Haddad-Garay M, Tricás-Moreno JM, Fanlo-Mazas P, Malo-Urriés M, Estébanez-de-Miguel E, et al. Validez diagnóstica de la ecografía en el síndrome del túnel carpiano. Rev Neurol. 2015;4(3).
33. Bp R. Hallazgos ultrasonográficos más frecuentes en el síndrome de túnel del carpo Most common ultrasound findings in carpal tunnel syndrome. Rev Mex Radiol. 2015;371-6.
34. Gomez M. Cómo diagnosticar el síndrome del túnel carpiano. Med Gen Y Fam [Internet]. 2013;2(8):244-7. Available from: http://mgyf.org/wp-content/uploads/2017/revistas_antes/V2N8/V2N8_244_247.pdf
35. Analysis AE. When is the Phalen ' s Test of Diagnostic Value : J Clin Neurophysiol. 2009;26(2):132-3.
36. Cerda A, Contreras S. Síndrome del Túnel Carpiano en el Embarazo. Rev Hosp Univ Chile [Internet]. 2015;26:24-116. Available from: https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/707.pdf%0Ahttps://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/sindrome_tunel_carpeano.pdf

37. B JG. Síndrome del túnel carpiano . Evaluación clínica y ayudas diagnósticas. 2008;
38. Ibrahim I. Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Recent Literature. *Open Orthop J* [Internet]. 2012;6(1):69–76. Available from:
<http://benthamopen.com/ABSTRACT/TOORTHJ-6-69>
39. López-Monsalve AP, Rodríguez-Lozano AM, Ortiz-Corredor F. Confiabilidad de los estudios de neuroconducción en el síndrome de túnel carpiano. *Rev Salud Pública*. 2017;19(4):506–10.
40. Andreisek G, Crook DW, Burg D, Marincek B, Weishaupt D. Peripheral neuropathies of the median, radial, and ulnar nerves: MR imaging features. *Radiographics*. 2006;26(5):1267–87.
41. Fowler JR, Gaughan JP, Ilyas AM. The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1089–94.
42. Lee D, Van Holsbeeck MT, Janevski PK, Ganos DL, Ditmars DM, Darian VB. Diagnosis of carpal tunnel syndrome: Ultrasound versus electromyography. *Radiol Clin North Am*. 1999;37(4):859–72.
43. Martinoli C, Bianchi S, Gandolfo N, Valle M, Simonetti S, Derchi LE. US of Nerve Entrapments in Osteofibrous Tunnels of the Upper and Lower Limbs. *RadioGraphics* [Internet]. 2000;20(suppl_1):S199–217. Available from:
http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiographics.20.suppl_1.g00oc08s199
44. Galve MIM, Alriols AA, Rios ADDELOS. Ecografía de la muñeca y la mano Objetivo docente. 2014;1–36.
45. Bianchi S, Martinoli C. Ecografía Musculoesquelética. LIBROS M, editor. Madrid; 2014. 928 p.
46. Hospital T, Volume E. RESTRICTED M O T I O N O F T H E M E D I A N N E R V E I N C A R P A L T U N N E L S Y N D R O M E. 1995;(Fig 2).
47. Wong SM, Griffith JF, Hui ACF, Lo SK, Fu M, Wong KS. Carpal tunnel syndrome: Diagnostic usefulness of sonography. *Radiology*. 2004;232(1):93–9.

48. Peiteado López D, Heras CB, Mendieta EDM, Pérez SS, Canitrot AU, Mola EM. Validez y utilidad de la ecografía en el síndrome del túnel carpiano. *Reumatol Clin*. 2008;4(3):100–6.
49. Verdugo RJ, Salinas RA, Castillo JL, Cea JG. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;(4).
50. Gómez Conesa A, Serrano Gisbert M. Síndrome del túnel del carpo Carpal tunnel syndrome. *Fisioterapia*. 2004;26(3):170–85.
51. Encinas-Cano P, Nin-Ribas E. Síndrome de túnel carpiano. Estudio prospectivo pre y posquirúrgico. *Rehabilitacion*. 2010;44(1):40–5.
52. Pineda C, Bernal A, Espinosa R, Hernández C, Marín N, Peña AH, et al. Principios Físicos Básicos del Ultrasonido. *Rev chil Reum [Internet]*. 2009;25(2):60–6. Available from: <http://www.seum-ecuador.com/pdfs/principios.pdf>
53. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Johnson J-AM. Rumack, C.M., *Ecografía diagnóstica*, 2 vols. 3a ed. España E, editor. 2011. 1–210 p.
54. Villaseñor CP, Palacios MM, González AB. www.medigraphic.org.mx Principios físicos básicos del ultrasonido. 2012;25–34. Available from: <http://www.medigraphic.com/rid>
55. Garrido P, Castellano J. *Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico*. Semergen. 2007;33(7):362–9.
56. Center NER. NDT Resource Center [Internet]. 2014. Available from: <https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Ultrasonics/Physics/refractionsnells.htm>
57. Gironés Muriel A. Principios Básicos De Ecografía Clínica. 2012;1–37. Available from: <http://ultradissection.com/PDFapuntes/Principios fisicos.pdf>
58. Kossoff G. Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. *World J Surg*. 2000;24(2):134–42.

59. Díaz-Rodríguez N, Garrido-Chamorro RP, Castellano-Alarcón J. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *Semer - Med Fam* [Internet]. 2007;33(7):362–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1138359307739163>
60. Abuhamad A. *Ultrasonido en obstetricias y ginecologia: Un abordaje práctico*. 2014.
61. Frankel HL, De Boisblanc BP. Bedside procedures for the intensivist. *Bedside Proced Intensivist*. 2010;(July 2010):1–341.
62. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. *Curso teórico práctico de ecografía - SESEGO. 2º Edición*. Madrid; 2012. 279 p.
63. Serafin-Król M, Maliborski A. Diagnostic errors in musculoskeletal ultrasound imaging and how to avoid them. *J Ultrason*. 2017;17(70):188–96.
64. Mirjan M. Nadrljanski, Bell DDJ. Piezoelectric effect [Internet]. *Piezoelectric effect*. 2019 [cited 2019 Apr 29]. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/piezoelectric-effect>
65. Hofer M. *Curso básico de ecografía : manual de iniciación*. 2008. p. 115.
66. Cartwright MS, Shin HW, Passmore L V., Walker FO. Ultrasonographic reference values for assessing the normal median nerve in adults. *J Neuroimaging*. 2009;19(1):47–51.
67. Inc K. DIAGNOSTIC ULTRASOUND MACHINES FOR SALE [Internet]. 2019. Available from: <https://www.ultrasound-machine.com/products/l745-linear-array-transducer-probe-for-sonoscape-a6-ultrasound-scanner-5-10mhz>
68. De La Fuente R, Altermatt F. Conceptos Basicos de US aplicada a Anest Regional. *Rev chil Anest*. 2009;38:39–45.
69. Ng A, Swanevelder J. Resolution in ultrasound imaging. *Contin Educ Anaesthesia, Crit Care Pain*. 2011;11(5):186–92.
70. Bates J. *Manual of diagnostic ultrasound*. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 1996;22(6):767. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0301562996881841>

71. Vargas A, Amescua-Guerra LM, Bernal MA, Pineda C, Subdirector V. Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. *Acta Ortopédica Mex* [Internet]. 2008;22(6):361. Available from: www.medigraphic.com
72. A CS, G AB, M RE, D CH, A NM, A AHP. Artefactos en Ecografía Musculoesquelética. 2014;(August).
73. Brito M. Anisotropy [Internet]. *Radiopaedia*. 2003. p. 1–18. Available from: <https://radiopaedia.org/cases/anisotropy>
74. Wrist III, Bianchi S, Bueno SA, Cohen EM, Corte-payen M, Andrew D, et al. Directrices técnicas.
75. Siegert JL, Simic P, Simic AL. Functional Anatomy of the Wrist and Hand. *Orthop Phys Ther Secrets Third Ed*. 2016;402–12.
76. Balias R, Sala X, Álvarez G, Jiménez F. ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA Sistemática de exploración Bloqueos nerviosos periféricos.
77. Metodología de la investigación. 5°. Mexico DF: McGRAW-HILL; 2010. 655 p.
78. Real academia española [Internet]. Real academia española. 2018 [cited 2018 Dec 17]. Available from: <http://dle.rae.es/?id=XIApmpe>
79. Real academia española. No Title [Internet]. [cited 2018 Dec 17]. Available from: <http://dle.rae.es/?id=EN8xffh>
80. Obesidad en el Mundo [Internet]. [cited 2018 Dec 17]. Available from: https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=179:obesidad&Itemid=1005
81. Tom L. Beauchamp. James F. Childress. Principles of Biomedical Ethics. 7°. New York; 2012.
82. Sanz-Reig J, Lizaur-Utrilla A, Sánchez Del Campo F, Maqueda-Abreu V. Sonography of carpal tunnel syndrome in women. *Rev Ortop y Traumatol* [Internet]. 2004;48(3):201–4. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1888-4415\(04\)76197-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1888-4415(04)76197-4)

83. Wiesler ER, Chloros GD, Cartwright MS, Smith BP, Rushing J, Walker FO. ultrasound and Carpal Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Am.* 2006;31(5):726–32.
84. Enlarged Median Nerve in Idiopathic. *Muscle Nerve.* 2000;(November):1713–8.
85. Chang YW, Hsieh TC, Tzeng IS, Chiu V, Huang PJ, Horng YS. Ratio and difference of the cross-sectional area of median nerve to ulnar nerve in diagnosing carpal tunnel syndrome: A case control study. *BMC Med Imaging.* 2019;19(1):1–9.
86. Kele H, Verheggen R, Bittermann HJ, Reimers CD. The potential value of ultrasonography in the evaluation of carpal tunnel syndrome. *Neurology.* 2003;61(3):389–91.
87. Ooi CC, Wong SK, Tan ABH, Chin AYH, Abu Bakar R, Goh SY, et al. Diagnostic criteria of carpal tunnel syndrome using high-resolution ultrasonography: Correlation with nerve conduction studies. *Skeletal Radiol.* 2014;43(10):1387–94.
88. Massy-Westropp N, Grimmer K, Bain G. The effect of a standard activity on the size of the median nerve as determined by ultrasound visualization. *J Hand Surg Am.* 2001;26(4):649–54.
89. Kotevoglou N, Gülbahce-Saglam S. Ultrasound imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and its relevance to clinical evaluation. *Jt Bone Spine.* 2005;72(2):142–5.
90. Sullivan P, Lomas F. *Area.* 1999;(September):681–4.
91. Kim MK, Jeon HJ, Park SH, Park DS, Nam HS. Value of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: Correlation with electrophysiological abnormalities and clinical severity. *J Korean Neurosurg Soc.* 2014;55(2):78–82.
92. Ziswiler HR, Reichenbach S, Vögelin E, Bachmann LM, Villiger PM, Jüni P. Diagnostic value of sonography in patients with suspected carpal tunnel syndrome: A prospective study. *Arthritis Rheum.* 2005;52(1):304–11.
93. Yesildag A, Kutluhan S, Sengul N, Koyuncuoglu HR, Oyar O, Guler K, et al. The role of ultrasonographic measurements of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Clin Radiol.* 2004;59(10):910–5.

94. Mallouhi A, Pültzl P, Trieb T, Piza H, Bodner G. Predictors of carpal tunnel syndrome: Accuracy of gray-scale and color doppler sonography. *Am J Roentgenol.* 2006;186(5):1240–5.
95. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: Substantive or complementary tests? *Rheumatology.* 2004;43(7):887–95.
96. Beekman R, Visser LH. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A critical review of the literature. *Muscle and Nerve.* 2003;27(1):26–33.

CAPÍTULO 10: ANEXOS

10.1 ANEXO 1: CARTA DE APOYO SEMDA



Valparaíso, 24 de enero 2019.

Estimados Sras. y Sres.
Comité de Ética
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso
Presente

Atte: Sandra Gallardo González.
Jefe Servicio Médico y Dental de los Alumnos "SEMDA"
Coordinadora Unidad de Calidad de Vida Estudiantil - DAE

Ref: Informa apoyo de proceso de investigación Tesis Pregrado de la
Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Valparaíso.

Por medio de la presente, se informa a este comité que el Servicio Médico y Dental de los Alumnos "SEMDA" de la Dirección de Asuntos Estudiantiles de esta Universidad, apoya la realización de tesis de pregrado denominada "**Medición del área en corte transversal del nervio mediano en alumnos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, casa central, por medio de ultrasonido, durante el año 2019**". En tanto, que dispondrá durante el periodo comprendido entre los meses de abril a diciembre 2019, del servicio de una atención de un Médico General a todos aquellos casos pesquisados que requieran orientación médica producto de un hallazgo de una patología a nivel del túnel carpiano como arteritis, quiste sonovial, tumor o aneurisma de la arteria radial, detectados ecográficamente y con confirmación diagnóstica mediante un informe radiológico a cargo del Dr. Mauricio Canals L. No obstante, cabe señalar que en aquellos casos en donde el médico con toda la evidencia en su poder, considera que el estudiante debe ser derivado al especialista y/o a algún centro de atención en salud, la responsabilidad recaerá en el propio alumno, el cual deberá decidir atenderse en un centro médico según su sistema de salud.

Atentamente,

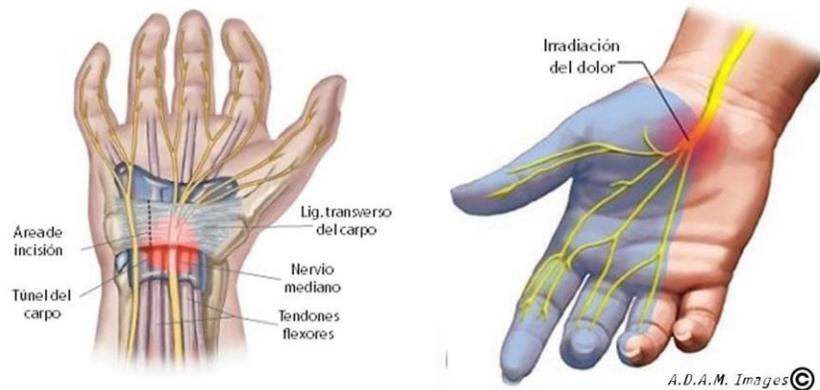
Sandra Gallardo G
Jefe SEMDA – DAE
UNIDAD DE CALIDAD DE VIDA ESTUDIANTIL
Universidad de Valparaíso

Universidad de Valparaíso – Dirección Asuntos Estudiantiles - SEMDA
Blanco 1931, 2° piso - Edificio CIAE, Valparaíso. ☎ : (32-250 7137)

10.2 ANEXO 2: AFICHE INFORMATIVO



Ven y participa de nuestra investigación científica, sobre el síndrome del túnel carpiano



Requisitos: Pertenecer a una de las carreras de Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Casa Central.
Debes ser estudiante mayor de 18 años



10.3 ANEXO 3: CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**

Participante:

Criterios de inclusión:

	SI	NO
¿Es alumno matriculado en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, durante el primer semestre del año 2019?		
¿Es alumno perteneciente a una de las carreras de la facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, Casa Central?		
¿Es mayor de 18 años?		

Criterios de exclusión:

	SI	NO
¿Ha sido operado por Síndrome del Túnel Carpiano?		

10.4 ANEXO 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIANTE



Formulario de Consentimiento Informado Información para Estudiantes

El propósito del presente documento es invitarlo a participar en el estudio: "Medición del área en corte transversal del nervio mediano en alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, por medio de ultrasonido, durante el año 2019". La investigadora principal es la Tecnóloga Médica Miriam Pastén Ávalos y el coinvestigador es el Tecnólogo Médico Gonzalo Pardo, junto a los tesisistas Héctor Barria, Jorge Castro y Franco Risi.

Para que pueda tomar una decisión informada, se le explicará a continuación cuáles serán los procedimientos involucrados en la ejecución de esta investigación, así como en qué consistirá su participación:

- 1. Dónde y cuándo se llevará a cabo la investigación:** Se realizará en las dependencias de la Universidad de Valparaíso Casa Central, en Facultad de Medicina ubicado en Angamos #655 Reñaca, durante el año 2019.
- 2. Motivación y propósito del estudio:** El objetivo principal de esta investigación es describir el área del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en alumnos de la Facultad de Medicina, Casa Central, medido por ecografía durante el año 2019. La relevancia e importancia de esta investigación radica en que, ello nos permitirá describir una realidad que se acerque de manera local y que ayude en un futuro a poder definir específicamente parámetros en los cuales podríamos diagnosticar de manera eficaz las patologías del nervio mediano. Nuestra investigación cobra gran sentido, debido a que la población de interés al ser joven tendería a presentar valores asociados a la normalidad del nervio mediano.
- 3. En qué consiste su participación:** El día en que sea agendada su citación, deberá llegar al lugar indicado previamente, que corresponde al Laboratorio de Ecografía, situado en el piso 8 de la torre R2, donde deberá responder preguntas respecto a su sexo, edad, mano dominante, y otras pertenecientes a sus antecedentes de salud. Luego se cuantificará su estatura y peso, y se le realizarán pruebas clínicas para determinar sintomatología del síndrome túnel carpiano (test de Tinel y test de Phalen). Posteriormente se le realizará el examen ecográfico en ambas muñecas, para ello, deberá sentarse en una silla y colocar la muñeca en estudio sin flexionarla sobre una mesa en posición supina. El examen será realizado por los estudiantes tesisistas, que han sido preparados para ello. En total durante el examen se obtendrán 8 imágenes ecográficas, en un tiempo estimado de 20 minutos, las que serán analizadas posteriormente por un médico radiólogo. Cabe destacar que no existirá ningún registro fotográfico de los participantes voluntarios de esta investigación.
- 4. Riesgos:** La ecografía no representa ningún tipo de riesgo para su salud, debido a que no utiliza ningún tipo de radiación ionizante, sino que utiliza ultrasonido lo cual es completamente inocuo.
- 5. Beneficios:** Esta investigación no trae un beneficio directo hacia el participante. Sin embargo, contribuirá para realizar una descripción del área del nervio mediano más cercana a la realidad local, que ayudará a futuros diagnósticos respecto a las patologías de este nervio.





6. Escenarios alternativos de investigación: Existen otros métodos para realizar la medición del área transversal del nervio mediano como la Resonancia Nuclear Magnética, que de igual manera es una técnica inocua. Pero la ecografía además de no generar ningún tipo de daño al organismo al utilizar radiación no ionizante, es un método fiable, rápido y disponible. Por lo que es la técnica más adecuada para el propósito de nuestro estudio.

7. Costos y pagos: El procedimiento a realizar es completamente gratuito para usted.

8. Derechos del participante

- a) Usted posee el derecho de realizar preguntas en cualquier momento de la realización del estudio y en caso de que le surjan dudas posteriores a la investigación puede contactar a los estudiantes tesisistas vía telefónica: Héctor Barria (+56984478235), Jorge Castro (+56949871255) o Franco Risi (+56942017765) o vía correo electrónica: tesis.tm.2019.nm@gmail.com
- b) Su participación debe ser consciente, completamente voluntaria y no contempla ningún pago. Usted puede retirarse en cualquier punto del estudio si lo considera pertinente, dando aviso previo a los investigadores, lo que no le traería consecuencia alguna.
- c) Si luego de su evaluación se encontrara algún hallazgo que requiera la revisión médica, usted tendrá el derecho de ser atendido por el Servicio Médico y Dental de los Alumnos (SEMDA), el cual procederá a contactarlo y derivarlo según cada caso individual y acorde a su sistema de salud.

9. Confidencialidad

- a) **Reserva de la identidad del participante:** Al momento de la realización del estudio su nombre no será revelado, debido a que se le asignará un folio numérico único que lo representará.
- b) **De los datos personales y sensibles:** Todo registro de sus datos será bajo total confidencialidad y reservado, al cual solo tendrán acceso el grupo de investigación compuesto por TM Miriam Pasten, TM Gonzalo Pardo, Dr. Mauricio Canals y los tesisistas de la carrera de Tecnología Médica de la Universidad de Valparaíso, Casa Central mencionados al inicio. Sus datos serán resguardados tanto de forma física como digital por el TM Gonzalo Pardo en dependencias de la unidad de Imagenología Convencional del Hospital Carlos Van Buren, ubicado en San Ignacio #725, Valparaíso.

10. Difusión y entrega de los resultados: Los resultados de este estudio podrán ser divulgados, según lo estimen los investigadores, en publicaciones, seminarios o reuniones de tipo científico y/o académico y podrán ser utilizados en otras investigaciones siempre y cuando estas no se alejen de los objetivos de la presente investigación, con total resguardo de su identidad.

11. Evaluación Ética Científica: Esta investigación ha sido evaluada y aprobada por el Comité de Bioética en Investigación (CBI) de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso. En caso de cualquier consulta, puede contactar a alguno de sus integrantes a través del número de teléfono 32-2603002 o a través del e-mail etica.facultadmedicina@uv.cl. Si usted acepta participar, recibirá un ejemplar de este documento firmado.



10.5 ANEXO 5: ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Acta de Consentimiento Informado

Yo,.....C.I
 declaro que los investigadores principales, Tecnólogos Médicos Miriam Pastén y Gonzalo Pardo, junto a los tesis de Quinto Año de la carrera de Tecnología Médica de la Universidad de Valparaíso, ubicada en calle Angamos #655 Reñaca, Casa Central, me han informado de forma completa en qué consiste la investigación de "Medición del área en corte transversal del nervio mediano en alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, por medio de ultrasonido, durante el año 2018.", que llevarán a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, en el Laboratorio de Ecografía de la carrera de Tecnología Médica, ubicada en calle Angamos #655 Reñaca.

He leído completamente la información proporcionada en este documento acerca de mi participación. Me han informado y explicado cuáles son los procedimientos del estudio, entiendo que mi participación es voluntaria y consistirá en asistir al laboratorio mencionado, sin ninguna preparación previa, deberé responder una encuesta clínica respecto de una serie de preguntas, referidas a mis antecedentes generales (sexo, edad, mano dominante) y antecedentes de salud. Luego se me cuantificará mi estatura y peso, y se me realizarán pruebas clínicas para determinar sintomatología del síndrome túnel carpiano que se presenta a nivel de las muñecas (test de Tinell y test de Phalen). Posteriormente por medio de ultrasonido de alta resolución (ondas sonoras de alta frecuencia inocuas) se obtendrán 8 imágenes ecográficas de ambas muñecas. Todo registro de mis datos será bajo total confidencialidad.

Asimismo, he tenido la oportunidad de hacer preguntas y aclarar todas mis dudas con los investigadores. Entiendo que poseo el derecho de revocar mi consentimiento sin que esta decisión pueda ocasionarme algún perjuicio.

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, firmo aceptando voluntariamente mi participación en esta investigación. Recibo una copia completa de este documento.

Nombre y Firma Participante

C.I.:

Fecha:

Nombre y Firma Investigador Responsable

C.I.:

Fecha:

Nombre y Firma Director del Establecimiento o su delegado

C.I.:

Fecha:

Viña del Mar, de



10.6 ANEXO 6: ACTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ BIOÉTICA



FACULTAD DE MEDICINA
Comité de Bioética
para la Investigación

ACTA DE EVALUACIÓN BIOÉTICA No. 12/2019

I. El Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso, constituido por Jimena Le Roy, tecnólogo médico, Presidenta; Eva Sotelo, profesora de Castellano, Vice-presidenta; Angelo Bartsch, kinesiólogo; Patricia Herrera, educadora de párvulos; Paulina Hurtado, enfermera – matrona; Paula Eherenfeld, matrona; y Lourdes Andrade, representante de la comunidad, en su sesión del día 15 de abril de 2019, declara haber revisado el protocolo experimental del proyecto “Medición del área en corte transversal del nervio mediano en alumnos de la Facultad de Medicina, en la Universidad de Valparaíso, Casa Central, por medio de ultrasonido, durante el año 2019”, presentado por la investigadora responsable Miriam Pastén Ávalos, adscrita a esta Facultad.

II. Para su evaluación el Comité de Bioética revisó los siguientes antecedentes:

1. Protocolo n° 071-2018, versión en español
2. Consentimiento Informado para estudiantes de la Facultad de Medicina UV
3. *Curriculum Vitae* de la investigadora responsable
4. Carta de compromiso SEMDA
5. Carta de compromiso Director Escuela Tecnología Médica
6. Afiche informativo
7. Encuesta Clínica
8. Protocolo de examen Túnel Carpiano
9. Prueba Clínica para evaluar compromiso de patología del nervio mediano (Síndrome Túnel Carpiano)
10. Flujograma de derivación
11. Carta Gantt

III. En la valoración bioética del proyecto, el Comité consideró que dicha propuesta cumple con los principios éticos necesarios para su realización, entre otros, los de beneficencia y atención a potenciales riesgos; se concluyó que su pertinencia fundamental radica en:

1. El diseño se ajusta a las Normas de Investigación en Seres Humanos.
2. El estudio propuesto podrá aportar a describir el área del nervio mediano a nivel del túnel carpiano proximal en jóvenes lo que permitiría en un futuro a poder definir específicamente parámetros en los cuales podríamos diagnosticar de manera eficaz las patologías de dicho nervio.



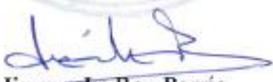


FACULTAD DE MEDICINA
Comité de Bioética
para la Investigación

3. El Consentimiento Informado da cuenta de la finalidad de la investigación en forma clara; explícita y respeta la voluntariedad del posible participante, además de ofrecerle la oportunidad de retirarse en cualquier momento sin que ello le revista algún perjuicio; asegura la confidencialidad de los datos y de la identidad del sujeto; se precisa que no existen riesgos, ni costos involucrados como tampoco remuneración por participar; especifica en qué consistirá la colaboración del sujeto, señalando tiempo que involucrará la realización del examen. Así también, la investigadora da a conocer su teléfono e E-mail de contacto para ubicarla en caso de cualquier consulta o duda.
4. Los antecedentes curriculares de la Investigadora Principal garantizan la ejecución del estudio dentro de los marcos éticos y técnicos aceptables.
5. Los miembros del Comité declararon no tener conflicto de interés.

IV. Por lo anterior, el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina aprueba el presente protocolo de investigación, que se llevará a cabo en la Universidad de Valparaíso durante el año 2019 bajo la supervisión de la investigadora responsable, Sra. Miriam Pastén Ávalos y del co-investigador Sr. Gonzalo Pardo Vega, ambos de profesión tecnólogos médicos. El investigador responsable deberá transmitir informe de estado de avance del estudio al término de cada año de ejecución o el informe final, según proceda.

Firma en representación del Comité de Bioética de la Facultad de Medicina,



Jimena Le Roy Barria
Presidenta Comité de Bioética

Viña del Mar, 05 de mayo de 2019



C/C

- Secretaría CBI-FAMED
- Comisión de Investigación Facultad de Medicina

10.8 ANEXO 8: PRUEBAS CLÍNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DETECTAR PRESENCIA STC

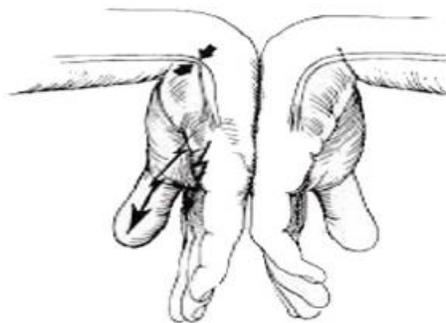
Las pruebas clínicas para determinar la afección o descartar lesión de nervio mediano son:

1. **Signo de Tinel:** Esta prueba consiste en realizar una ligera percusión sobre el recorrido del NM en la entrada del TC. Se considera positivo cuando se produce parestesia o disestesia en las zonas inervadas por él. Esta prueba resulta efectiva cuando se comprimen axones en degeneración, por lo que resulta poco útil cuando existe regeneración axonal distal al sitio de la compresión. Esta prueba tiene una importante limitación en su reproducibilidad, puesto que no se puede cuantificar la magnitud de la fuerza que se debe ejercer contra el nervio. Esto puede generar falsos negativos por deficiencia o falsos positivos por exceso. Se ha estimado que el signo de Tinel tiene una sensibilidad que fluctúa entre 48% y 73% y una especificidad que oscila entre 30% y 94%.
2. **Prueba de Phalen:** Su objetivo es reproducir los síntomas causados por la compresión del NM en el TC, es decir, generar parestesia y dolor tipo ardor en los dedos que inerva. Para ello se debe realizar una hiperflexión de muñeca, donde se enfrenta el dorso de ambas manos, y con los codos a nivel de los hombros. La posición debe mantenerse por un minuto, aunque los síntomas pueden aparecer con anterioridad. La sensibilidad de la prueba de Phalen está en el rango del 67% al 83%, mientras que la especificidad oscila entre el 40% y el 98%.

Test de Tinel



Test de Phalen



10.9 ANEXO 9: PROTOCOLO DE EXAMEN TÚNEL CARPIANO

Para realizar la ecografía de muñeca con protocolo de nervio mediano, primero se debe sentar al paciente frente al operador, posicionar la muñeca en estudio sobre una mesa en posición decúbito supino sin flexión de la articulación de la muñeca.

Se ejecuta el procedimiento ajustando cada uno de los parámetros ecográficos necesarios para la adquisición de las imágenes y se usa un transductor lineal de alta resolución, se procede a recorrer las estructuras en ambas disposiciones (longitudinal y transversal con relación al nervio mediano) y poder hacer las medidas ecográficas protocolizadas. Este procedimiento mencionado es efectuado en cada muñeca (derecha e izquierda) y las imágenes o proyecciones ecográficas que se utilizarán son las siguientes:

1. Nervio mediano longitudinal.

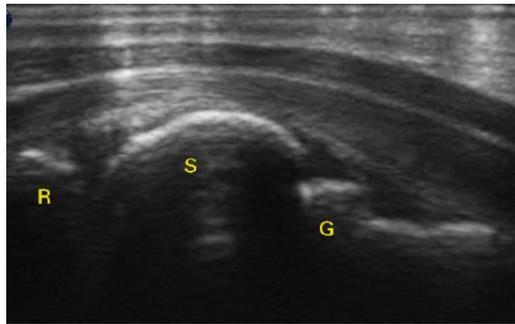


FIGURA 10.1: *Imagen ecográfica del nervio mediano en longitudinal.*

2. Nervio mediano transversal a nivel Pisiforme – Escafoides. (túnel carpiano proximal)

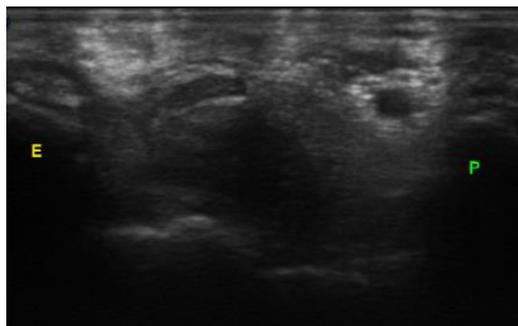


FIGURA 10.2: *Imagen ecográfica del nervio mediano altura pisiforme-escafoides.*

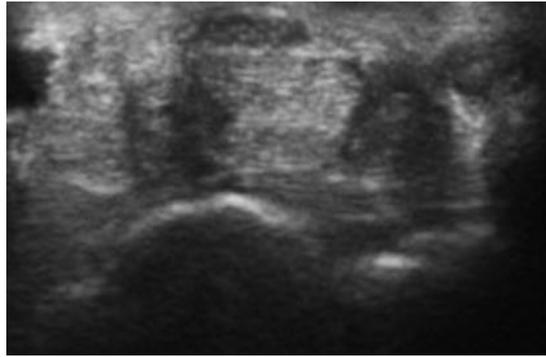
3. Nervio mediano transversal fuera del retináculo, hacia proximal.

FIGURA 10.3: *Imagen ecográfica de NM hacia proximal fuera del retináculo.*

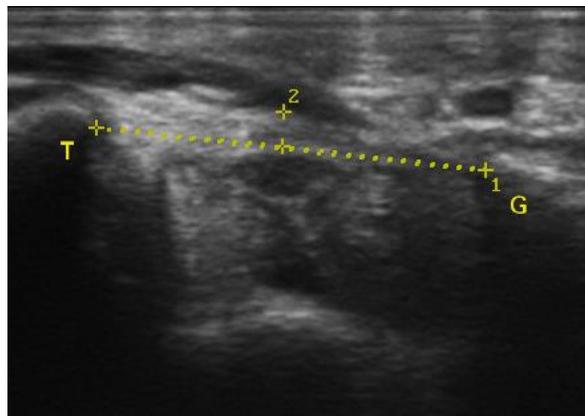
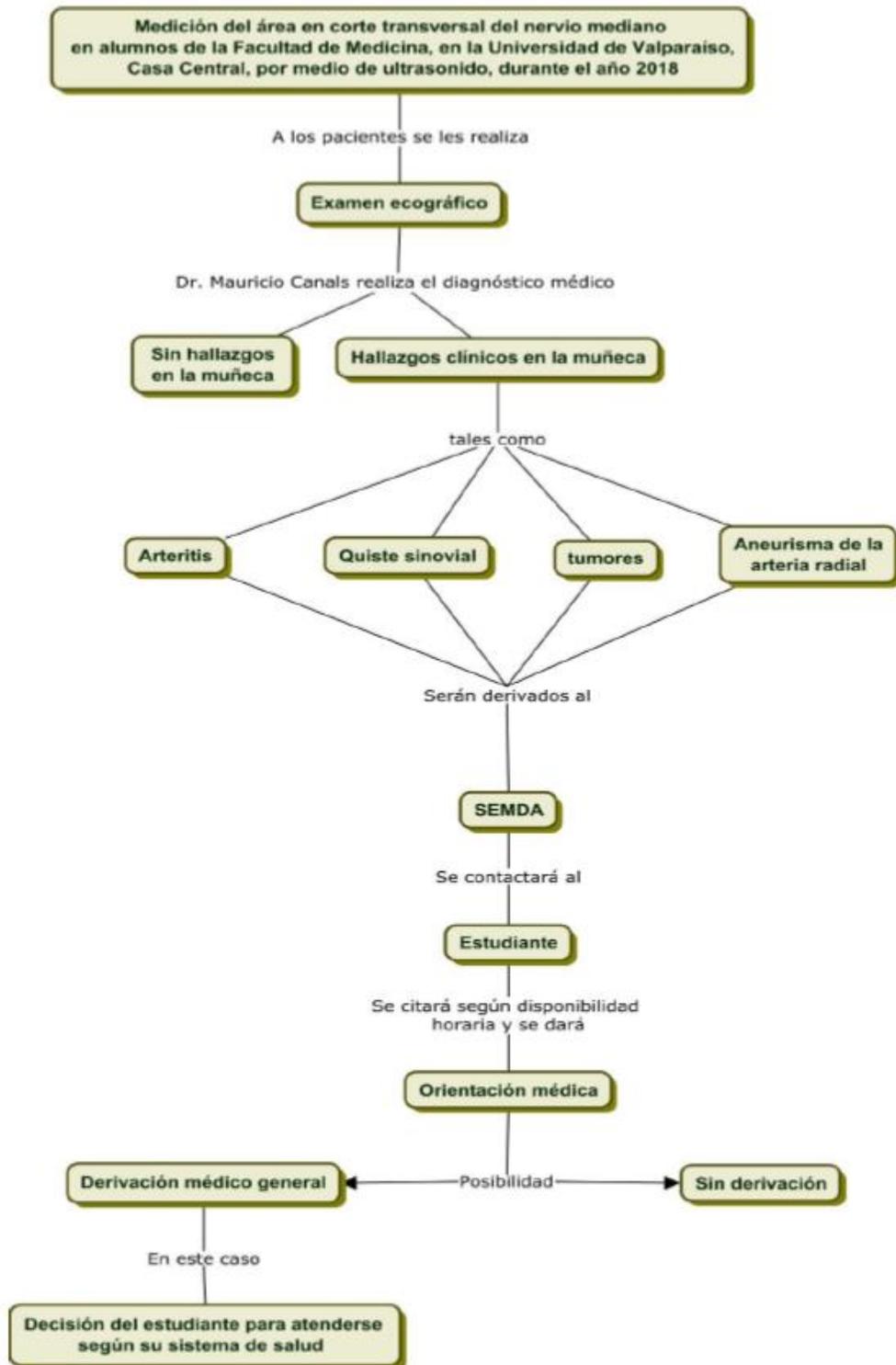
4. Ligamento transversal del carpo a nivel Ganchoso – Trapecio. (túnel carpiano distal)

FIGURA 10.4: *Imagen ecográfica del LTC altura ganchoso-trapecio.*

10.11 ANEXO 11: FLUJOGRAMA DE DERIVACIÓN



10.12 ANEXO 12: BASE DE DATOS

Folio	Edad	Sexo	IMC	Hipotiroidismo	Diabetes	Dominancia de la mano	Fractura en muñeca mano derecha
1	20	F	23.29	NO	NO	Derecha	NO
2	18	F	20.28	NO	NO	Derecha	NO
3	20	F	20.93	NO	NO	Derecha	NO
4	22	F	22.27	NO	NO	Izquierda	NO
5	20	M	29.03	NO	NO	Derecha	NO
6	21	M	24.73	NO	NO	Derecha	NO
7	21	F	22.64	NO	NO	Derecha	NO
8	21	F	24.49	NO	NO	Derecha	NO
9	18	M	22.02	NO	NO	Derecha	NO
10	21	F	21.5	NO	NO	Izquierda	NO
11	18	M	34.48	NO	NO	Derecha	NO
12	24	M	26.45	NO	NO	Derecha	NO
13	19	F	25.77	NO	NO	Derecha	NO
14	20	F	29.27	NO	NO	Derecha	NO
15	24	F	37.45	NO	NO	Derecha	NO
16	21	M	24.8	NO	NO	Derecha	NO
17	22	M	23.32	NO	NO	Derecha	NO
18	20	F	26.76	NO	NO	Derecha	NO
19	21	M	20.88	NO	NO	Derecha	NO
20	20	M	24.39	NO	NO	Derecha	NO
21	20	F	24.27	NO	NO	Derecha	NO
22	24	M	20.88	NO	NO	Izquierda	NO

23	20	F	24.52	NO	NO	Derecha	NO
24	19	F	27.48	NO	NO	Derecha	NO
25	20	M	18.79	NO	NO	Derecha	NO
26	18	F	34.13	NO	NO	Derecha	NO
27	22	F	37.37	NO	NO	Derecha	NO
28	18	M	25.31	NO	NO	Derecha	NO
29	19	F	26.95	NO	NO	Derecha	NO
30	20	F	24.32	NO	NO	Derecha	NO
31	23	F	23.37	NO	NO	Derecha	NO
32	19	F	22.31	NO	NO	Derecha	NO
33	20	F	22.91	NO	NO	Derecha	NO
34	18	F	21.79	NO	NO	Derecha	NO
35	18	F	29.37	NO	NO	Derecha	NO
36	18	F	22.12	NO	NO	Derecha	NO
37	20	M	21.38	NO	NO	Derecha	NO
38	20	M	31.38	SI	NO	Derecha	NO
39	19	M	29.4	NO	NO	Derecha	NO
40	21	F	23.24	NO	NO	Derecha	SI
41	19	F	30.86	NO	NO	Derecha	NO
42	29	M	27.47	NO	NO	Derecha	NO
43	21	M	25.9	NO	NO	Derecha	NO
44	19	M	22.1	NO	NO	Derecha	NO
45	19	F	28.35	NO	NO	Derecha	NO
46	19	F	23.18	NO	NO	Derecha	NO
47	19	M	26.48	NO	NO	Derecha	NO
48	24	F	31.02	NO	NO	Derecha	NO
49	21	F	21.33	NO	NO	Derecha	NO
50	19	M	22.86	NO	NO	Derecha	NO
51	19	M	22.09	NO	NO	Derecha	NO
52	19	M	18.83	NO	NO	Izquierda	NO

53	20	F	27.51	NO	NO	Derecha	NO
54	23	F	21.5	NO	NO	Izquierda	NO
55	18	M	23.88	NO	NO	Derecha	NO
56	19	F	27.51	SI	NO	Derecha	NO
57	19	F	33.35	NO	NO	Derecha	NO
58	19	M	25.21	NO	NO	Derecha	NO
59	22	F	24.34	NO	NO	Izquierda	NO
60	27	M	32.87	NO	NO	Derecha	NO
61	22	M	26.35	NO	NO	Derecha	NO
62	30	F	23.63	NO	NO	Derecha	NO
63	21	F	23.94	NO	NO	Derecha	NO
64	20	F	23.11	NO	NO	Derecha	NO
65	19	F	21.75	NO	NO	Derecha	NO
66	21	F	27.48	SI	NO	Derecha	NO
67	23	F	22.83	NO	NO	Derecha	NO
68	20	F	19.57	NO	NO	Derecha	NO
69	19	F	21.76	NO	NO	Derecha	NO
70	20	F	18.67	NO	NO	Derecha	NO
71	18	F	23.65	NO	NO	Derecha	NO
72	19	F	19.68	NO	NO	Derecha	NO
73	18	F	22.83	NO	NO	Derecha	NO
74	19	F	21.45	NO	NO	Derecha	NO
75	19	F	23.63	NO	NO	Derecha	NO
76	21	F	21.33	NO	NO	Derecha	NO
77	19	F	23.51	NO	NO	Derecha	NO
78	18	F	19.72	NO	NO	Derecha	NO
79	18	F	27.59	NO	SI	Derecha	NO
80	19	F	21.3	NO	NO	Derecha	NO
81	19	F	19.47	NO	NO	Derecha	NO
82	22	F	23.05	NO	NO	Derecha	NO

83	19	F	22.22	NO	NO	Derecha	NO
84	29	M	25.56	NO	NO	Derecha	NO
85	21	F	23.53	NO	NO	Derecha	NO
86	24	M	28.49	NO	NO	Derecha	NO
87	20	M	29.5	NO	NO	Derecha	NO
88	24	M	23.36	NO	NO	Derecha	NO
89	18	F	28.88	NO	NO	Derecha	NO
90	19	F	28.08	NO	NO	Derecha	NO
91	19	F	23.5	NO	NO	Izquierda	NO
92	19	F	20.31	NO	NO	Derecha	NO
93	22	F	22.74	NO	NO	Derecha	NO
94	19	M	23.94	NO	NO	Derecha	NO
95	19	F	20.17	NO	NO	Izquierda	NO
96	20	F	21.7	NO	NO	Derecha	NO
97	21	F	21.45	NO	NO	Izquierda	NO
98	20	F	21.56	NO	NO	Derecha	NO
99	19	F	27.34	NO	NO	Derecha	NO
100	23	F	21.3	NO	NO	Derecha	NO
101	24	M	25.26	NO	NO	Izquierda	NO
102	19	F	25.64	NO	NO	Derecha	NO
103	19	M	26.19	NO	NO	Derecha	NO
104	19	F	18.97	NO	NO	Derecha	NO
105	19	M	20.55	NO	NO	Derecha	NO
106	19	F	24.46	NO	NO	Derecha	NO
107	21	F	24.24	NO	NO	Derecha	NO
108	20	F	20.28	NO	NO	Izquierda	NO
109	21	F	29.43	NO	NO	Derecha	NO
110	19	F	26.78	NO	NO	Derecha	NO
111	18	F	23.83	NO	NO	Derecha	NO
112	22	M	30.99	NO	NO	Derecha	NO

113	23	F	25.78	NO	NO	Derecha	NO
114	20	F	23.53	NO	NO	Izquierda	NO
115	21	F	23.43	SI	NO	Derecha	NO
116	19	F	20.96	NO	NO	Izquierda	NO
117	19	F	30.45	NO	NO	Derecha	NO
118	19	F	20.45	NO	NO	Derecha	NO
119	18	F	25.06	NO	NO	Derecha	NO
120	22	F	23.46	Sí	NO	Derecha	NO
121	20	F	41.42	NO	NO	Derecha	NO
122	20	F	20.9	NO	NO	Derecha	NO
123	20	F	22.72	NO	NO	Derecha	NO
124	21	F	24.84	NO	NO	Derecha	NO
125	20	F	28.12	NO	NO	Derecha	NO
126	19	F	21.99	NO	NO	Derecha	NO
127	20	F	19.33	NO	NO	Derecha	NO
128	23	F	23.84	NO	NO	Derecha	NO
129	18	F	26.1	NO	NO	Derecha	NO

10.13 ANEXO 13: BASE DE DATOS 2

Folio	Sintomatología en muñeca y/o mano derecha	Nervio Bífido u otra anomalía mano derecha	ACTNM en túnel proximal mano derecha (mm2)	Test de Tinel y/o Phalen mano derecha	Fractura en muñeca mano izquierda	Sintomatología en muñeca y/o mano izquierda	Nervio Bífido u otra anomalía mano izquierda	ACTNM en túnel proximal mano izquierda (mm2)	Test de Tinel y/o Phalen mano izquierda	ACTNM en túnel proximal valor promediado de ambas manos (mm2)
1	SI	NO	10	Positivo	NO	NO	NO	9	Negativo	9,5
2	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9,5
3	SI	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9,5
4	SI	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	10
5	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	11	Negativo	10,5
6	SI	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	7,5
7	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	6,5
8	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9,5
9	NO	NO	8	Negativo	SI	NO	NO	11	Negativo	9,5
10	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6
11	NO	NO	11	Negativo	NO	NO	NO	14	Negativo	12,5
12	SI	NO	12	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	11
13	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	9
14	SI	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
15	SI	SI	7	Positivo	NO	SI	SI	9	Positivo	8
16	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
17	SI	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9,5
18	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9
19	NO	SI	12	Negativo	NO	NO	SI	11	Negativo	11,5
20	SI	NO	10	Positivo	NO	NO	NO	11	Negativo	10,5

21	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
22	NO	SI	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
23	SI	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7
24	NO	NO	9	Negativo	NO	SI	NO	9	Negativo	9
25	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	9
26	NO	NO	12	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	10
27	NO	NO	13	Positivo	NO	SI	NO	12	Positivo	12,5
28	NO	NO	6	Positivo	SI	NO	NO	5	Positivo	5,5
29	NO	NO	7	Negativo	NO	SI	NO	8	Negativo	7,5
30	SI	NO	7	Negativo	NO	SI	NO	9	Negativo	8
31	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	11	Negativo	9,5
32	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7
33	SI	NO	8	Positivo	NO	SI	NO	8	Negativo	8
34	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	8
35	SI	NO	9	Negativo	NO	SI	NO	10	Negativo	9,5
36	SI	NO	11	Negativo	NO	NO	NO	11	Negativo	11
37	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
38	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9,5
39	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
40	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9
41	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8
42	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	9
43	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8,5
44	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8,5
45	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7
46	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8,5
47	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9
48	SI	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
49	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8

50	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
51	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8,5
52	NO	NO	7	Negativo	NO	SI	NO	8	Positivo	7,5
53	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	6,5
54	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
55	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
56	NO	NO	6	Positivo	NO	NO	NO	7	Negativo	6,5
57	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8,5
58	NO	NO	7	Negativo	NO	SI	SI	7	Negativo	7
59	SI	NO	8	Negativo	NO	SI	NO	7	Negativo	7,5
60	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
61	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9,5
62	SI	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
63	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	5	Negativo	5,5
64	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8
65	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	7
66	NO	NO	6	Negativo	NO	SI	NO	7	Positivo	6,5
67	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6
68	SI	NO	6	Negativo	NO	SI	NO	9	Negativo	7,5
69	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6,5
70	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	5	Negativo	6
71	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	5	Negativo	6,5
72	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
73	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
74	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	10
75	NO	NO	5	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	6,5
76	NO	SI	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
77	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
78	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5

79	NO	SI	9	Negativo	NO	NO	SI	8	Negativo	8,5
80	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	9
81	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
82	SI	NO	10	Negativo	NO	SI	NO	8	Negativo	9
83	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
84	NO	NO	9	Negativo	NO	SI	NO	10	Negativo	9,5
85	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	SI	5	Negativo	5,5
86	SI	NO	7	Positivo	NO	NO	NO	8	Positivo	7,5
87	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8
88	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	6,5
89	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7,5
90	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7,5
91	NO	NO	10	Negativo	NO	NO	NO	10	Negativo	10
92	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
93	NO	SI	8	Negativo	NO	NO	SI	9	Negativo	8,5
94	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
95	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
96	SI	NO	5	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	5,5
97	NO	NO	7	Positivo	NO	NO	NO	7	Positivo	7
98	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
99	SI	NO	5	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	7
100	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	8
101	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8
102	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	SI	7	Negativo	6,5
103	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
104	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
105	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
106	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	6,5
107	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7

108	NO	NO	5	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	5,5
109	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
110	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6
111	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6
112	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	9
113	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Positivo	7,5
114	NO	NO	9	Negativo	SI	NO	NO	7	Negativo	8
115	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6,5
116	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7,5
117	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8
118	SI	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	5	Negativo	5,5
119	NO	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7
120	NO	SI	12	Negativo	NO	NO	SI	9	Negativo	10,5
121	SI	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7,5
122	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	8
123	SI	NO	7	Negativo	NO	NO	NO	8	Negativo	7,5
124	NO	NO	6	Negativo	NO	NO	NO	6	Negativo	6
125	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	8,5
126	NO	NO	8	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	7,5
127	NO	NO	11	Negativo	NO	NO	NO	9	Negativo	10
128	SI	NO	7	Positivo	NO	SI	NO	7	Negativo	7
129	NO	NO	9	Negativo	NO	NO	NO	7	Negativo	8

10.14 ANEXO 14: HALLAZGOS ECOGRÁFICOS

Nervio mediano bífido

El nervio mediano bífido es una variable anatómica que se encontró en la muestra de alumnos y que puede influir en el aumento de la medida del ACTNM. A continuación, se presentan 3 imágenes de manos donde está presente este hallazgo.

CASO 1

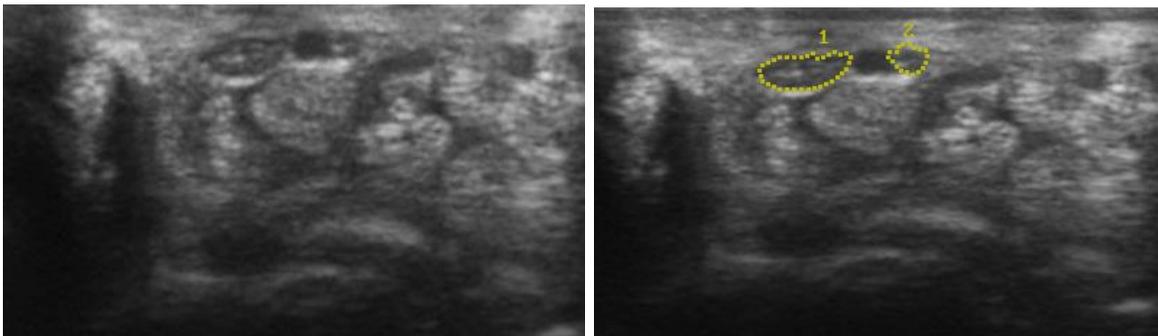


FIGURA 10.5: *Nervio bífido en ambas imágenes con presencia de arteria mediana persistente en medio.*

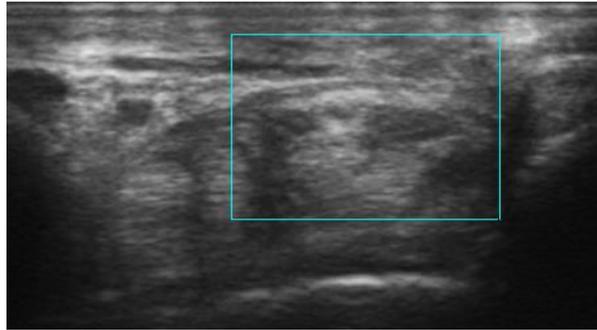
CASO 2

FIGURA 10.6: *Nervio mediano bífido con presencia de Doppler, no muestra el flujo de la arteria mediana persistente.*

Músculo aberrante en el túnel

Esta es otra variable anatómica que puede influenciar en el aumento de la medida del ACTNM y que se encontró en la muestra de alumnos. A continuación, se presentará la imagen en donde se encontró este hallazgo.

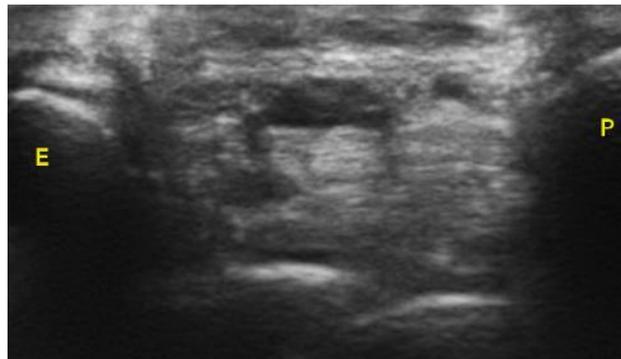
CASO 3

FIGURA 10.7: *Nervio mediano a la altura escafoides-pisiforme con la presencia de músculo aberrante en TC.*

10.15 ANEXO 15: IMÁGENES DE US EXTRAÍDAS DE PARTICIPANTES

Las siguientes imágenes fueron obtenidas durante el proceso de la investigación:

- **Figura: 2.21**
- **Figura: 2.22**
- **Figura: 10.1**
- **Figura: 10.2**
- **Figura: 10.3**
- **Figura: 10.4**
- **Figura: 10.5**
- **Figura: 10.6**
- **Figura: 10.7**

10.16 ANEXO 16: FE DE ERRATAS