



---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD  
GENERAL”

**EFFECTIVIDAD DE LASER VS ULTRASONIDO EN PACIENTES CON  
SÍNDROME DE TÚNEL DEL CARPO EN LA UNIDAD DE MEDICINA  
FÍSICA Y REHABILITACIÓN REGIÓN SUR SIGLO XXI**

TESIS DE POSGRADO  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

**P R E S E N T A**

**DR. JUAN FRANCISCO BARUD MEDRANO**

ASESORES:

DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ CORDERO  
DRA. ANGÉLICA ELIZABETH GARCÍA PÉREZ

México, D.F. 2013





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL  
JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
DIRECCIÓN  
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL”

**TITULO:**

EFFECTIVIDAD DE LASER VS ULTRASONIDO EN PACIENTES CON SÍNDROME  
DE TÚNEL DEL CARPO EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
REHABILITACIÓN REGIÓN SUR SIGLO XXI

Investigador Principal:

Barud Medrano Juan Francisco

Médico Residente de Tercer año de la especialidad de Medicina de Rehabilitación de  
la UMFR SXXI

Asesores

Tutor de Materia

Dra. Georgina Hernández Cordero

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación UMFRSXXI

Profesora adjunto de la Especialidad de Medicina de Rehabilitación

Tutor Metodológico

Dra. Angélica Elizabeth García Pérez

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación UMFRSXXI

Profesora adjunto de la Especialidad de Medicina de Rehabilitación

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION SIGLO XXI**

**HOJA DE AUTORIZACION**

---

**DR. MARIO IZAGUIRRE HERNÁNDEZ**

Médico Especialista en Medicina de la Comunicación Humana  
Director Médico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

---

**DR. JAIME ALFREDO CASTELLANOS ROMERO**

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Subdirector Médico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

---

**DRA. MARIA DEL CARMEN MORA ROJAS**

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Coordinadora Clínica en Educación e Investigación en Salud de la Unidad de  
Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

## HOJA DE AUTORIZACIÓN DE TUTORES

---

**Dra. Georgina Hernández Cordero**

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Médico Adscrito a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI  
Profesora Adjunto de la Especialidad de Medicina de Rehabilitación

---

**Dra. Angélica Elizabeth García Pérez**

Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Médico Adscrito a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI  
Profesora Adjunto de la Especialidad de Medicina de Rehabilitación

## **Dedicatoria**

*A Dios, que me acompaña a donde quiera que voy  
A mis abuelos y a mis padres, por todo el apoyo que a lo largo del camino me han  
brindado  
A mis amigos, por su comprensión y amistad  
A mis maestros, por los conocimientos que me han aportado*

## **Agradecimientos**

*Al Instituto Mexicano del Seguro Social por la oportunidad que me ha brindado para realizar la especialidad*

*A la Dra. Georgina Hernández Cordero, y a la Dra. Angélica Elizabeth García Pérez por su apoyo invaluable antes y durante la realización de este estudio*

*Al Equipo de Terapia Física de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI durante los periodos de terapias de los pacientes*

*Al Dr. Jorge Humberto Ángeles Weintraub por su apoyo incondicional en la valoración inicial del turno matutino*

*A la Dra. Georgina Olea Martínez, Jefa de Departamento Clínico turno Vespertino, por su apoyo incondicional en el turno vespertino*

*A todos los médicos de la UMFR SXXI por las enseñanzas que me han aportado a lo largo de la residencia.*

*A mis compañeros de residencia, tanto R1 R2 y R3, quienes toleraron mi presencia durante algunas de sus guardias*

## INDICE

## Página

1. Título	1
2. Resumen	2
3. Introducción	3
4. Antecedentes	5
5. Planteamiento del Problema	26
6. Justificación	27
7. Objetivo	28
8. Hipótesis	29
9. Sujetos y Métodos	30
10. Resultados	43
11. Discusión	50
12. Conclusión	52
13. Recomendaciones o sugerencias	53
14. Referencias bibliográficas	54
15. Anexos	57



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL  
JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI  
DIRECCIÓN  
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD  
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL”

**TITULO:**

EFFECTIVIDAD DE LASER VS ULTRASONIDO EN PACIENTES CON SÍNDROME  
DE TÚNEL DEL CARPO EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y  
REHABILITACIÓN REGIÓN SUR SIGLO XXI

Investigador Principal:

Barud Medrano Juan Francisco  
Médico Residente de Tercer año

Asesores

Tutor de Materia

Dra. Georgina Hernández Cordero  
Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Médico Adscrito a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

Tutor Metodológico

Dra. Angélica Elizabeth García Pérez  
Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Médico Adscrito a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

## 2. RESUMEN

*EFFECTIVIDAD DE LASER VS ULTRASONIDO EN PACIENTES CON SÍNDROME DE TÚNEL DEL CARPO EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN REGIÓN SUR SIGLO XXI.*

*Autores: Barud-Medrano J.F<sup>(1)</sup>. Dr. Hernández Cordero G Dra. García Pérez, A.E  
1,2,3: Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur SXXI:*

**Objetivo:** Comparar la eficacia del Láser de Baja Intensidad contra Ultrasonido terapéutico para mejorar dolor, sensibilidad y fuerza muscular en pacientes con Síndrome de Túnel del Carpo con manejo conservador

**Diseño:** Estudio longitudinal, aleatorizado, ciego simple .**Pacientes:** Pacientes ambos sexos, de 18 a 45 años, derechohabientes del IMSS con diagnóstico clínico de síndrome del Túnel del carpo y EMG con neuroapraxia de nervio mediano a nivel de la muñeca, canalizados de la consulta externa por médico Especialista de Medicina Física y Rehabilitación

**Intervenciones:** a) Aplicación de Terapia Láser de baja intensidad, b) Aplicación de Terapia con Ultrasonido Terapéutico.

**Lugar:** Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI

**Mediciones:** Nivel de dolor por Escala Análoga visual (10puntos), grados de movilidad de la muñeca afectada, evaluación subjetiva de la sensibilidad, evaluación de la fuerza muscular de prensión, evaluación de la fuerza muscular de pinza bidigital. Medido pre inicio de la terapia y a las cuatro semanas.

**Análisis:** Estadística descriptiva para las variables cualitativas determinando porcentajes, para las variables cuantitativas ordinales se determinó medianas. Las variables cuantitativas continuas promedio y desviación estándar. Estadística inferencial aplicando prueba de

Wilcoxon para la comparación intragrupo de la variable dolor, sensibilidad y t preada para fuerza muscular y prueba de U Mann Whitney para la comparación entre grupos

**Resultados:** Se estudiaron 60 pacientes (30 por grupo), 90% del género femenino. Edad promedio de 42años. Al término del tratamiento, los pacientes presentaron disminución del dolor, normalización de sensibilidad, incremento del a fuerza de prensión y pinza en ambos, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p=0.9$ ).

**Conclusiones:** Ambas modalidades terapéuticas son efectivas para la disminución del dolor, normalización de sensibilidad, e incremento de las fuerzas de prensión y pinza bidigital, en los pacientes con neuroapraxia del nervio mediano a nivel de la muñeca.

**Palabras Clave:** Síndrome de Túnel del Carpo, Terapia Láser, Ultrasonido Terapéutico, Rehabilitación.

### 3. INTRODUCCIÓN

El síndrome de túnel del Carpo se define como una neuropatía de compresión del nervio mediano al nivel de la muñeca, La incidencia en los Estados Unidos se encuentra estimada en 1 a 3 casos por cada 1000 sujetos por año, con una prevalencia de 50 casos por cada 1000 sujetos por año. Es importante mencionar la pérdida de productividad laboral que éste padecimiento ocasiona, así como el costo del tratamiento, continúan siendo sustanciales.

El cuadro clínico se manifiesta en forma de parestesias dolorosas y entumecimiento en los dedos que son inervados por el nervio mediano.

Bickel en 2010, Realizo un seguimiento a 6 años y, reportó pérdidas de entre \$197 millones y 382 millones de dólares, equivaliendo entre \$45,000 a \$89,000 dólares por paciente. (1)

Dentro del tratamiento del Síndrome de túnel del Carpo, existen dos vertientes principales: El tratamiento quirúrgico, y el tratamiento conservador. El manejo conservador tienen una amplia gama de terapéuticas a enumerar: La infiltración con esteroides, el uso de férulas, así como el uso de Ultrasonido Terapéutico (2,3)

Otzas en 1998, reportó, con la aplicación de ultrasonido continuo a 1W/cm<sup>2</sup>, una importante mejoría en la sintomatología dolorosa y parestesias en pacientes con síndrome de túnel carpiano. (4)

Bakhtiar y cols. En 2004 realizaron un seguimiento a 4 semanas y 6 meses, donde se determinó que tanto la aplicación de laser como de ultrasonido producía mejoría en cuanto a dolor, fuerza de prensa y de pinza bidigital; y velocidades de neuroconducción con ambas modalidades, aunque reportaron una mejoría ligeramente superior con ultrasonido. (6)

Ebenbichler y cols. en 1998 realizaron un estudio para determinar la eficacia de la aplicación de ultrasonido en síndrome del túnel del carpo, comparándolo con

placebo, y se encontró una mejoría estadísticamente significativa en el grupo de pacientes que recibieron tratamiento activo. (6)

Dentro de las modalidades terapéuticas, se encuentra el láser de baja intensidad, el cual ha mostrado en diversos estudios controlados, efectos benéficos en la sintomatología dolorosa, sensitiva y de fuerza muscular, y estos estudios plantean la posibilidad de utilizar el láser de baja intensidad como una alternativa en el tratamiento conservador del Síndrome del Túnel del Carpo.

Yagci et al en 2001 reportaron una mejoría sustancial en cuanto a fuerza, sensibilidad y dolor en pacientes con síndrome de túnel del carpo en quienes se aplicó terapia con laser y uso de férula de reposo sobre los pacientes en quienes únicamente se aplicó manejo con férula de reposo. (7)

Guizar, en 2011, mediante un estudio doble ciego aplicó Laser infrarrojo en pacientes con síndrome de túnel del carpo sometidos a manejo quirúrgico, encontrando mejoría estadísticamente significativa en dolor, edema, y arcos de movilidad en los pacientes sometidos a terapia laser. (8)

Por lo antes expuesto fue de interés describir y determinar la efectividad de la aplicación de Laser o ultrasonido en los pacientes con síndrome de túnel del carpo. Se realizó valoración clínica y dinamométrica iniciales, posteriormente se realizó la aplicación de Ultrasonido o Laser durante 10 sesiones de acuerdo a asignación aleatoria de grupo, culminando con valoración clínica y dinamométrica.

## **4. ANTECEDENTES**

### **MARCO TEORICO CIENTIFICO**

El síndrome del túnel del carpo fue descrito por primera vez en 1854 por Paget. Las Guías de práctica clínica de la Academia Americana de Cirujanos Ortopedistas definen esta entidad como una neuropatía compresiva sintomática del nervio mediano a nivel de la muñeca. Esta entidad está caracterizada fisiológicamente por la evidencia de incremento de la presión dentro del túnel carpiano y disminución de la función del nervio a este nivel. (1,9)

### **ANATOMÍA**

El túnel del carpo es una estructura bien definida, localizado en una porción no elástica de la región volar en la muñeca. De forma ovalada y se extiende de la porción distal de la región volar de la muñeca a la media palma, justo proximal a la superficie del arco palmar. El túnel del carpo es bordeado en su porción ulnar por el gancho del ganchoso, piramidal y pisiforme, radialmente el trapecio, escafoides y el retináculo flexor del carpo, dorsalmente por el arco cóncavo de los huesos cárpales bases metacarpianas de las porciones centrales, anteriormente por el ligamento transversal del carpo, Éste mide aproximadamente de 1-3 mm de grosor a lo largo de su longitud y de 3-5 cm de ancho. Nueve tendones extrínsecos flexores pasan a través del túnel del carpo:

-flexor profundo de los dedos que consta de 4 tendones, el flexor superficial de los dedos que consta de la misma forma de 4 tendones y, el flexor largo del pulgar junto con el nervio mediano el cual yace de forma volar y radial a los tendones. La rama del nervio mediano conocida como palmar cutáneo se origina de la porción distal volar y radial del nervio mediano, aproximadamente 5 cm proximal a al área de la muñeca. Esta viaja con su nervio de origen 2 cm, antes de separarse entre el palmar mayor y palmar menor. Un centímetro proximal al pliegue de la muñeca este nervio

cutáneo palmar penetra la fascia antebraquial en la porción subcutánea para proveer la sensación de la porción de piel palmar proximal y radial. En su porción distal terminal al túnel del carpo, el nervio mediano típicamente se divide en 6 masas: nervio motor, 3 nervios digitales propios, y dos nervios digitales comunes.

La rama motora inerva la musculatura radial lumbrical y la musculatura intrínseca tenar: el oponente del pulgar, el abductor corto del pulgar y la porción superficial del flexor corto del pulgar. (10)

## **FISIOPATOLOGÍA**

La fisiopatología del Síndrome del Túnel del Carpo involucra una combinación de trauma mecánico, incremento en la presión, y lesión isquémica al nervio mediano dentro del túnel del carpo. (9)

### **Incremento en la presión**

El túnel del Carpo es un canal rígido a través del cual pasan el nervio mediano, los tendones flexores, y las vainas tendinosas, y se comporta como un compartimento cerrado. La presión manejada dentro del túnel del carpo es de 2 a (9) con un límite superior de 13mmHg (1), la cual es más elevada que en otros compartimentos de las extremidades. La presión intraluminal aumenta con la flexión y la extensión de muñeca, realizando puño, con la prensión de un objeto, y la flexión isométrica aislada de un dedo contra resistencia. La extensión de muñeca incrementa la presión intraluminal 10 veces, en tanto que la flexión de muñeca eleva la presión 8 veces (9). y durante los movimientos de Flexión y extensión de la muñeca la presión puede elevarse a los 90mmHg. (3) Debido a esto, los movimientos repetitivos de la mano han sido implicados como uno de los diversos factores de riesgo para la presentación de Síndrome de Túnel del Carpo (9)

### **Lesión Nerviosa**

La desmielinización ocurre cuando el nervio es sujeto de manera repetitiva a fuerzas mecánicas. Se requiere de una presión mucho mayor a la sistólica para producir desmielinización focal. La desmielinización se desarrolla en el sitio de compresión y puede, extenderse a todo el segmento intermodal, dejando los axones intactos, y generando un bloqueo en la conducción (Neuroapraxia). De persistir la compresión, se interrumpe el flujo sanguíneo de los capilares endoneurales, lo que condiciona

una falla de la barrera hemato nerviosa, creando edema endoneural. Esto genera un círculo vicioso consistente en congestión venosa, isquemia y alteraciones metabólicas locales. De perpetuarse la isquemia y el edema endoneural, existe degeneración axonal, atracción y activación de macrófagos, liberación de citocinas inflamatorias, óxido nítrico, y desarrollo de una neuritis química veces. (3,9)

### **Anclaje del Nervio mediano**

Las fibras nerviosas poseen capas de tejido conectivo: el mesoneuro, epineuro, perineuro, y endoneuro. Estas capas deben ser flexibles para que el deslizamiento nervioso se produzca, lo cual es fundamental para el movimiento articular; de otra manera los nervios sufren estiramiento y son lesionados. El nervio mediano es capaz de moverse hasta 9.6mm con la flexión de muñeca y ligeramente menos durante la extensión. La compresión crónica genera fibrosis, lo que inhibe el deslizamiento nervioso y genera cicatrización en el mesoneuro., lo que adhiere al nervio al tejido circundante, resultando en la tracción del nervio durante el movimiento debido a que el nervio intenta deslizarse estando fijado. (3,9)

### **Lesión Isquémica**

Se ha identificado como un componente esencial del túnel del carpo, posee tres etapas: Incremento en la presión funicular, daño capilar con extravasación y edema, y obstrucción del flujo arterial. Se ha demostrado que la isquemia de la extremidad torácica incrementa las parestesias en los pacientes con Síndrome del Túnel del Carpo. (2,3,9)

### **Alteraciones del Tejido sinovial**

Las anomalías del tejido sinovial circunda a los tendones dentro del túnel del carpo pueden considerarse un factor de desarrollo de Síndrome de Túnel del Carpo Idiopático. Estas anomalías incluyen al engrosamiento del tejido sinovial, causado por la actividad manual repetitiva, lo que incrementa el volumen de tejido dentro del canal, generando un aumento de presión intraluminal. Como resultado, existe un incremento en el contenido de proteoglicanos de la matriz tendinosa, que

promueve una hipertrofia del diámetro del tendón, aumentando la presión intraluminal. (9)

## **ETIOLOGIA**

El síndrome del túnel del Carpo puede presentarse secundario a diversas causas, entre las más frecuentes se encuentran las de origen. (3,11,12)

### 1.-Mecánico

- Movimientos repetitivos
- Aumento del Tejido graso a nivel del túnel del carpo
- Fracturas de huesos del carpo

### 2.-Inflamatorios

- Tenosinovitis
- Artritis Reumatoide u otras enfermedades inflamatorias de la muñeca
- Enfermedad del tejido conjuntivo
- Infecciosa
- Artritis séptica de la Muñeca

### 3.-Metabólicas

- Diabetes
- Hipertiroidismo
- Hipotiroidismo

### 4.-Otras

- Embarazo
- Vascular
- Tumoraciones
- Obesidad

## **FACTORES DE RIESGO**

Los diversos factores de riesgo pueden clasificarse como factores constitucionales, hormonales y musculoesqueléticos. Entre los factores de riesgo constitucionales se encuentran el sexo, la edad, la obesidad y el tabaquismo. (13,14)



Dentro de los factores de riesgo se incluye la diabetes, hipotiroidismo, el uso de píldoras anticonceptivas combinadas, el uso de Terapia de remplazo hormonal, y el uso de esteroides en ausencia de artritis inflamatoria. Los factores de riesgo musculoesqueléticos incluyen la artritis reumatoide, osteoartritis, y fractura previa de muñeca. (13,14, 15)

El síndrome del túnel del carpo es una de las causas de discapacidad ocupacional en diversos países, y se ha determinado mediante varios estudios la asociación del rol ocupacional al desarrollo de Síndrome del Túnel del Carpo. Entre estos, destaca la realización de tareas o actividades manuales repetitivas, que involucren la flexión y la extensión repetitiva de las muñecas, o la exposición a vibración transmitida por la mano durante largos periodos de tiempo, particularmente la exposición a herramientas de tipo industrial durante más de 6 horas al día. El riesgo de padecer síndrome de túnel del carpo se incrementa de 5 a 8 veces si se realizan actividades que impliquen la flexión y extensión repetitiva de muñecas durante un tiempo igual o mayor a 20 horas a la semana. (14, 15,16)

### **CUADRO CLINICO**

Los síntomas sensoriales como dolor y parestesias en el territorio del nervio mediano suelen ser los que empeoran gradualmente y presentan un predominio nocturno, y que suelen atenuarse al agitar las manos. En los pacientes con un padecimiento avanzado se percibe torpeza y debilidad al realizar puño de forma constante, la cual mejora con el reposo. La debilidad tenar, y la fatiga, se encuentran en casos avanzados en extremo. El síndrome también puede presentar dolor en la región atrófica tenar. La presencia de hormigueo en toda la mano y de acroparestesias de todos los dedos es común, pero los síntomas confinados al nervio ulnar son raros. (3, 9, 11,12)

### **DIAGNOSTICO**

Actualmente, el diagnóstico de síndrome de túnel del Carpo involucra una combinación de la realización de una historia clínica detallada, exploración precisa, y

de ser necesario, la realización de estudios electrodiagnósticos. Un problema clave relacionado al diagnóstico del Síndrome del Túnel del Carpo, es la ausencia de un estándar de Oro en torno al cual comparar el valor de potencial diagnóstico de las otras pruebas. (17)

En cuanto a la sintomatología del Síndrome de Túnel del Carpo, el Adormecimiento se considera el síntoma predominante, con exacerbación del mismo durante los periodos nocturnos. (12,18) Históricamente, las pruebas clínicas provocativas como la de Phalen y la de Tinel han sido utilizadas como auxiliares en el diagnóstico de síndrome de Túnel del Carpo se ha reportado una sensibilidad de 68% y un especificidad del 73% para la prueba de Phalen, y se concluyó que es una prueba útil, pero de la cual pueden esperarse falsos negativos. La prueba de Tinel dice ser positiva al percutir sobre la superficie volar de la muñeca, causando parestesias en los dedos inervados por el nervio mediano. Se pensaba que la prueba de Tinel poseía una sensibilidad menor que Phalen(9%-63%), sin embargo se han reportado especificidades tan altas como el 100%. (17,18,19,20,21)

El signo de Flick presentó una especificidad del 74% para Síndrome de Túnel del Carpo con respecto al estudio electromiográfico. (12,18,19,20, 21)

## **TRATAMIENTO**

Existen diversas intervenciones, tanto quirúrgicas como no quirúrgicas, para el tratamiento del Síndrome del túnel del carpo. No existe una terapia universalmente aceptada, aunque existen diferentes vertientes de manejo tanto unidisciplinario como multidisciplinario. El manejo conservador incluye: Medidas generales, uso de férulas de reposo, uso de medicamentos por vía oral, Infiltración local de esteroides, y el uso de modalidades físicas como Ultrasonido y Láser. (22)

Las opciones de tratamiento no quirúrgico varían desde el reposo y modificación de actividades al uso de férula de reposo, o el uso de medicamentos por vía oral como Analgésicos Antiinflamatorios no esteroideos o el uso de esteroides orales. Los tratamientos conservadores comúnmente utilizados son el uso de férula de reposo, con 56.3%, y el consumo de agentes antiinflamatorios no esteroideos. (23)

Una revisión sistemática mostró beneficio a corto plazo con Ultrasonido, Esteroides orales y movilización de los huesos del carpo, no encontrándose resultados significativos a favor de otras modalidades no quirúrgicas. (23)

Uso de Medicamentos orales: Se utilizan diuréticos, antiinflamatorios no esteroideos, Piridoxina (vitamina B6), y esteroides de administración oral. Los corticoesteroides administrados por vía oral han demostrado mayor efectividad que los antiinflamatorios no esteroideos o los diuréticos en el tratamiento a corto plazo del Síndrome del túnel del carpo. Se ha reportado una mejoría importante de la sintomatología del síndrome del túnel del carpo a las dos y cuatro semanas posteriores al manejo con prednisolona por vía oral a una dosis de 20mg/día durante dos semanas, seguido de 10mg/día por dos semanas. (22)

## **MANEJO REHABILITADOR**

El manejo conservador en el área de rehabilitación del síndrome del Túnel del Carpo puede incluir:

Uso de Ortesis: Empleo nocturno de férula prefabricada, que coloca la muñeca en posición neutra, y el uso diurno de la férula si el trabajo del paciente lo permite. (24)

El uso de férulas de muñeca en posición neutra ayuda a disminuir la flexión y la rotación repetitivas, aliviando la inflamación leve de los tejidos y disminuyendo la presencia de tenosinovitis, y se ha comprobado mayor efectividad al aplicarse durante los primeros tres meses del inicio de los síntomas.

El uso de férula nocturna se recomienda para prevenir la flexión o extensión prolongada de la muñeca.

El uso de férula de tiempo completo ha mostrado proveer una mayor mejoría de la sintomatología y de las mediciones electrofisiológicas. Sin embargo, el apego a esta modalidad por parte del paciente es difícil. (22,24)

Modificación de la Actividad: Interrupción del uso de maquinaria vibratoria o colocando una almohadilla de apoyo bajo los brazos o frente a la computadora. El evitar la realización de movimientos repetitivos de muñeca y mano que pudieran exacerbar la sintomatología o dificultar el alivio de la sintomatología. Las medidas

ergonómicas para aliviar los síntomas son dependientes de la moción que debe minimizarse. (22,24)

Infiltración Local: La infiltración combinada de corticoesteroide y anestésico local en túnel del carpo o proximal es otra alternativa para el manejo conservador en pacientes con síndrome del túnel del carpo. Se ha encontrado en dos revisiones sistemáticas que la infiltración local con corticoesteroides provee una mayor mejoría de la sintomatología a las 8 y 12 semanas que el consumo de esteroides orales. (22,24)

Hidroterapia: Las propiedades físicas del agua son el calor específico, la conductividad térmica, que determinan que el agua pueda transferir calor por conducción y convección, y resistencia al movimiento debido a su viscosidad.

La hidroterapia se recomienda como tratamiento para el control del dolor, proporcionando un alto nivel de estimulación sensorial a mecanorreceptores periféricos para controlar la transmisión de impulsos nerviosos a través de las vías nociceptivas, reduce el edema periférico, debido a la presión hidrostática del agua y los cambios resultantes en la circulación. (25)

Parafina: Los efectos biológicos de la aplicación de calor son determinados por una serie de respuestas fisiológicas encaminadas a mantener la constancia térmica del organismo. Las respuestas fisiológicas producidas son aumento de la extensibilidad del tejido conectivo, disminución de la rigidez articular, efecto analgésico, efecto antiespasmódico, efecto antiinflamatorio. El calor genera un aumento de la tasa metabólica de los tejidos en un 13% por cada grado que aumenta la temperatura, esto conlleva el aumento de la captación de oxígeno por parte de los tejidos, y mayor llegada de nutrientes, lo que contribuye positivamente a la reparación tisular y cicatrización. Existe también un aumento del flujo sanguíneo debido a vasodilatación y disminución de los impulsos adrenérgicos. (25,26)

Ultrasonido Terapéutico:

Se trata de la transmisión de ondas mecánicas que transmiten energía al comprimir y rarefactar de forma alternativa un material. Se trata de ondas mecánicas que poseen una frecuencia mayor de 20,000Hz, el cual es el umbral superior de la audición humana. El ultrasonido terapéutico posee una frecuencia de entre 0.7 y 3.3MHz. (26)

#### -Generación del Ultrasonido

Se genera mediante la aplicación de una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia sobre el cristal que se encuentra en el transductor de un aparato de ultrasonido este cristal posee propiedades piezoeléctricas que permiten que responda a la corriente expandiéndose y contrayéndose con la misma frecuencia a la cual cambia la polaridad de la corriente eléctrica. Al expandirse el cristal, comprime el material situado enfrente de él y cuando se contrae lo rarefacta. La compresión y rarefacción resultante es la onda de Ultrasonido. (25,26)

#### -Propiedades Físicas

Las ondas que conforman el haz poseen una dirección en sentido longitudinal y en ellas las partículas vibran y se transmiten unas a otras su vibración, siguiendo la dirección del haz. En los fluidos, las únicas perturbaciones que se propagan son las longitudinales, en tanto que en los sólidos predominan las ondas transversales. (25,26)

#### -Frecuencia y Longitud de onda

A mayor frecuencia, el haz se absorbe más rápidamente. Las bajas frecuencias (1MHz) se utilizan para tratar estructuras profundas, y las frecuencias altas (3MHz) para tratar estructuras superficiales como piel y tejido subcutáneo. (25,26)

La longitud de onda en un haz ultrasónico es la distancia existente entre dos planos inmediatos de partículas del medio que estén en el mismo estado de movimiento. La velocidad a la que el haz se propaga depende del medio que esté atravesando en un momento determinado, también lo será la longitud de onda. (25,26)

#### -Velocidad de Transmisión

Depende de la densidad y de la elasticidad de dicho medio. La velocidad de propagación de un haz de Ultrasonido a través de diversas sustancias es muy variable. En tejidos blandos, la velocidad de propagación es de 1540m/s, en tanto

que en el aire (343m/s), el pulmón (650m/s) y el hueso (3500m/s) presentan diversas velocidades de transmisión. (25,26)

#### *-Impedancia Acústica*

Determina la facilidad que un determinado medio ofrece al paso del haz ultrasónico a su través. Relaciona. Si los medios tienen impedancias muy distintas, el ultrasonido se reflejará casi en su totalidad y no podrá alcanzar los órganos situados más profundamente. (25,26)

#### *-Energía, potencia e Intensidad*

El haz de ultrasonidos transporta una determinada cantidad de energía producida por el transductor, al considerarla por unidad de tiempo, se conoce como potencia, y se expresa en Watts. Al dividir la potencia entre la superficie del haz, se obtiene la intensidad ( $W/cm^2$ ), la cual es un parámetro de vital importancia durante la prescripción del Ultrasonido terapéutico. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la intensidad en emisión continua se encuentra limitada a un máximo de  $3W/cm^2$ . (25,26)

#### *-Atenuación*

Pérdida de intensidad que sufre el haz ultrasónico a su paso por los tejidos. Se produce por varios factores, desde la propia absorción por el medio hasta diversas reflexiones que pudieran producirse por la poca homogeneidad del medio. Asimismo, se producen dispersiones de los haces debido a la refracción. La atenuación es directamente proporcional a la frecuencia del ultrasonido utilizado, por lo que existe una mayor pérdida de intensidad del haz en profundidad con ultrasonidos de mayor frecuencia. (25,26)

#### *-Haz de propagación*

En un medio homogéneo, los ultrasonidos se propagan en línea recta. Al ser producidos por un cristal, se forma un haz, del cual sólo el útil la porción más cercana al transductor, denominado Zona de Fresnel. A partir de esta zona, el haz comienza a abrirse en la Zona de Fraunhofer. La posibilidad de dirigir un haz con exactitud es mayor en cuanto más elevada sea su frecuencia; sin embargo, su capacidad de penetración es menor. (25,26)

### *-Reflexión y rarefacción*

Cuando un haz de Ultrasonido va por un medio determinado que posee una impedancia  $Z$ , y encuentra, perpendicular a su trayectoria, otro medio distinto con Impedancia  $Z_2$ , se produce una reflexión de parte del haz, denominado eco, el cual será mayor cuanto mayor sea la diferencia de impedancia entre ambos medios, siguiendo la fórmula:

$$E = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

si la diferencia de impedancia entre ambos medios es grande, como al pasar de un tejido al aire, la proporción de ultrasonido reflejado es casi 1, con lo que no pasa al segundo medio. Es por este principio, por el cual se debe evitar la presencia de gases y la necesidad de utilizar sustancias de acoplamiento (gel, aceite, agua) entre el emisor y la piel del paciente. En el interior del cuerpo, se produce una reflexión significativa en el espacio comprendido entre tejidos blandos y hueso. Si el haz encuentra a su paso un medio de impedancia muy diferente, se verá reflejado en su mayor parte, y quedará muy poca energía para los tejidos situados más profundamente. De manera adicional, la zona proximal que se encuentra cercana al cambio de medio verá muy incrementada su dosis. Esto puede ocurrir al intentar atravesar el hueso, el pulmón, o una burbuja de aire gástrica o cólica. Los haces incidentes y reflejados pueden superponerse, atenuándose o intensificándose. De producirse intensificación, la intensidad aumenta al generarse una onda estacionaria. Para reducir o evitar este problema, la aplicación se realiza movilizándolo continuamente el cabezal o aplicador, y utilizando la intensidad más baja necesaria. (25,26)

### *-Cavitación y Pseudocavitación*

Si se utilizan intensidades muy altas, las presiones y tracciones que sufre el medio atravesado por el ultrasonido pueden llegar a ser tan grandes que se desgarre, por lo que sobre el hueco se concentrará más el haz. Este fenómeno se conoce como cavitación y no debe producirse a las intensidades utilizadas en medicina. Sí que puede ocurrir que en la tracción, al atravesar un líquido orgánico, se produzcan

péqueñas burbujas del gas disuelto en ese líquido. A este fenómeno se le conoce como pseudocavitación. (25,26)

#### -Efectos del ultrasonido sobre los tejidos orgánicos

El efecto terapéutico del ultrasonido está determinado por diversos efectos que se superponen, y se catalogan en efectos térmicos y efectos no térmicos.

##### *-Acción térmica*

Las moléculas de las células se someten a vibración de altas frecuencias y la energía mecánica se transforma en térmica debido al rozamiento. En una aplicación fija, la temperatura se eleva hasta 6 grados en zonas cercanas al transductor, y 3 grados en las zonas más alejadas. En los tratamientos por deslizamiento la temperatura varía de manera continua, con valores menores que en aplicaciones fijas(26) Los efectos térmicos del ultrasonido incluyen aceleración del metabolismo, reducción o control del dolor y del espasmo muscular, aceleración de la velocidad de conducción nerviosa, aumento del flujo sanguíneo y aumento de la extensibilidad de los tejidos blandos. El ultrasonido permite el calentamiento selectivo de los tejidos con niveles de colágeno elevados, siendo útil para el calentamiento de tendones, ligamentos, cápsulas articulares y fascias sin provocar un calentamiento excesivo del tejido adiposo situado por encima de estos tejidos. (26)

El aumento de temperatura varía en función del tejido sobre el que se aplique, la frecuencia, la intensidad media y la duración de la aplicación del Ultrasonido, y es proporcional al coeficiente de absorción del tejido con la frecuencia de ultrasonido usada. La frecuencia de ultrasonido de 1MHz se utiliza para calentar tejidos de hasta 5cm de profundidad, en tanto que la frecuencia de 3MHz se utiliza para calentar tejidos de 1-2cm de profundidad. (26) El movimiento del transductor durante la aplicación ayuda a igualar la distribución del calor.

Si la intensidad del ultrasonido es muy elevada, el paciente se quejará de un dolor profundo debido al calentamiento excesivo del periostio, por lo cual se deberá reducir la intensidad. (25)

##### *-Efectos no térmicos*



El ultrasonido tiene diversos efectos sobre los procesos biológicos que no parecen estar relacionados con el aumento de la temperatura de los tejidos, y son resultado de los acontecimientos mecánicos del ultrasonido, incluyendo la cavitación, la micro corriente, y la corriente acústica. Al aplicar Ultrasonido pulsátil con un ciclo de trabajo del 20%, el calor generado durante el ciclo de encendido se dispersa. (25,26) Entre los efectos no térmicos, se encuentran el aumento de los niveles de calcio intracelular, aumento de la permeabilidad de la piel, y de la membrana celular, se favorece un aumento de la degranulación de mastocitos, favorece la respuesta de macrófagos y de síntesis proteica de los fibroblastos y de los tendones, Aumenta la síntesis de óxido nítrico en las células endoteliales, además de favorecer la permeabilidad de la membrana celular. (27)

#### -Aplicación Clínica en Síndrome de túnel del carpo

La modalidad continua no se recomienda para el manejo del síndrome del túnel del carpo, debido al riesgo de afección negativa de la velocidad de conducción nerviosa por calentamiento excesivo. Se determinó que la aplicación pulsátil del ultrasonido produce una mejora significativa de la sintomatología de fuerza de prensión y de pinza bidigital. (6,27)

La aplicación de Ultrasonido terapéutico puede ser beneficiosa en el manejo a largo plazo del síndrome del túnel del carpo. Un ensayo aleatorizado, doble ciego encontró que el manejo con 20 sesiones de terapia ultrasónica durante 7 semanas resultó en una reducción significativa de la sintomatología a las dos y siete semanas y a los 6 meses. (27)

#### -Contraindicaciones del Uso de Ultrasonido

Neoplasias, embarazo o menstruación en la aplicación lumbar, laminectomía en nivel superior a l2 por riesgo de daño de médula espinal., tromboflebitis y trombosis venosa, aplicación estacionaria sobre una arteria, riesgo de lesión endotelial, aplicación en ojos, gónadas e implantes de silicona, debido a las reflexiones que producen, en regiones cercanas a placas de crecimiento, inflamación aguda por

infección, fracturas, isquemia, la aplicación en polineuropatías sobre el nervio puede agravar el bloqueo, presencia de cemento articular, uso de marcapasos. (26,27)

#### -Técnica de Aplicación del Ultrasonido

*-Aplicación por contacto:* Requiere del uso de un gel de acoplamiento, y se efectúa deslizando el cabezal para homogeneizar la radiación en los tejidos. Una zona de 10cm de lado requiere 10 minutos de tratamiento y se considera la más grande a tratar, sin embargo la tendencia actual es realizar tratamientos muy localizados y en puntos concretos. (28)

*-Aplicación bajo el agua:* Se utilizará una cubeta de plástico, con superficie no reflectante, con agua hervida. Modalidad útil para tratar la mano, el pie o zonas con eminencias óseas e irregulares. El segmento a tratar y el cabezal se introducen en el agua, y se sitúa el cabezal a 2-3cm de aquella, mientras se mueve como en la técnica de contacto. (28)

#### -Parámetros del tratamiento con ultrasonido

*-Frecuencia:* en función de la profundidad del tejido a tratar. En tejidos de hasta 5cm de profundidad se utiliza 1MHz, y para tejidos con profundidad de 1-2cm se utiliza 3MHz. (25,28)

*-Ciclo de trabajo:* Para conseguir efectos térmicos, se utiliza el ciclo de trabajo al 100%, en tanto que si se desean los efectos no térmicos, se utiliza un ciclo de trabajo del 20%. (25,28)

*-Intensidad:* Si se desea obtener aumento de temperatura del tejido, se utiliza una intensidad de entre 1.5 -2W/cm<sup>2</sup> para una frecuencia de 1MHz. Si se utiliza una frecuencia de 3MHz, se utilizará una intensidad de 0.5W/cm<sup>2</sup>. Cuando se aplica Ultrasonido para conseguir efectos no térmicos, se utilizan intensidades de entre 0.5-1W/cm<sup>2</sup>. (25,28)

*-Duración:* Para la mayoría de las aplicaciones térmicas y no térmicas el ultrasonido se aplica durante 5-10 minutos para cada área a tratar, que deberá ser el doble del

Área de de Radiación Efectiva del transductor. Se debe aumentar cuando se utilizan intensidades o frecuencias de ultrasonido más bajas. (25,28)

### Láser:

La Luz es energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro electromagnético. La mayoría de la luz es policromática, y está formada por distintas longitudes de onda dentro de un rango amplio o estrecho. El LASER (siglas de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) es luz monocromática (una sola longitud de onda), coherente (sus fotones se encuentran en fase) y direccional. (25,28)

### -Propiedades físicas del Laser y de la luz.

#### *-Fuentes de Luz*

La luz puede producirse por emisión a partir de un tubo de vidrio lleno de gas o un fotodiodo. En la actualidad, las fuentes de luz terapéuticas utilizan fotodiodos en lugar de tubos de vidrio. Estos fotodiodos se encuentran formados por dos capas de material semiconductor, una de las cuales posee mayor cantidad d cargas positivas, en tanto que la otra posee más cargas negativas. Cuando los electrones caen desde el material tipo negativo al material tipo positivo, emiten fotones de distintas frecuencias. Los diodos laser producen luz monocromática, coherente y unidireccional que proporciona luz de alta intensidad en un área. (26)

#### *-Longitud de Onda*

La longitud de onda de la luz afecta la profundidad de penetración e influye en la naturaleza de los efectos celulares de luz. El rango de longitudes de onda va de 600-1500nm, roja o infrarroja. La luz infrarroja penetra 2-4cm en las partes blandas, en tanto que la luz roja únicamente penetra algunos milímetros, a través y bajo la piel. (26)

#### *-Potencia y densidad de potencia*

Es la tasa de flujo de energía, en tanto que la densidad de potencia es la tasa del flujo de energía por unidad de área. La intensidad de la luz puede expresarse en Watts o miliWatts, o en densidad de potencia (mW/cm<sup>2</sup>).

Los láseres se dividen en 4 clases de acuerdo con sus rangos de potencia. La potencia de la mayoría de los diodos laser con fines terapéuticos está entre 5mW y 500mW, perteneciendo a la clase 3B. (26,28,29)

*-Clasificación de Láser*

<b>Clase</b>	<b>Potencia</b>	<b>Efectos</b>
1	<0.5mW	Sin riesgo
1M		Sin riesgo, haz amplio y divergente
2	<1mW	Seguro para una visión momentánea, provoca reflejo de parpadeo
3A	<5mW	Usado para punteros laser. Riesgo para el ojo en exposición prolongada
3B	<500mW	Usado en Terapia. Puede provocar daño ocular permanente con exposición breve. Debe evitarse visión directa del haz.
4	>500mW	Láseres de corte quirúrgico o industrial. Puede causar daño ocular permanente antes de reaccionar, y causar quemaduras cutáneas graves, puede quemar la ropa. Usar con precaución extrema.

*-Energía y densidad de energía*

La energía es la potencia multiplicada por el tiempo de aplicación y se mide en Joules.

$$\text{Energía (J)} = \text{Potencia (W)} \times \text{Tiempo (s)}$$

La densidad de energía o fluencia es la cantidad de potencia por unidad de área y se mide en Joules por centímetro cuadrado (J/cm<sup>2</sup>), y se utiliza como la medida de la dosis de tratamiento preferido. Ésta medida toma en cuenta la potencia, la duración del tratamiento, y el área de aplicación.

$$\text{Densidad de energía (J/cm}^2\text{)} = \text{Energía (J)} / \text{Área de Irradiación (cm}^2\text{)}$$

La mayoría de los aparatos láser permiten seleccionar la energía o la densidad de energía. Durante el uso de un aparato de láser, no es necesario seleccionar la duración del tratamiento, porque la energía comprende el tiempo. (26,28,29)

#### -Efectos clínicos de los láseres y la luz

Se relacionan con el efecto directo de los fotones en los cromóforos intracelulares en diversos tipos de células. Un cromóforo es la porción de una molécula que absorbe y confiere el color, y puede ser estimulado con energía luminosa para activar reacciones químicas. (26,28 ,29)

Los efectos biológicos se enumeran a continuación:

-Aumento de la producción de Trifosfato de Adenosina: La luz de láser roja (632.8 nm) mejora la función mitocondrial y aumentan la producción de ATP hasta en 70%. Esto se produce por un aumento de la enzima citocromo oxidasa y por una facilitación de la transferencia de electrones por la citocromo C oxidasa. Este aumento en la síntesis de ATP es el elemento angular de muchos de los beneficios clínicos de la terapia láser, en particular de la estimulación de la cicatrización tisular. (30)

-Aumento de la producción de Colágeno: Debido a un aumento en la síntesis de ARNm que codifica el procolágeno. (31)

-Regulación de Inflamación: Se favorece la degranulación de mastocitos, síntesis y liberación de mediadores químicos de proliferación de los fibroblastos por parte de los macrófagos. (26,32)

-Provocación de Vasodilatación: Mediada por la liberación de óxido nítrico que aumenta por la radiación con luz roja. Esta vasodilatación podría acelerar la cicatrización tisular al aumentar la disponibilidad de oxígeno y otros nutrientes y al acelerar la eliminación de productos de desecho de la región irradiada. (25,26,32)

-Alteración de la Velocidad de conducción y regeneración nerviosa: La aplicación de láser genera un aumento en la velocidad de conducción en los nervios periféricos, un aumento de la frecuencia de los potenciales de acción, descenso de las latencias sensitivas distales, aceleración de la regeneración nerviosa y reducción de la fibrosis nerviosa en respuesta a la estimulación láser, todos indicativos de un aumento de la

activación del tejido nervioso. Este efecto es más pronunciado con la luz láser roja. (25, 26, 32)

La dosis en el presente estudio se calculó de acuerdo al manual de manejo del equipo láser Multiplex con un voltaje de 120(100) VAC, 60Hz, con tierra física. Fuente láser controlado con microprocesador diodo de Arseniuro de Galio, longitud de onda de 830nm, Salida de láser (potencia óptica) 2Joules/cm2/seg. Aproximadamente colimados con lentes de espejo cóncavo. El cual cuenta con cálculo automático del tiempo de tratamiento y en base a la tabla de dosis recomendadas, con el esquema de absorción de tejido pigmentado (33)

#### -Indicaciones Clínicas de los Láseres terapéuticos

Úlceras y heridas tórpidas, Cicatrización y reparación tisular, Artritis reumatoide, Artrosis, Tendinopatías, Fibromialgia, Lesiones agudas de partes blandas, lumbalgia y cervicalgia, fascitis plantar, dolor neurogénico, dolor miofascial, epicondilitis, epitrocleítis, enfermedad de Quervain(25,26,28,29,34)

#### -Contraindicaciones del Láser Terapéutico

Irradiación directa de los ojos, Cáncer, Uso en región lumbar baja o abdomen durante el embarazo, o sobre placas epifisiarias en la infancia, sensibilidad alterada, estado mental alterado, fotofobia o sensibilidad anormal a la luz, pretratamiento con uno o más fotosensibilizadores, trombosis venosas o arteriopatías. (25, 26, 28, 29, 34)

## **DINAMOMETRIA DE MANO**

Pearn se remonta al siglo XVIII para citar la existencia de dos primitivos modelos de dinamómetros para valorar fuerza de presión diseñados respectivamente por Graham y Desaugliers en 1763 en Londres y por Regnier en 1798 en Paris. El desarrollo del conocimiento científico de la dinamometría de la mano comienza con

Everett y con Bechtol, que en 1954 diseña el dinamómetro mecánico Jamar que aún hoy día es de uso cotidiano en la práctica clínica. (35, 36)

### **Fisiología de la Presión**

La fuerza de presión es la expresión de la acción sinérgica de la musculatura flexora de los dedos, tanto extrínseca como intrínseca. La musculatura intrínseca de la mano está integrada por los interóseos (cuatro dorsales y tres palmares), lumbricales, el aductor del pulgar, la musculatura de la región hipotenar (oponente del 5to, flexor propio del 5to dedo, abductor del 5to dedo) y los músculos de la región tenar (abductor corto, flexor corto y oponente). Los flexores extrínsecos de los dedos comprenden al flexor común superficial y al flexor común profundo. (35, 36)

El músculo flexor profundo de los dedos se considera el elemento motor esencial de la presión. La musculatura tenar se encarga de guiar el movimiento de oposición del pulgar afrontándole al resto de los dedos, y el aductor y el primer interóseo dorsal estabilizan la base del pulgar. La incompetencia de la musculatura intrínseca genera una asincronía en la flexión de los dedos, la cual será posible pero con escasa fuerza, ya que se realizará únicamente con la tracción ejercida por el componente extrínseco. La importancia de la musculatura intrínseca de a la mano queda mayormente representada al ejercer la fuerza de pinza, donde existe un descenso del 77% y del 60% de la fuerza de pinza tras realizar un bloqueo selectivo de los nervios cubital o mediano respectivamente. (35, 36)

La acción prensil de la mano resulta de la integración de la actividad de numerosos elementos neuromusculares actuando sobre las palancas óseas de los cinco radios de la mano y por ello la valoración de la fuerza de presión es un estudio global del correcto funcionamiento de esta unidad biomecánica. Cualquier alteración anatómica o funcional, en alguna de estas estructuras determinará un menoscabo en los estudios dinamométricos de presión. (35, 36)

### **Aplicaciones de la valoración de la fuerza de presión**

Valoración Funcional: Para realizar una valoración funcional y cuantificar el déficit de presión se realiza un análisis comparativo de la fuerza de presión en ambas

manos, y de debe determinar la Fuerza máxima de ambos grupos musculares y empleando la siguiente relación:

$$\%d\u00e9ficit = \frac{F. \text{ M\u00e1xima (sano)} - F. \text{ M\u00e1xima (lesionado)}}{F. \text{ M\u00e1xima (sano)}} \times 100$$

En el caso de que ambos miembros presentasen alg\u00fan tipo de lesi\u00f3n, se recurrir\u00e1 a estudios de valores normales en poblaci\u00f3n sana. A este fin, se han establecido criterios a partir de qu\u00e9 valores se debe tomar en consideraci\u00f3n una determinada p\u00e9rdida de fuerza muscular en trabajo isom\u00e9trico. Si se realiza un estudio dinamom\u00e9trico en ambos extremidades en un sujeto normal y se encuentran diferencias inferiores a 10%, no deben ser consideradas. Si la diferencia se sit\u00faa entre 10% y 20% se considera que puede existir alg\u00fan tipo de patolog\u00eda, y s\u00f3lo si se encuentra una diferencia superior a 20% se debe considerar la existencia de una lesi\u00f3n. (35, 36)

### **Aplicaci\u00f3n en la cl\u00ednica diaria**

La valoraci\u00f3n dinamom\u00e9trica de mano no solo es un valioso m\u00e9todo de ayuda para monitorizar la evoluci\u00f3n de los pacientes y precisar su nivel funcional, sino que tambi\u00e9n ha servido para mejorar el conocimiento de algunas patolog\u00edas, y es de gran ayuda para valorar de un modo objetivo el progreso o la estabilizaci\u00f3n de evolutiva en el curso de los programas de tratamiento rehabilitador.

La evaluaci\u00f3n de la fuerza de presi\u00f3n se ha convertido en una prueba complementaria reconocida en la valoraci\u00f3n de la mano reumatoide, de la mano afectada por poliartritis psori\u00e1sica, y de las secuelas de lesiones traum\u00e1ticas en antebrazo y mano. Igualmente se ha mostrado como una t\u00e9cnica \u00fatil en la evaluaci\u00f3n de las neuropat\u00edas perif\u00e9ricas de los nervios mediano y cubital. (35, 36)

### **Aparataje para valorar la fuerza prensil**

En 1954, Bechtol dise\u00f1a un dinam\u00f3metro hidr\u00e1ulico, el dinam\u00f3metro Jamar, que es capaz de evaluar la fuerza de presi\u00f3n isom\u00e9trica. (36)

### **Los requerimientos de un dinam\u00f3metro de mano**



Debe ser fácil de usar, que permita una exploración rápida, y posibilitar la realización de una técnica rigurosa de evaluación, proporcionar resultados reproducibles independientemente de la fortaleza del usuario; permitir una correcta adaptación a diversas situaciones y deben ser validados independientemente del tamaño de la mano del sujeto y deben posibilitar la exploración aún en presencia de limitaciones de movilidad en los dedos de la mano, así como tener un costo razonable y constar un fácil mantenimiento. (37)

### **Dinamómetro Jamar.**

Se trata de un dinamómetro hidráulico, que expresa la fuerza de presión realizada en Kilogramos, y en libras. Posee 5 posiciones ajustables, separadas por una distancia de 0.5 pulgadas, lo que permite analizar la fuerza ejercida en distintas posiciones de cierre de la mano. Determina una fuerza máxima de 90Kg (200lb) y la unidad de la escala es de 2Kg (5 libras). (38)

Mide fuerza isométrica de presión en cada una de las posiciones, aunque en realidad, existe un mínimo desplazamiento al realizar máximo esfuerzo (6mm)

Este dinamómetro es el dispositivo más utilizado y aceptado para valorar la fuerza de presión como reconoce la American Society of Hand therapists (38)

Existe evidencia de la alta validez y reproductibilidad de sus medidas determina un error intraobservador inferior a 1.4Kg, y un margen de error en la medida inferior a 5%.(39, 40)

Hamilton ratifica la alta reproductibilidad en la medida mediante un estudio test-retest efectuado en 33 individuos sanos y únicamente encuentra baja consistencia en la medida efectuada en la posición I del dinamómetro. (41)

Mathiowetz realiza un estudio test- retest a fin de analizar la consistencia de la medida, y encuentra un alto coeficiente de correlación intraobservador en todos los test realizados.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PLOBLEMA

El síndrome del Túnel del Carpo afecta al 10% de la población general y al 15% de los trabajadores de diferentes industrias, con una incidencia de 61 enfermos por cada 100,000 habitantes al año en Estados Unidos de América. La realización de este estudio se justifica por la frecuencia con la que se presenta este padecimiento, ya que provoca limitación funcional de la mano, que es el principal instrumento de trabajo del ser humano, y repercute en las actividades de la vida diaria del paciente, afectando su calidad de vida. Genera incapacidades frecuentes y pérdidas económicas para las instituciones de salud y las empresas.

Es importante mencionar la pérdida de productividad laboral que éste padecimiento ocasiona, así como el costo del tratamiento, continúan siendo sustanciales. Un estudio longitudinal realizado a 6 años, reportó pérdidas de entre \$197 millones y 382 millones de dólares, equivaliendo entre \$45,000 a \$89,000 dólares por paciente. (2) Dentro del tratamiento del Síndrome de túnel del Carpo, existen dos vertientes principales: El tratamiento quirúrgico, y el tratamiento conservador. De ésta última vertiente, se tienen una amplia gama de terapéuticas a enumerar: La infiltración con esteroides, el uso de férulas, así como el uso de Ultrasonido Terapéutico o de laser, ambos reportando efectos benéficos en el manejo del síndrome del túnel del carpo. (4,5,6,7,23,27,42,43) Estos estudios plantean la posibilidad de utilizar el láser de baja intensidad como una alternativa en el tratamiento conservador del Síndrome del Túnel del Carpo.

Por lo tanto en el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente pregunta:

¿Es la aplicación de Laser Terapéutico de baja Intensidad más efectivo que el Ultrasonido para mejorar dolor, sensibilidad y fuerza muscular en pacientes con neurapraxia del nervio mediano a nivel del túnel del carpo con manejo conservador?

## 6. JUSTIFICACION

El síndrome del Túnel del Carpo afecta al 10% de la población general y al 15% de los trabajadores de diferentes industrias, con una incidencia de 61 enfermos por cada 100,000 habitantes al año en Estados Unidos de América. La realización de este estudio se justifica por la frecuencia con la que se presenta este padecimiento, ya que provoca limitación funcional de la mano, que es el principal instrumento de trabajo del ser humano, y repercute en las actividades de la vida diaria del paciente, afectando su calidad de vida. Genera incapacidades frecuentes y pérdidas económicas para las instituciones de salud y las empresas.

De la realización del presente estudio, se permitirá contar con una alternativa más en la lista de modalidades terapéuticas para el tratamiento conservador de los pacientes con Síndrome del Túnel del Carpo que requieran de manejo conservador, al conocer la eficacia de esta modalidad terapéutica, realizando mediciones comparativas antes y después del periodo de tratamiento. De la realización de este estudio, el principal beneficio recaerá en el paciente de la unidad, ya que se contará con un estudio que permita brindar una opción adicional de manejo Rehabilitatorio del Síndrome del Túnel del Carpo, y de ser posible, con el establecimiento de un programa de manejo terapéutico con la aplicación diaria a fin de minimizar las pérdidas económicas de la empresa y el gasto de recursos.

Fue de interés la realización de un estudio comparativo a fin de determinar la efectividad de las terapéuticas comúnmente empleadas en esta unidad de rehabilitación a fin de encontrar la terapéutica que reporte el mayor beneficio para el paciente en términos de dolor, sensibilidad y fuerza muscular.

## 7. OBJETIVO

### OBJETIVO GENERAL

- Comparar la eficacia del Láser de Baja Intensidad contra Ultrasonido terapéutico para mejorar dolor, sensibilidad y fuerza muscular en pacientes con Síndrome de Túnel del Carpo del tipo de la neuroapraxia con manejo conservador.

## **8. HIPÓTESIS**

### **HIPOTESIS NULA**

La aplicación de láser de baja Intensidad comparada con ultrasonido terapéutico es igual de efectivo para mejorar dolor, sensibilidad y fuerza muscular en pacientes con síndrome de Túnel del Carpo del tipo de la neuroapraxia con manejo conservador

### **HIPOTESIS ALTERNA**

La aplicación de láser de Baja Intensidad comparada con ultrasonido terapéutico brinda mayor efectividad para mejorar dolor, sensibilidad y fuerza muscular en pacientes con síndrome de Túnel del Carpo del tipo de la neuroapraxia con manejo conservador

## **9. SUJETOS Y METODOS**

### **9.1 Sujetos**

El presente estudio ensayo Clínico ciego simple, se realizó de Agosto a Diciembre de 2012, en la en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social Delegación 4 del Distrito Federal, previa autorización por comité local de investigación, y con colaboración del Área de consulta externa y Área de Terapia Física, en el periodo comprendido entre el 1° de Septiembre al 15 de Noviembre de 2012.

Se captaron 60 pacientes de la consulta externa de la UFRSSXXI, con diagnóstico de Síndrome de Túnel del Carpo por clínica y con Estudio electromiográfico de Neuroapraxia del nervio mediano a nivel del túnel del carpo, sin antecedentes de manejo quirúrgico previo, derechohabientes, ambos sexos, con edades de 18 a 45 años, sin problemas metabólicos(DM), radiculopatía cervical, enfermedades degenerativas o uso de esteroides .

Los pacientes fueron captados por medio del servicio de valoración inicial de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur, en los turnos matutino y vespertino. Durante la valoración inicial se explicó a los pacientes el objetivo general del estudio, así como se realizó la firma de la hoja de consentimiento informado (Anexo 1). La valoración inicial consistió en registro del paciente, elaboración de historia clínica, apertura de expediente personal consistente en hoja de consentimiento informado, hoja de valoración inicial y hoja de valoración final y hoja de Control de Sesiones de Láser o Ultrasonido (Anexos 2,3, y 4). La exploración física realizada consistió en la medición del dolor por medio de la escala análoga visual, medición de sensibilidad superficial y registro como normal, hipoestesia o hiperestesia, y medición de fuerzas de prensión y de pinza bidigital por medio de dinamómetro hidráulico tipo Jamar y dinamómetro para prensión de pinza tipo B&L.

La terapia se asignó aleatoriamente (sobre cerrado), y se otorgaron 10 sesiones de terapia tres veces por semana con aplicación para el Grupo 1: **Ultrasonido** terapéutico con las siguientes especificaciones en modo Pulsátil a Frecuencia 1Mhz, Intensidad 1 W/cm<sup>2</sup>, al 20% por 15 minutos sobre región de túnel del carpo; Grupo 2: **Laser** Galio-Aluminio- Arsénico de baja intensidad de 7000Hz, 24J/cm<sup>2</sup>, 90 segundos de aplicación por punto, en forma pulsátil; 6 puntos en total distribuidos de la siguiente manera: 2 a 3cm del pliegue de la muñeca, 2 en el túnel del carpo, uno en la región tenar, y otro en la región hipotenar.

Al término del tratamiento, se valoró nuevamente y se registraron los datos en la hoja de captación del paciente los parámetros clínicos de dolor, sensibilidad y fuerza de prensión y de pinza bidigital.

Los resultados de las valoraciones inicial y final se anexaron en el expediente personal, y se citaron a consulta subsecuente con su médico tratante para conocimiento de resultados del estudio por parte del mismo, así como egreso o ajuste de tratamiento de ser necesario. También se le dio de forma verbal las medidas preventivas y correctivas para Túnel del carpo como el uso nocturno de férula de reposo, y evitar las actividades repetitivas que involucren flexión y extensión de muñeca.

Cabe mencionar que durante el seguimiento y aplicación de tratamiento ningún paciente presentó algún evento adverso.

## CRITERIOS DE SELECCION

Criterios de Inclusión	<ul style="list-style-type: none"><li>-Derechohabientes del IMSS.</li><li>-Ambos géneros.</li><li>-Edades de 18 a 45 años.</li><li>-Diagnóstico de Síndrome de túnel del Carpo, sin manejo quirúrgico</li><li>-EMG previa con reporte de neuroapraxia de nervio mediano a nivel del túnel del carpo</li><li>-Sin antecedentes de enfermedades (radiculopatía, enfermedades degenerativas que se encuentren en tratamientos con esteroides y/o algún otro medicamento que pueda alterar los resultados).</li><li>-Que acepten participar y que firmen el consentimiento informado del estudio.</li><li>-Capacidad de comprender instrucciones.</li><li>-Cualquier nivel socioeconómico, estado civil u ocupación.</li></ul>
Criterios de Exclusión	<ul style="list-style-type: none"><li>-Menores de 18 y mayores de 45 años.</li><li>-Uso de marcapaso cardíaco.</li><li>-Antecedentes de enfermedades, (alteraciones estructurales, congénitas, infecciosas, cardiovasculares uso de marcapasos, diabetes).</li><li>-Pacientes con cáncer.</li><li>-Estado de gravidez y útero asociado con las condiciones post-traumáticas o post-operatorios.</li><li>-Ingreso para manejo rehabilitador postquirúrgico por síndrome del túnel del carpo.</li></ul>
Criterios de Eliminación	<ul style="list-style-type: none"><li>-Pacientes que no se adhirieran al tratamiento ó no cumplan con el 80% del programa.</li><li>- Asistencia a terapias menor al 80%.</li><li>- Que no completen sus evaluaciones médicas.</li><li>-Deceso durante el transcurso del estudio.</li></ul>



## **9.2 Tamaño de la muestra**

Con el propósito de demostrar una diferencia en los datos de dolor, sensibilidad y fuerza muscular de prensión y pinza bidigital y considerando al grupo de manejo con ultrasonido como grupo control a comparación, se calculó el tamaño de muestra mínimo para ver las diferencias después de 10 sesiones de terapia.

Considerando un error tipo 1 de alfa menor de 0.05, un poder estadístico de 80% y una prueba de una cola, para rechazar diferencias a favor de un solo tratamiento (LASER). Se calculó el tamaño de muestra para diferencia de medias en grupos independientes y diferencias de proporciones para grupos independientes. Considerando dos hipótesis estadísticas se tomó el mayor número de pacientes para responder a todas las hipótesis, la cual consistió en la proporción de recuperación de sensibilidad y fuerza muscular, así como la disminución del dolor.

Se asumió una recuperación de la sensibilidad en el grupo control del 70%, con una diferencia mínima de un 10% más. Por la fórmula de proporciones asumiendo un máximo de pérdidas del 20% más, se estimó una muestra de 28 sujetos por grupo. Una relación de 1:1 Para ambos grupos.

### **9.3 Variables metodológicas**

#### **Variables Independientes o intervención**

##### **LÁSER TERAPÉUTICO**

Definición Conceptual: Las siglas LASER provienen del Inglés “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations”, que en Español se traduce como “Amplificación de la Luz mediante Emisión Estimulada de Radiaciones”, es la aplicación al organismo de energía del espectro electromagnético para facilitarle su actividad bioquímica. ( 25)

Definición Operacional: Se Utilizó un Equipo Láser Galio-Aluminio- Arsénico Multiplex que consta de un puntal de aplicación. Se colocaron lentes protectores, el terapeuta que aplicará el tratamiento, y el paciente, se procedió a colocar al paciente en posición sedente con ambos miembros torácicos sobre una mesa limpia, cubierta con una sábana, con codo en flexión de 30 grados, muñeca en supinación, relajado. Previa limpieza de la región, (carpo región tenar e hipotenar) con torundas alcoholadas. Al grupo 2 se le aplicó Láser de Arseniuro de Galio con un puntal en forma de perpendicular sobre la piel con la siguiente dosis de irradiación: Frecuencia de 7000Hz, 24J/cm<sup>2</sup>, 13 segundos de aplicación por punto, en forma pulsátil; 6 puntos en total distribuidos de la siguiente manera: 2 a 3cm del pliegue de la muñeca, 2 en el túnel del carpo, uno en la región tenar, y otro en la región hipotenar. En un total de 10 sesiones aplicándose 3 veces por semana.

Indicador. Láser de Arseniuro de Galio con un puntal en forma de perpendicular sobre la piel con la siguiente dosis de irradiación: Frecuencia de 7000Hz, 24J/cm<sup>2</sup>, 13 segundos de aplicación por punto, en forma pulsátil; 6 puntos en total distribuidos de la siguiente manera: 2 a 3cm del pliegue de la muñeca, 2 en el túnel del carpo, uno en la región tenar, y otro en la región hipotenar. En un total de 10 sesiones aplicándose 3 veces por semana.

Tipo de variable: Cualitativa

Escala de medición: Nominal, dicotómica.

## ULTRASONIDO TERAPÉUTICO

Definición Conceptual: Onda sonora que transmite energía al comprimir y rarefactar de forma alternativa un material. Se trata de un sonido con una frecuencia mayor de 20000 Hz. El Ultrasonido terapéutico maneja una frecuencia de 0.7 a 3.3MHz, y que es generada por medio de la conversión de energía eléctrica en ondas mecánicas por medio de un cristal con propiedades piezoeléctricas. (25)

Definición Operacional: Se Utilizó un Equipo de Ultrasonido Terapéutico de 1-3Mhz que consta de un transductor de 5cm<sup>2</sup>. El terapeuta que aplicó el tratamiento, se procedió a colocar al paciente en posición sedente con ambos miembros torácicos sobre una mesa limpia, cubierta con una sábana, con codo en flexión de 30 grados, muñeca en supinación, relajado. Previa limpieza de la región, (carpo región tenar e hipotenar) con torundas alcoholadas. Al grupo 1 se le aplicó Ultrasonido Terapéutico con la siguiente dosis: Frecuencia de 1MHz, 1W/cm<sup>2</sup>, en Modo Pulsado al 20% (1:4) durante 15 minutos sobre región de túnel del carpo y 3cm proximal al pliegue de muñeca. En un total de 10 sesiones tres veces por semana

Indicador. Parámetros del ultrasonido: Frecuencia de 1MHz, 1W/cm<sup>2</sup>, en Modo Pulsado al 20% (1:4) durante 15 minutos sobre región de túnel del carpo y 3cm proximal al pliegue de muñeca. En un total de 10 sesiones tres veces por semana.

Tipo de variable: Cualitativa

Escala de medición: Nominal, dicotómica.

## **Dependientes o de resultado**

### DOLOR

Definición Conceptual: Sensación subjetiva de malestar o sufrimiento que se origina como resultado de estimulaciones nocivas que indican daño tisular. También es considerado como un mecanismo protector para el organismo. El dolor se clasifica en dos tipos: Agudo y lento. El dolor agudo se produce en un término de 0.1 seg o más, aumentando por un periodo de segundos hasta minutos; es transmitido por fibras tipo C. (46)

Definición Operacional: La escala visual análoga consiste en una línea recta, habitualmente de 10 cm de longitud numerada del 0-10 de calificación. El paciente

anotó en la línea el grado de dolor que siente de acuerdo a su percepción individual. En la cual se pidió al paciente que eligiera el número que corresponda a la cantidad de dolor que tiene en ese momento, la evaluación se hizo al inicio y posterior a la aplicación de cualquiera de las dos modalidades terapéuticas prescritas.

Indicador: Escala Análoga Visual del dolor. 0 sin dolor, y 10, dolor Insoportable.

Tipo de variable Cualitativa

Escala de medición: Ordinal.

## SENSIBILIDAD

Definición Conceptual: Es la facultad de la corteza cerebral de reaccionar a los estímulos aportados a ellas por vías conductoras centrípetas con un proceso de excitación que marcha paralelamente con un proceso psíquico; comprende las sensaciones de los nervios sensitivos. (46)

Definición Operacional: Se utilizó para evaluarla un algodón, un objeto de metal con punta roma en el extremo distal, un dispositivo para realizar la discriminación de dos puntos. Se colocó a la paciente en posición sedente frente al investigador con los codos a 70° de flexión, supinación de muñeca de 90° y extensión de dedos de 180 a 0°. Se pasó el algodón y el objeto roma de distal a proximal por la cara palmar de ambas manos, refiriendo si el paciente siente o no el paso de dichos objetos, y la región de la mano. Se comparó con la mano contralateral, y se valoró al inicio, y al término de 10 sesiones de terapia.

Indicador: Hipoestesia, Normal, Hiperestesia.

Tipo de Variable: cualitativa

Escala de Medición: Ordinal.

## FUERZA DE PRENSIÓN

Definición Conceptual: Se define como la fuerza medida en Kilogramos o en libras que realizan de manera integrada numerosos elementos neuromusculares actuando sobre las palancas óseas de los cinco radios de la mano. (35)

Definición Operacional: Se estableció por medio del registro de la fuerza de prensión por medio de dinamómetro hidráulico tipo JAMAR de marca Chatanooga Group (a

determinar hasta conseguir el equipo). Se colocó al paciente en posición de sedestación, y se le posicionará de la siguiente manera: Espalda recta, erguida, hombros en aducción y rotación a la neutra, flexión de codo a 90°, antebrazo en posición neutral, muñeca en posición neutral. Se realizó primeramente el ajuste del manillar de acuerdo al tamaño de la mano del paciente, de manera que pueda tomar el dispositivo de forma cómoda. Se le pidió al paciente que apriete la manivela del dinamómetro con la mayor fuerza que le sea posible, y se repitió este procedimiento tres veces. Se realizó el promedio de las tres mediciones, y se registró el promedio como resultado de la fuerza de prensión.

Indicador: Las mediciones de fuerza de prensión se registraron en Kilogramos(Kg) o en Libras(lb).

Tipo de Variable: Cuantitativa

Escala de Medición: Continua

#### FUERZA DE PINZA BIDIGITAL (TIP PINCH)

Definición Conceptual: Se define como la fuerza medida en Kilogramos (Kg) o libras (lb) que se ejerce al realizar el movimiento de pinza bidigital entre los pulpejos del dedo pulgar y el dedo índice. (35)

Definición Operacional: Se estableció por medio del registro de la fuerza de prensión por medio de indicador de pinza mecánico tipo B&L. Se colocó al paciente en posición de sedestación, y se le posicionará de la siguiente manera: Espalda recta, erguida, hombros en aducción y rotación a la neutra, flexión de codo a 90°, antebrazo en posición neutral, muñeca en posición neutral. Se realizó primeramente el ajuste del manillar de acuerdo al tamaño de la mano del paciente, de manera que pueda tomar el dispositivo de forma cómoda. Se le pidió al paciente que apriete la manivela del dinamómetro con la mayor fuerza que le sea posible, y se repitió este procedimiento tres veces. Se realizó el promedio de las tres mediciones, y se registró el promedio como resultado de la fuerza de prensión.

Indicador: Las mediciones de fuerza de pinza bidigital se registraron en Kilogramos (Kg) o en Libras (lb)

Tipo de Variable: Cuantitativa

Escala de Medición: Continua

### **Variables demográficas**

#### **EDAD**

Definición Conceptual: Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento. (46)

Definición Operacional: Se establece el tiempo que ha vivido una persona medido en años por información de proporcionar credencial de elector.

Indicador: Número de años vividos

Tipo de Variable. Cuantitativa de Razón

#### **GÉNERO**

Definición Conceptual: Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer. (46)

Definición Operacional: Se considerará de acuerdo a lo consignado en la hoja de registro del paciente

Indicador: Características fenotípicas observables o consignadas en la hoja de registro del paciente.

Tipo de Variable: Cualitativa nominal

Escala de Medición: Dicotómica

#### **OCUPACIÓN**

Definición Conceptual: Se define como el conjunto de funciones, obligaciones y tareas que desempeña un individuo en su trabajo, oficio, o puesto de trabajo, independientemente de la rama de actividad donde aquella se lleve a cabo y de las relaciones que establezca con los demás agentes productivos y sociales determinados por la posición de trabajo.(46)

Definición Operacional: Se consideró de acuerdo a lo consignado en la hoja de registro del paciente.

Indicador: Ocupación Actual

Tipo de Variable: Cualitativa

Escala de medición: Nominal Policotómica.

## ÍNDICE DE MASA CORPORAL

Definición Conceptual: El IMC es una medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, Ideado por el Estadístico belga L.a. J. Quetelet, es también conocido como índice de Quetelet. Se calcula según la expresión matemática:  $IMC = \frac{\text{masa(Kg)}}{\text{estatura}^2(\text{m})}$ . el valor obtenido no es constante, sino que varía con la edad y el sexo. Depende también de otros factores, como las proporciones de tejido muscular y adiposo. En el caso de los adultos se ha utilizado como uno de los recursos para evaluar su estado nutricional, de acuerdo con los valores propuestos por la OMS. (47)

Definición Operacional: Se considera de acuerdo a lo reportado en la hoja de registro de paciente, tomando los valores siguientes:

- Normal: 18.5-24.99
- Sobrepeso: igual o mayor a 25
- Preobeso: 25.00-29.99
- Obeso tipo I: 30.00-34.99
- Obeso Tipo II:35.00-39.99
- Obeso Tipo III: igual o mayor a 40.00

Indicador: Normal, preobeso, obeso

Tipo de Variable: Cuantitativa

Escala de Medición: Continua

#### **9.4 Recursos**

Los recursos humanos necesarios para este estudio fueron un investigador médico residente de tercer año, un médico especialista en medicina física, y un terapeuta físico.

Los recursos materiales consistieron para la evaluación inicial y final, en un consultorio equipado con escritorio, silla para el investigador y para paciente, hijas, lápices, bolígrafos, cinta métrica, un goniómetro, dinamómetro hidráulico Jamar, indicador mecánico de pinza, un aparato láser de Arseniuro de galio, un puntal, dos lentes protectores uno para el paciente y otro para el aplicador, un aparato de ultrasonido terapéutico de 1Mhz con cabezal de 5cm<sup>2</sup>, y gel conductor.

El único recurso financiero consistió en el costo del dinamómetro hidráulico y el indicador mecánico de pinza, que corrió por cuenta del investigador principal.

El aporte de pacientes por parte de la consulta externa de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Sur Siglo XXI, así como las instalaciones físicas y mobiliario, y aparatos para manejo terapéutico mencionados en el apartado de recursos materiales.



## **9.5 Análisis Estadístico**

Se realizó estadística descriptiva para las variables cualitativas determinando porcentajes, para las variables cuantitativas ordinales se determinaron medianas. Las variables cuantitativas continuas promedio y desviación estándar. Representadas con su respectivo cuadro o grafica. Para la estadística inferencial se aplica prueba de Kolmogorov Smirnov sin distribución normal, aplicando prueba de Wilcoxon para la comparación intragrupo de la variable dolor , t pareada para la variable fuerza y prueba de U Mann Whitney para la comparación entre grupos. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 20, asumiendo una significancia estadística con una p menor de 0.05.

## **9.6 Consideraciones ético legales**

El presente estudio fue sometido a un comité local de investigación con número de registro R-2012-3702-13. Se empleo carta de consentimiento informado.

El estudio se apegó a las recomendaciones y obligaciones tanto internacionales como nacionales para un protocolo de investigación en humanos fase III. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en los Principios Éticos para la investigaciones Médicas en Seres Humanos adaptada por la 8ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia en Junio de 1964, MODIFICADA por la 29ª Asamblea médica Mundial en Tokio, Japón en Octubre de 1975, por la 35ª Asamblea Mundial de Venecia, Italia en Octubre de 19783, la 41ª Asamblea Médica de Hong Kong en Septiembre de 1989 con última revisión en la 48ª Asamblea General de Summerset West, Sudáfrica en Octubre de 1996 y la 52ª Asamblea General de Edimburgo , Escocia en Octubre del 2000. Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial se vincula al médico con la fórmula “Velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente.” El Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, en su título segundo sobre los aspectos éticos en la investigación con Seres Humanos, capítulo Uno, artículos 13, 14, 16 y 17, además del 18, 19, 20, 22 y 23.

## 10. RESULTADOS

Se incluyeron 60 pacientes, 54 pacientes (90%) del sexo femenino, y 6(10%), del sexo masculino. La edad promedio fue de 42.2 años. (Tabla 1).

**Tabla 1.- Características demográficas de la población de pacientes con síndrome de túnel del carpo tratadas con laser y ultrasonido.**

Variable		Grupo tratado con Laser n=30	Grupo tratado con Ultrasonido n= 30
<i>Sexo</i>	Masculino	2	4
	Femenino	28	26
<i>Edad en años, Promedio(1DS)</i>		42.6 (3.7)	42.2 (2.5)
<i>Mano afectada</i>	Derecha	17 (56.7%)	20 (66.7%)
	Izquierda	13 (43.3%)	10 (33.3%)
<i>Suma (%)</i>			

Fuente: UMRSSXXI

**Gráfica 1.- Comparación de actividades laborales entre pacientes con síndrome de túnel del carpo tratadas con laser y ultrasonido.**



Fuente: UMRSSXXI

La ocupación más frecuente fue la de empleado de intendencia y/o obrero con un porcentaje de 36.7% para el grupo de Laser, y de 33.3% para el grupo de ultrasonido. (Gráfica 1).

## CARACTERISTICAS CLINICAS

La mano más afectada fue la derecha, con 37 casos (61.7%), en tanto que la mano izquierda contó con 23 casos (38.3%).

Las manifestaciones clínicas reportadas por los pacientes al inicio de la valoración fueron: hipoestesia y dolor: Hipoestesia en 51 pacientes (85%), 7 pacientes con hiperestesia (11%) y 2 pacientes con sensibilidad normal.

La distribución de sensibilidad entre grupos fue similar.

El dolor promedio al inicio del tratamiento en ambos grupos registrado por medio de escala visual análoga (EVA) 5 en 18 pacientes (30%), EVA 3 en 14 pacientes (23.3%) EVA 6 en 7 pacientes (11.7%), EVA 7 en 6 pacientes (10%), EVA 8 en 6 pacientes (10%), EVA 2 en 3 pacientes (5%), EVA 1 en 2 pacientes (3.3%), EVA 9 en 2 pacientes (3.3%) y EVA 4 en paciente (1.7%).

**Dolor:** El promedio de Dolor inicial del tratamiento fue de 4.73 para el grupo de Laser y de 5.4 para el grupo de Ultrasonido.

**Fuerza:** El promedio de fuerza de prensión fue de 14.07 Kg en el grupo de laser y de 14.83 Kg en el grupo de ultrasonido.

**Pinza:** El promedio de la fuerza de pinza bidigital inicial fue de 5.6 Kg en el grupo de laser y de 5.17 Kg en el grupo de ultrasonido. Ver (Tabla 2).

**Tabla 2.- Características Clínicas de pacientes con síndrome de túnel de los carpos manejados con laser y ultrasonido.**

Variable	Grupo tratado con Laser n=30	Grupo tratado con Ultrasonido n= 30
<i>Dolor EVA Promedio (IDS)</i>	4.73 (2.180)	5.4 (1.976)
<i>Sensibilidad inicial Número , porcentaje</i>	Normal Hipoestesia Hiperestesia	Normal Hipoestesia Hiperestesia
	1 (3.3%) 28 (93.3%) 1 (3.3%)	1 (3.3%) 26 (76.7%) 6 (20%)
<i>Sensibilidad Inicial, Promedio (IDS)</i>	2 (.26)	2.17 (.461)
<i>Fuerza de Prensión Inicial, promedio (IDS)</i>	14.07 (7.35)	14.83 (6.99)
<i>Fuerza Pinza Inicial, promedio (IDS)</i>	5.6 (2.581)	5.13 (2.193)

Fuente de Datos: UMFRSXXI

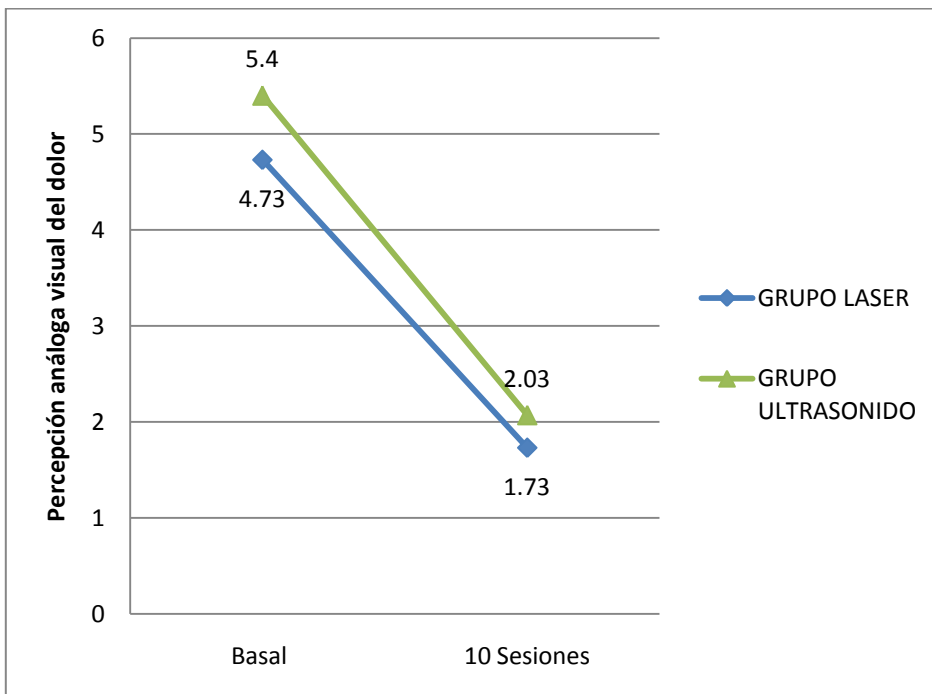
## DIFERENCIA ENTRE GRUPOS

### DOLOR

En el grupo de laser el promedio de dolor pre tratamiento fue de **4.73** y post tratamiento de **1.73** por EVA.

En el grupo de ultrasonido el promedio de dolor pre tratamiento fue de **5.4** y post tratamiento de **2.03** por EVA. Ver (Gráfica 2). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

**Gráfica 2.-Comparación del dolor en pacientes con síndrome de túnel del carpo tratados con Laser y Ultrasonido pre y post tratamiento.**



Fuente: UMRSSXXI

### SENSIBILIDAD

En el grupo de laser el promedio de sensibilidad pre tratamiento fue de **2** y post tratamiento de **1.27**.

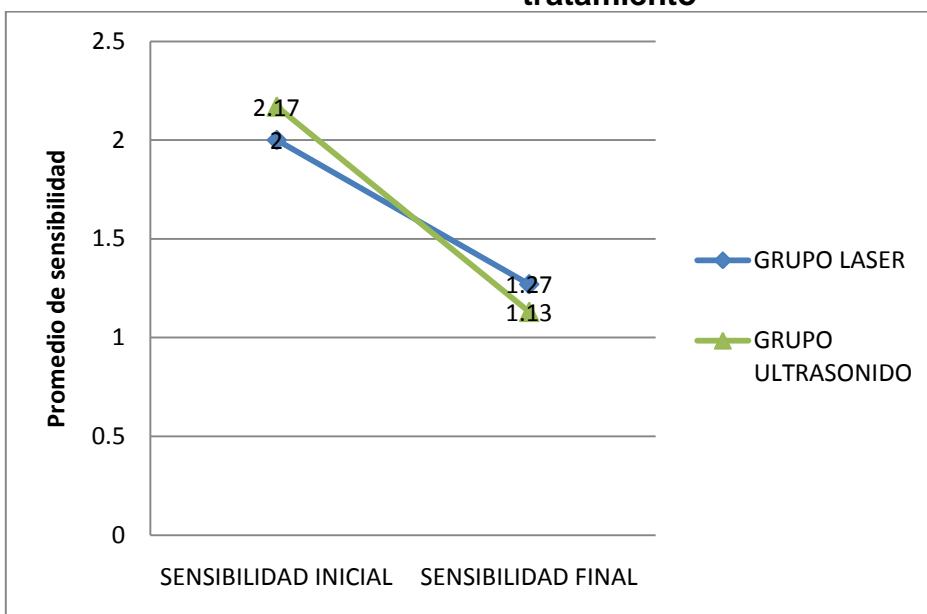
En el grupo de ultrasonido el promedio de dolor pre tratamiento fue de **2.17** y post tratamiento de **1.13**. Ver (Gráfica 3). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

### Normalización de la sensibilidad

En cuanto a la sensibilidad final, el grupo de laser reportó una mejoría de 28 (93.3%) pacientes con hipoestesia y 1(3.3%) pacientes con hiperestesia, se logró una normalización de la sensibilidad en 22 pacientes (73.3%), persistiendo con hipoestesia 8 pacientes (26.7%) al término de la terapia.

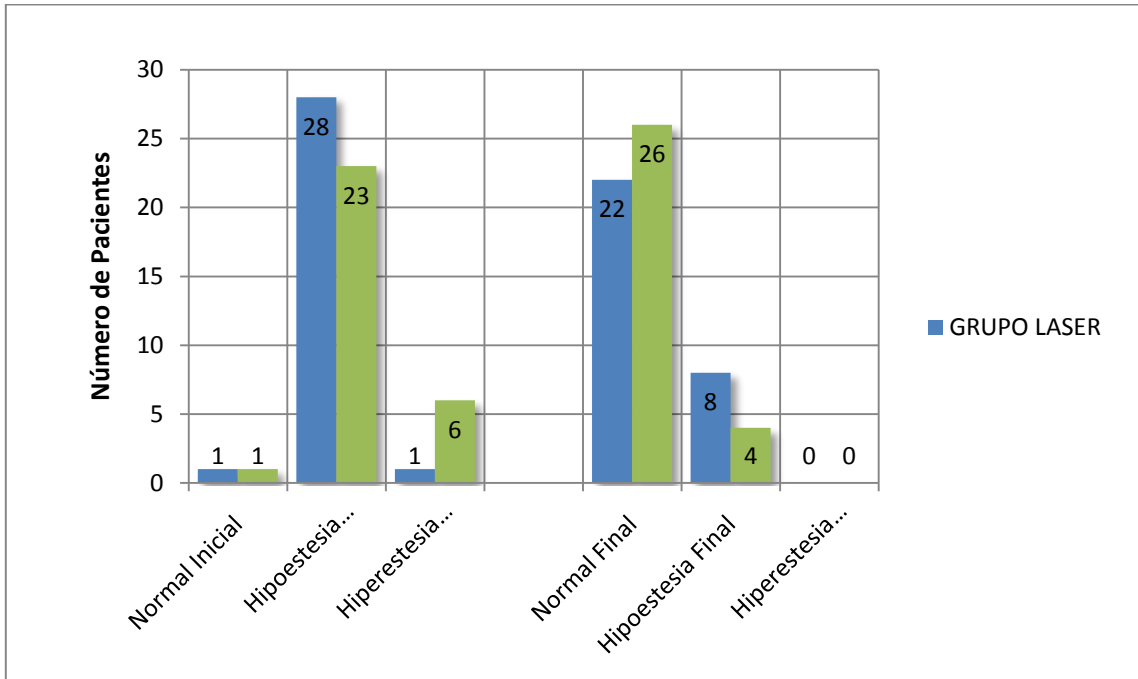
En el grupo de ultrasonido, de 23 pacientes con hipoestesia (76.7%) y 6 pacientes con hiperestesia (20%), al término de la terapia se reportó una normalización de la sensibilidad en 26 pacientes (86.7%) en tanto que únicamente 4 pacientes (13.3%) persistieron con hipoestesia. (Gráfica 4). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

**Gráfica 3.- Comparación del promedio de sensibilidad en pacientes con síndrome de túnel del carpo tratados con Laser y Ultrasonido pre y post tratamiento**



Fuente de Datos: UMFRSXXI

**Gráfica 4.- Comparación del promedio de sensibilidad en pacientes con síndrome de túnel del carpo tratados con Laser y Ultrasonido pre y post tratamiento**



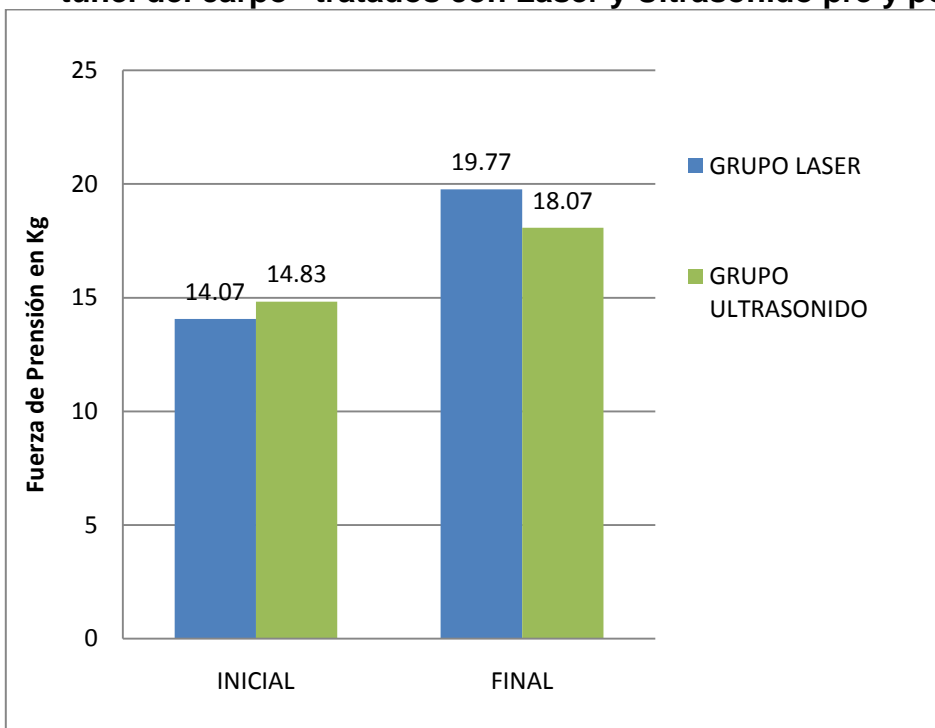
Fuente de Datos: UMFRSXXI

#### **Fuerza de presión**

En el grupo de laser el promedio de fuerza de presión pre tratamiento fue de **14.07Kg** y post tratamiento de **19.77Kg**.

En el grupo de ultrasonido el promedio de fuerza de presión pre tratamiento fue de **14.83Kg** y post tratamiento de **18.07Kg**. Ver (Gráfica 5). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

**Gráfica 5.- Comparación de fuerza de presión en pacientes con síndrome de túnel del carpo tratados con Laser y Ultrasonido pre y post tratamiento**



Fuente de Datos: UMFRSXXI

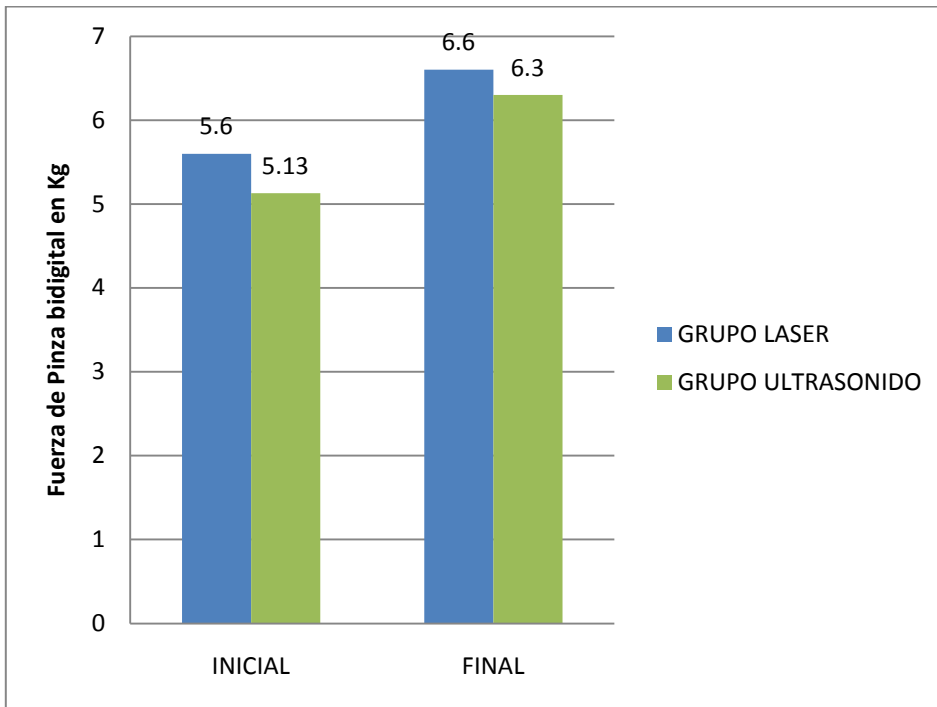
### **Fuerza de pinza**

En el grupo de laser el promedio de fuerza de presión pre tratamiento fue de **5.6Kg** y post tratamiento de **6.6Kg**.

En el grupo de ultrasonido el promedio de fuerza de presión pre tratamiento fue de **5.13Kg** y post tratamiento de **6.3Kg**. Ver (Gráfica 6). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.



**Gráfica 6.- Comparación del dolor en pacientes con síndrome de túnel del carpo tratados con Laser y Ultrasonido pre y post tratamiento.**



Fuente de Datos: UMFRSXXI

## 11. DISCUSIÓN

El síndrome del Túnel del carpo afecta principalmente a mujeres de edad media, con un promedio de 46-51 años en la mujer (8) Estos datos coinciden con el presente estudio, en el cual se observa un predominio del sexo femenino así como un promedio de edad de 42.2 años en la población de estudio.

En la literatura se reporta asociación de esta patología con un factor ocupacional, particularmente en actividades laborales que incluyen grandes cantidades de fuerza y presión ejercida por las manos, condición que fue observada en el 88% de la muestra estudiada.

El diagnóstico del síndrome de Túnel del Carpo se basa en la historia clínica, exploración física y resultados del estudio electrofisiológico.( 3, 9,11,12).

El presente estudio logró demostrar que el uso de ultrasonido disminuyó el dolor y normalizó la sensibilidad al término del periodo de tratamiento, con respecto al uso de laser. Por otra parte, se demostró que el uso de laser mejoró las fuerzas de prensión y pinza bidigital con respecto al uso de ultrasonido, a pesar de no encontrarse significancia estadística.

El incremento en la fuerza de prensión y de pinza con el uso de laser puede ser explicado debido que la aplicación de láser genera un aumento en la velocidad de conducción en los nervios periféricos, un aumento de la frecuencia de los potenciales de acción, descenso de las latencias sensitivas distales, aceleración de la regeneración nerviosa y reducción de la fibrosis nerviosa en respuesta a la estimulación láser, todos indicativos de un aumento de la activación del tejido nervioso. Este efecto es más pronunciado con la luz láser roja. (25,26,32)

La disminución del dolor y la normalización de la sensibilidad con la aplicación del ultrasonido puede ser explicada por los efectos no térmicos que se consiguen, entre los cuales pueden mencionarse el aumento de los niveles de calcio intracelular, aumento de la permeabilidad de la piel, y de la membrana celular, se favorece un aumento de la degranulación de mastocitos, favorece la respuesta de macrófagos y de síntesis proteica de los fibroblastos y de los tendones, Aumento de la síntesis de

óxido nítrico en las células endoteliales, además de favorecer la permeabilidad de la membrana celular.(Autores 25, 26, 27)

Después del tratamiento, es de llamar la atención, que contrario a lo reportado en otro estudio similar (8) no hubo pacientes que persistieran con hiperestesia, únicamente con hipoestesia. Esto pudiera deberse a que la población de estudio incluyó pacientes cuyo tratamiento hubiese sido designado como no quirúrgico por el servicio de cirugía plástica y reconstructiva, y que por ende, el daño neural fuese de menor severidad. A este respecto, es de importancia considerar una revaloración adicional de la sensibilidad, el dolor, y las fuerzas de prensión y de pinza bidigital, a fin de determinar si persiste la mejoría clínica originada por la aplicación de las modalidades terapéuticas mencionadas.

El presente estudio tuvo las fortalezas de ser un estudio clínico controlado de ciego simple, con lo cual se controló el posible efecto de la observación en la evaluación subjetiva del dolor y la sensibilidad. Las mediciones de la fuerza de pinza y prensión fue realizada con dinamómetros calibrados y con la técnica descrita por Mathiowetz, Schmidt, Richards y Miranda.(35,36,37,38) Como todo estudio clínico, el efecto de la observación y cuidado fue igual en ambos grupos, y a pesar de ello, se encontraron diferencias clínicas y estadísticamente significativas con el uso de laser para la fuerza de prensión y de pinza bidigital y del ultrasonido para dolor y sensibilidad. Asimismo, el manejo terapéutico fue cumplido por todos los pacientes y no hubo pérdidas, lo que permitió realizar un análisis por tratamiento cumplido sin necesidad de realizarlo por intención de tratar. Los grupos de estudio fueron homogéneos para las principales variables demográficas.

Se ha comentado en un estudio previo, el papel beneficioso del ultrasonido terapéutico en el tratamiento del síndrome de túnel del carpo. (4,5,6) Por lo anterior, será de importancia el establecer si un manejo conjunto de laser con ultrasonido mejoraría el porcentaje de recuperación en general, o de alguno de los parámetros valorados por el presente estudio.

## 12. CONCLUSIONES

Al comparar las dos modalidades de tratamiento se encontró que:

A pesar de que encontrar diferencias mínimas en ambos grupos, disminución del dolor y normalización de la sensibilidad, en el grupo manejado con ultrasonido; así como incremento de las fuerzas de prensión y de pinza bidigital en el grupo de laser. Al realizar el análisis inferencial no se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de un tratamiento; Por lo que se concluye que ambas modalidades terapéuticas son efectivas en el manejo del dolor, sensibilidad, y fuerzas de prensión y pinza bidigital en pacientes con neuroapraxia de nervio mediano.

### **13. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS**

Es necesario seguir con futuras líneas de investigación realizando seguimientos a periodos más largos e incremento en el tamaño de la muestra evaluar el impacto sobre la tasa de recuperación y el costo beneficio de su implantación como terapia rutinaria.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bickel KD. Carpal tunnel syndrome. *The Journal of hand surgery*. 2010 Jan;35(1):147–52.
2. Gerritsen A a M, de Krom MCTFM, Struijs M a, Scholten RJPM, de Vet HCW, Bouter LM. Conservative treatment options for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomised controlled trials. *Journal of neurology*. 2002 Mar;249(3):272–80
3. Cantatore FP, Dell’Accio F, Lapadula G. Carpal tunnel syndrome: a review. *Clinical rheumatology*. 1997 Nov;16(6):596–603.
4. Oztas O, Turan B, Bora I, Karakaya MK. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 1998 Dec;79(12):1540–4.
5. Bakhtiary AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *The Australian journal of physiotherapy*. 2004 Jan;50(3):147–51
6. Ebenbichler GR, Resch KL, Nicolakis P, Wiesinger GF, Uhl F, Ghanem a H, et al. Ultrasound treatment for treating the carpal tunnel syndrome: randomised “sham” controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*. 1998 Mar 7;316(7133):731–5.
7. Yagci I, Elmas O, Akcan E, Ustun I, Gunduz OH, Guven Z. Comparison of splinting and splinting plus low-level laser therapy in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clinical rheumatology*. 2009 Sep ;28(9):1059–65.
8. Guizar CC. Eficacia de la terapia láser en rehabilitación de pacientes sometidos a cirugía endoscópica o abierta del túnel del carpo (Tesis de Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación). México: UNAM;2011.
9. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *The open orthopaedics journal*. 2012 Jan;6:69–76.
10. Preston D, Shapiro B. *Electromyography and Neuromuscular Disorders*, 2nd Ed. ELSEVIER; United States, 2005. P. 255-257
11. Hui, A. C. F., Wong, S.-man, & Griffi, J. (2005). Carpal tunnel s. *Practical Neurology*, 5(4), 210-217.
12. Kuhlman K, Hennessey W. Sensitivity and specificity of carpal tunnel syndrome signs. *Williams and Wilkins*, 1997;6:451-457.
13. Geoghegan JM, Clark DI, Bainbridge LC, Smith C, Hubbard R,. Risk factors in carpal tunnel syndrome. *Journal of hand surgery (British and European Volume)*. 2004;29B(4):315–20.
14. Nathan Pa, Istvan Ja, Meadows Kd. A longitudinal study of predictors of research-defined carpal tunnel syndrome in industrial workers : findings at 17 years. *Journal of Hand Surgery (british and european volume)*. 2005;30b(6):593–8.
15. Nathan P a., Meadows KD, Istvan J a. Predictors of carpal tunnel syndrome: An 11-year study of industrial workers. *The Journal of Hand Surgery [Internet]*. 2002 Jul; 27(4):644–51.
16. Palmer K. Carpal tunnel syndrome: The role of occupational factors. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011;25(1):15–29.

17. Prime MS, Palmer J, Khan WS, Goddard NJ. Is there Light at the End of the Tunnel? Controversies in the Diagnosis and Management of Carpal Tunnel Syndrome. *Hand (New York, N.Y.)*. 2010 Dec;5(4):354–60.
18. McCabe SJ. Diagnosis of carpal tunnel syndrome. *The Journal of hand surgery*. 2010 Apr;35(4):646–8.
19. Gerr E, Letz R. The sensitivity and specificity of tests for carpal tunnel syndrome vary with the comparison subjects. *Journal of hand surgery (British and European Volume)*. 1998;23B(2):151–5.
20. González del Pino J, Delgado-Martínez a D, González González I, Lovic a. Value of the carpal compression test in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)*. 1997 Feb;22(1):38–41.
21. Wainner RS, Fritz JM, Irrgang JJ, Delitto A, Allison S, Boninger ML. Development of a clinical prediction rule for the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005 Apr;86(4):609–18.
22. Viera A. Management of Carpal Tunnel Syndrome. *Am Fam Physician*. 2003 Jan;68(2):265–72.
23. Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part I: effectiveness of nonsurgical treatments--a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010 Jul;91(7):981–1004
24. Brotzman S, Wilk K. *Rehabilitación Ortopédica Clínica* , 2ª Ed. ELSEVIER; España, 2005, pp37-38.
25. Cameron M. *Agentes físicos en Rehabilitación*, 3ª Ed. ELSEVIER; España, 2009
26. Martínez M, Pastor J, Sendra F, *Manual de Medicina Física*, 1998, España, Ed. Hartcourt Brace.
27. Robertson V. A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Physical Therapy*. 2001;81(7):1339–50.
28. Plaja J. *Analgesia por medios físicos*. 1ª ed. 2003, España, Mc Graw Hill Interamericana, capítulos 6 y 8.
29. Rodríguez Martín J, *Electroterapia en Fisioterapia*, 2ª ed, 2005, España, Editorial Médica Panamericana.
30. Magnus J, Johnson M Iversen V, Aimbiere F, Alvaro R. Low level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomedicine and Laser Surgery* 2006; 24(2): 158-68.
31. Arruda E, Rodríguez N, Taciro C, Parizotto N. Influences of different low level laser therapy wavelights in rat tendon regeneration after tenotomy. *Rev Bras Fisioter* 2007; 11(4):247-52.
32. Souza L, Peixoto A, Almeida S, Araujo Z. The influence of low level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesqui Odontol Bras* 2003; 17(4):307-13.
33. *Manual del Servicio y Operación del Láser Terapéutico Multiplex LS-1 Versión 4.0* 2001.
34. González B, Hernández A, Bontero B, Estévez A, Orellana A. Tratamiento del síndrome del túnel del carpo con láser infrarrojo. *Revista cubana reumatología* 2008; X(11):20-8.

35. Miranda M. Análisis dinamométrico de la mano: valores normativos en la población española. (Tesis Doctoral de Medicina y Cirugía). España: Universidad Complutense de Madrid;2011
36. Schmidt RT, Toews JV. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1970; 51:321-327
37. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J Hand surg, 1984; 9A:222-226.
38. Richards L, Palmiter-Thomas P. Grip strength: a critical review of tools, methods, and clinical utility. Crit. Rev. Phys. Rehabil. Med. 1996; 8:87-109.
39. Fess EE, Moran C. Clinical Assessment recommendations. Indianapolis. American Society of Hand Therapists. 1981
40. Harkonen R, Harju R, Alaranta H. The accuracy of the Jamar dynamometer. J. Hand Ther. 1993;6:259-262.
41. Hamilton A, Balnave R, Adams R. Grip strength testing reliability. J. Hand Ther. 1994; 7: 163-170
42. Gerritsen A a M, de Krom MCTFM, Struijs M a, Scholten RJPM, de Vet HCW, Bouter LM. Conservative treatment options for carpal tunnel syndrome: a systematic review of randomised controlled trials. Journal of neurology. 2002 Mar;249(3):272–80,
43. Graham B. Nonsurgical treatment of carpal tunnel syndrome. The Journal of hand surgery. 2009 Mar;34(3):531–4.
44. Geere J, Chester R, Kale S, Jerosch-Herold C. Power grip, pinch grip, manual muscle testing or thenar atrophy - which should be assessed as a motor outcome after carpal tunnel decompression? A systematic review. BMC musculoskeletal disorders. 2007 Jan;8:114.
45. Niebuhr BR, Marion R, Fike ML. Reliability of grip strength assessment with the computerized Jamar dynamometer. Occup. Ther. J. Research. 1984; 14(1): 3-18.
46. Pequeño Larousse en color. México: Ed. Larousse;1994.
47. Comité de Expertos de la OMS sobre el Estado Físico: El estado físico, uso e interpretación de la antropometría. Serie de informes técnicos, 854. Ginebra(Suiza): Organización Mundial de la Salud, 1995.



## 15. ANEXOS

### Anexo 1

#### 21. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

##### Lugar y fecha

Por medio de la presente acepto participar en el proyecto de investigación titulado: **Eficacia del uso de laser de baja intensidad y ultrasonido en pacientes con síndrome de túnel del carpo con manejo conservador por medio de dinamometría de mano en la unidad de medicina física y rehabilitación región sur siglo XXI**

**Registrado ante el Comité Local de Investigación en Salud o la CLIS No.**

**El objetivo del estudio es:**

**Se me ha explicado que mi participación consistirá en:**

2 valoraciones (ingreso y tres semanas), se medirá dolor por medio de una escala la cual calificaré del 1 al 10 Medición de los arcos de movilidad de la muñeca en flexión, extensión, desviación izquierda y derecha con un goniómetro. Medición de la sensibilidad en la mano y muñeca con algodón y un objeto con punta roma, y valoración de la fuerza de prensión y de pinza bidigital de dedos pulgar e índice con aparato especializado. Posterior a la primera valoración se asignará al paciente manejo con aplicación de Laser terapéutico en 6 puntos en el trayecto del nervio mediano a nivel de muñeca y mano, previa limpieza con torundas alcoholadas; o con aplicación de Ultrasonido Terapéutico sobre trayecto del nervio mediano a nivel de muñeca, previa limpieza con torundas alcoholadas.

**Declaro que se me ha informado ampliamente sobre posibles riesgos:** que en este caso sería hipersensibilidad cutánea a láser terapéutico; **inconvenientes y molestias** tales como dolor postaplicación; **y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes:** Disminución del dolor, mejora de la sensibilidad y de la fuerza y arcos de movilidad.

**El investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento (en caso de que el proyecto modifique o interfiera con el tratamiento habitual del paciente, el investigador se compromete a dar información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento).**

**Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto.**

**El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que derivan de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque ésta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.**

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y matrícula del investigador principal.

Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio:

Testigos

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma

## ANEXO 2

EFFECTIVIDAD DE LASER VS ULTRASONIDO EN PACIENTES CON SÍNDROME DE TÚNEL DEL CARPO EN LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN REGIÓN SUR SIGLO XXI  
INVESTIGADOR: JUAN FRANCISCO BARUD MEDRANO

<b>PACIENTE NO.</b>		
<b>NOMBRE</b>		
<b>AFILIACIÓN:</b>	<b>EDAD:</b>	<b>SEXO: F M</b>

SESIONES:

- a) APLICACIÓN DE TERAPIA LÁSER DE BAJA INTENSIDAD, CON UNA FRECUENCIA DE 7000HZ, 24J/CM2, 13 SEGUNDOS DE APLICACIÓN POR PUNTO, EN FORMA PULSÁTIL, A 6 PUNTOS
- b) APLICACIÓN DE TERAPIA CON ULTRASONIDO TERAPÉUTICO CON DOSIS DE 1MHZ, 1W/CM2, EN MODO PULSADO AL 20% (1:4) DURANTE 15 MINUTOS

SESIONES	FECHA	DOLOR	MEDICAMENTOS	OTROS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

**ANEXO 3**

Valoración Inicial

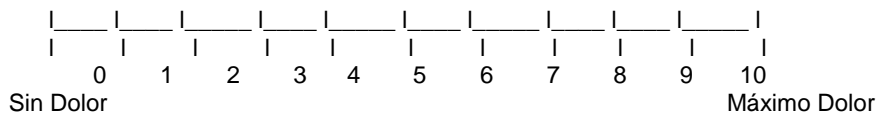
Nombre: \_\_\_\_\_

Número de Afiliación: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo      M                      F

Ocupación: \_\_\_\_\_

Dolor



Goniometría

Muñeca

	Derecha	Izquierda
Flexión		
Extensión		
Desviación Cubital		
Desviación Radial		
Pronación		
Supinación		

Sensibilidad

	Derecha	Izquierda
Normal		
Hipoestesia		
Hiperestesia		

Fuerza Muscular de Prensión

	Derecha	Izquierda
1a		
2a		
3a		
Promedio		

Fuerza muscular de Pinza bidigital(pinch grip)

	Derecha	Izquierda
Normal		
Hipoestesia		
Hiperestesia		

## ANEXO 4

### Valoración posterior a manejo terapéutico.

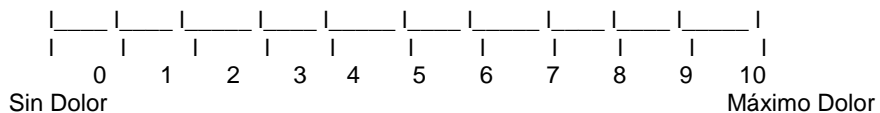
Nombre: \_\_\_\_\_

Número de Afiliación: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo      M                  F

Ocupación: \_\_\_\_\_

Dolor



Goniometría

Muñeca

	Derecha	Izquierda
Flexión		
Extensión		
Desviación Cubital		
Desviación Radial		
Pronación		
Supinación		

Sensibilidad

	Derecha	Izquierda
Normal		
Hipoestesia		
Hiperestesia		

Fuerza Muscular de Prensión

	Derecha	Izquierda
1a		
2a		
3a		
Promedio		

Fuerza muscular de Pinza bidigital (pinch grip)

	Derecha	Izquierda
Normal		
Hipoestesia		
Hiperestesia		