

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ciencias de la Salud
Campus de Quetzaltenango

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS DE LA
APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPÉUTICO VERSUS
LÁSER TERAPÉUTICO EN HERNIAS DE COLUMNA
VERTEBRAL” (ESTUDIO REALIZADO EN HOSPITAL
PRIVADO HUEHUETENANGO, GUATEMALA)**

TESIS

Evelyn Rocío López Castillo

Carné 92029506

Quetzaltenango, octubre de 2013
Campus de Quetzaltenango

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ciencias de la Salud
Campus de Quetzaltenango

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS DE LA
APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPÉUTICO VERSUS
LÁSER TERAPÉUTICO EN HERNIAS DE COLUMNA
VERTEBRAL” (ESTUDIO REALIZADO EN HOSPITAL
PRIVADO HUEHUETENANGO, GUATEMALA)**

TESIS

Presentada a Coordinación de Facultad de
Ciencias de la Salud

Por:

Evelyn Rocío López Castillo

Previo a conferirle en el grado académico de:

Licenciada

El título de

Fisioterapeuta

Quetzaltenango, octubre de 2013

**Autoridades de la Universidad Rafael Landívar
del Campus Central**

Rector	Padre Rolando Enrique Alvarado S. J.
Vicerrectora Académica	Doctora Lucrecia Méndez de Penedo
Vicerrector de Investigación y Proyección Social	Padre Carlos Cabarrús Pellecer S. J.
Vicerrector de Integración Universitaria	Padre Eduardo Valdez Barría S. J.
Vicerrector Administrativo	Licenciado Ariel Rivera Irias
Secretaria General	Licenciada Fabiola Padilla de Lorenzana

**Autoridades de la Facultad de
Ciencias de la Salud**

Decano	Doctor Claudio Amado Ramírez
Vicedecano	Doctor Gustavo Adolfo Estrada Galindo
Secretaria	Doctora Silvia María Cruz Pérez
Directora del Departamento de Postgrado	Doctora Silvia Luz Castañeda
Departamento de Tecnología Para la Salud	Licenciado Samuel Velázquez
Coordinador Facultad de Ciencias de la Salud Campus Quetzaltenango	Doctor Luis Acevedo Ovalle
Coordinadora Licenciatura en Fisioterapia	Licenciada Susana Kamper Merizalde

Quetzaltenango 18 de octubre de 2012

Licenciada Susana Kamper
Coordinadora de la Facultad de Ciencias de la Salud
Coordinadora de la Carrera de Terapia Física
Universidad Rafael Landívar
Ciudad.

Respetable Licenciada Kamper:

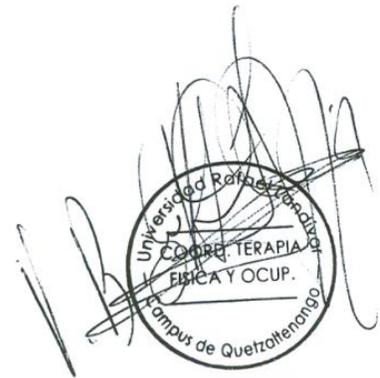
Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores cotidianas.

El motivo de la presente es hacer de su conocimiento que la alumna **Evelyn Rocío López Castillo**, ha finalizado satisfactoriamente su trabajo de campo y la elaboración de su tesis titulada **ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPÉUTICO VERSUS LASER TERAPÉUTICO EN HERNIAS DE COLUMNA VERTEBRAL (Estudio a realizarse en el Hospital Privado Huehuetenango en personas de ambos sexos en edades comprendidas de 35 a 75 años).**

Sin otro particular y agradeciéndole la atención prestada a la presente, me suscribo atentamente.



Alicia Eugenia del Rosario Arroyave Cohen
Licenciada en Fisioterapia
Colegiada Activa CA-004





**SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

De acuerdo al dictamen rendido por la Licenciada Alicia Eugenia del Rosario Arroyave Cohen, asesora de la tesis titulada: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPÉUTICO VERSUS LÁSER TERAPÉUTICO EN HERNIAS DE COLUMNA VERTEBRAL"** (Estudio realizado en Hospital Privado Huehuetenango, Guatemala), presentada por el (a) estudiante **Evelyn Rocío López Castillo**, y la Aprobación de la Defensa Privada de Tesis, según consta en el acta No. P.T. 177-13 de fecha dieciséis de agosto del año dos mil trece, esta Subdirección autoriza la impresión, previo a su graduación profesional de Fisioterapista en el grado académico de Licenciada.

Quetzaltenango, 17 de octubre del año 2013.


Ingeniero Jorge Derik Lima Par
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



NOTA: Únicamente el autor es responsable del contenido, doctrinas y criterios sustentados en su TESIS

Agradecimientos

- Universidad Rafael Landívar:** Por el proceso de enseñanza aprendizaje que adquirí en esta casa de estudios.
- Padre Ignacio Scheifler:** Por la oportunidad de estar en el programa de Becas, y por el apoyo incondicional.
- Comité de Becas:** Por la confianza, apoyo y amistad que me brindaron para poder culminar mis estudios.
- Licda. Susana Kamper:** Por el apoyo incondicional en el desarrollo de mi profesión.
- Licda. Alicia Arroyave:** Quien me estuvo asesorando en el desarrollo del trabajo de tesis, por su paciencia, colaboración y cariño.
- Ingeniero Victor Tipe:** Por el apoyo y amistad incondicional que me ha brindado.
- Licda. Mariela Mérida:** Por su amistad, cariño y apoyo incondicional.

Dedicatorias

A Dios:

Por la sabiduría e inteligencia, su amor y protección que me ha proporcionado cada día.

A mis Padres:

Este triunfo se los dedico con todo mi corazón, aunque estén en el cielo sé que uno de los anhelos de sus corazones se ha cumplido.

A mis Hermanos:

Por el apoyo, comprensión y amor que me han brindado siempre.

Índice

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1 Ultrasonido Terapéutico.....	3
3.1.1 Definición	3
3.1.2 Aspectos Físicos de la Emisión y la Aplicación	3
3.1.3 Efectos de Interés Terapéutico	8
3.1.4 Efectos Biofísicos de los Ultrasonidos	9
3.1.5 Efectos Biofísicos de los Ultrasonidos	11
3.1.6 Dosificación	12
3.1.7 Técnicas de Aplicación	12
3.1.8 Modalidad	12
3.1.9 Indicaciones del Ultrasonido	13
3.1.10 Contraindicaciones	16
3.1.11 Precauciones en el Uso del Ultrasonido	17
3.2 Láser.....	17
3.2.1 Introducción a los Láseres	17
3.2.2 Breve Historia del Láser	18
3.2.3 Propiedades Físicas de los Láseres	18
3.2.4 Potencia y Densidad de Potencia	19
3.2.5 Tipos de Emisores de Láser	19
3.2.6 Láser para Fisioterapia	20
3.2.7 Absorción del Láser	23
3.2.8 Efectos del Láser	24
3.2.9 Efectos Fisiológicos del Láser	26
3.2.10 Efectos Terapéuticos	27
3.2.11 Aplicación	28

3.2.12	Indicadores	28
3.2.13	Contraindicaciones	29
3.2.14	Precauciones en el Uso del Láser	30
3.3	Hernias Discales.....	30
3.3.1	Definición	30
3.3.2	Histología del Disco Normal	31
3.3.3	Mecanismo de las Lesiones Discales	32
3.3.4	Hernia de Disco Intervertebral	33
3.3.5	Clasificación de Hernia de Disco	34
IV.	ANTECEDENTES	46
V.	OBJETIVOS	50
VI.	JUSTIFICACIÓN	51
VII.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	52
7.1	Tipo de Estudio.....	52
7.2	Sujetos de Estudio o Unidad de Análisis	52
7.3	Contextualización Geográfica y Temporal	52
7.4	Definición de Hipótesis	52
7.5	Definición de Variables	53
7.5.1	Independiente	53
7.5.2	Dependiente	53
7.6	Definición de Variables	53
7.6.1	Definición Conceptual.....	53
7.6.2	Definición Operacional.....	54
VIII.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	56
8.1	Selección de los Sujetos de Estudio.....	56
8.1.1	Criterios de Inclusión	56

8.1.2	Criterios de Exclusión	56
8.1.3	Cálculos Estadísticos de las Muestras	56
8.1.4	Recolección de Datos.....	59
IX.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	60
9.1	Descripción del Proceso de Digitalización	60
9.2	Plan de Análisis de Datos	60
9.3	Métodos Estadísticos.....	60
X.	RESULTADOS	61
XI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	64
XII.	CONCLUSIONES.....	68
XIII.	RECOMENDACIONES	70
XIV.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
XV.	ANEXOS	73

Resumen

Esta investigación se realizó en el Hospital Privado Huehuetenango, del Departamento de Huehuetenango con 40 personas de ambos sexos con diagnóstico de hernias discales en edades comprendidas de 35 a 75 años; con el objetivo de establecer los efectos en la disminución del nivel del dolor. La muestra de 40 pacientes se dividió en dos grupos de estudio a ambos se les aplicaron 12 sesiones, 3 veces por semana durante 4 semanas.

En el primer grupo se aplicó ultrasonido terapéutico, para poder determinar los resultados se empleó la evaluación de la escala gráfica numérica del dolor obteniendo 9 grados de dolor en la evaluación inicial, 5 grados de dolor en la evaluación intermedia y 3 grados de dolor en la evaluación final. En el segundo grupo se aplicó láser terapéutico y en la evaluación gráfica numérica del dolor se obtuvieron 9 grados de dolor en la evaluación inicial, 5 grados de dolor en la evaluación intermedia y 1 grado de dolor en la evaluación final.

Luego se compararon los resultados en ambas técnicas y se comprobó estadísticamente que la aplicación de láser terapéutico es más efectivo que el ultrasonido terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral; ya que se obtuvo un índice de dolor de 1 grado, concluyendo así que este tratamiento es significativo en la reducción del dolor, no es invasivo, es indoloro y con resultados muy favorables, el cual benefició a las personas con diagnóstico de hernias discales. Puede ser utilizado como protocolo de tratamiento en dicha patología.

I. INTRODUCCIÓN

La columna vertebral está constituida por piezas óseas superpuestas y articuladas entre sí, llamadas vértebras las cuales se clasifican en siete vértebras cervicales, doce torácicas o dorsales, cinco lumbares, cinco sacras y cuatro que forman el cóccix; se encuentran separadas entre sí por los discos intervertebrales, los cuales presentan en su interior una estructura gelatinosa denominado núcleo pulposo el cuál absorbe fuerzas de compresión entre las vértebras.

Una hernia de disco se presenta cuando todo o parte del centro blando del disco de la columna es forzado a pasar a través de una parte debilitada del anillo fibroso que lo contiene, esto se debe a esfuerzos excesivos, calentamiento inadecuado antes de realizar una actividad física, flexibilidad deficiente. Las hernias de disco por lo general se localizan a nivel de columna cervical, dorsal y lumbar y cada una de estas presenta diferentes signos y síntomas, que afectan las actividades de las personas.

Cuando existe un diagnóstico de hernia discal el paciente puede presentar parestesias y dolor que empeoran al realizar actividades que impliquen esfuerzos, siendo necesario para el paciente depender de analgésicos para poder continuar en su rutina.

Es por ello que surge la necesidad de realizar un estudio de la aplicación de ultrasonido terapéutico versus láser terapéutico, como tratamiento de fisioterapia en personas con diagnóstico de hernias discales, estas personas no deben ser candidatas a un tratamiento quirúrgico para poder formar parte de este estudio. Se realizó un estudio comparativo con el objetivo de demostrar cuál de las dos técnicas, es más efectiva para la reducción del dolor producido por las hernias discales.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las vértebras de la columna están separadas por discos, los cuales suministran amortiguamiento, espacio y favorecen el movimiento entre las vértebras.

Una hernia se produce cuando los discos se salen de su lugar o se rompen a causa de un trauma o sobrecargas de peso, cuando esto sucede puede haber presión sobre los nervios raquídeos; la lesión puede estar localizada a nivel cervical, en dorsales rara vez están comprometidas y la región lumbar es el área más común para una hernia de disco. La cual ocurre con mayor frecuencia en los hombres de mediana edad y edad avanzada; generalmente después de haber realizado actividades extenuantes en el transcurso de la vida.

Cuando la hernia discal está a nivel cervical, el paciente puede presentar dolor al mover el cuello, si está localizada en la región lumbar pueden existir parestesias, dolor punzante en una o ambas piernas.

El dolor con frecuencia empieza lentamente y puede empeorar por la noche, al estornudar, toser, al estar en posición sedente y bipedestación por ello es necesario que él cuente con un tratamiento médico como los analgésicos únicamente si no es candidato a cirugía, y con un tratamiento de fisioterapia el cual será brindado en el Hospital Privado Huehuetenango con el objetivo de contribuir a la mejoría de los paciente para lograr una rehabilitación exitosa.

Por lo anteriormente expuesto surge la pregunta: ¿Cuáles son los efectos de la aplicación de ultrasonido terapéutico en comparación con los efectos del láser terapéutico, en el tratamiento de hernias de columna vertebral?

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Ultrasonido Terapéutico

3.1.1 Definición

Es una vibración acústica en frecuencias ultrasónicas, no audibles. Aplicado en fisioterapia, se denomina **ultrasonido terapéutico** para distinguirlo de la aplicación diagnóstica o ecográfica. El ultrasonido terapéutico aplicado es de baja intensidad, pero con energías elevadas tiene otras aplicaciones en litotricia y destrucción de tumores.

Se produce por la vibración de un cristal con propiedades electrostrictivas, que al recibir una corriente sinodal de elevada frecuencia la convierte en vibración mecánica acústica.

El ultrasonido, por tener efectos térmicos por conversión de energía, se incluye entre las modalidades de diatermia o termoterapia profunda, pero también tiene otros efectos no térmicos. Se distingue de la onda corta y microonda de energía electromagnética, porque la energía sónica se comporta de manera distinta en la elevación de temperatura de los tejidos y en la penetración, y carece de contraindicaciones por inclusiones metálicas.

3.1.2 Aspectos Físicos de la Emisión y la Aplicación

- a) **Frecuencia de emisión:** la frecuencia estándar es de 1 MHz, pero muchos aparatos tienen también 3MHz. La profundidad de penetración está en relación inversa con la frecuencia con 1 MHz se pueden alcanzar más de 7 cm, y con 3 MHz la penetración efectiva es de unos 3 cm, más adecuada para tratamientos superficiales.

- b) **Transductor o cabezal:** el transductor que emite el ultrasonido es siempre más pequeño que el cabezal que lo contiene. El área efectiva de emisión o ERA (effective radiating area) se expresa en unidad de superficie.

La intensidad de emisión no es uniforme en toda la superficie del transductor y hay puntos calientes junto a otros de débil sonación. Por problemas físicos es inevitable que se produzca un haz central y una corona de haces alrededor, y por eso es imprescindible mover el cabezal durante el tratamiento para uniformizar el efecto y evitar los puntos calientes que se producen en una emisión estacionaria.

La mayor o menor uniformidad depende de la calidad de fabricación del cristal transductor, que el fabricante debe especificar como índice de no uniformidad o BNR.

La no uniformidad se puede observar echando unas gotas de agua sobre el cabezal vertical y viendo cómo se forma un surtidor central de agua pulverizada rodeado de una roseta de pequeños surtidores esta sencilla prueba permite comprobar el funcionamiento del cabezal.

- c) **Acoplamiento cabezal – piel:** el ultrasonido se transmite mal en el aire y es necesario interponer una sustancia de acoplamiento entre la superficie emisora del cabezal y la piel para rellenar los huecos con aire que dejan las irregularidades cutáneas.
- d) **Aplicación en contacto directo del cabezal:** se interpone un gel de acoplamiento, buen transmisor del ultrasonido, entre el cabezal y la piel. El gel es de alta viscosidad, baja atenuación, poca tendencia a producir burbujas, olor neutro o agradable.

No sirven los geles utilizados en electrocardiografía o electroterapia ya que están diseñados para ser conductores eléctricos y puede que no transmitan el ultrasonido o dañen el cabezal.

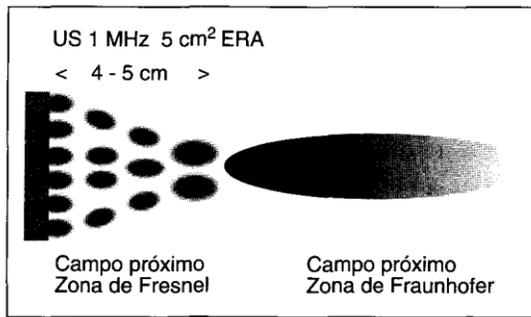
La transmisión de un gel cambia según la frecuencia del ultrasonido, los geles con aspecto transparente suelen tener una buena transmisión, en cambio las cremas y emulsiones de aspecto opaco son malas transmisoras.

Si la piel del paciente conserva restos de una crema cosmética, es mejor eliminarlos con alcohol antes del tratamiento.

Cuando el gel no cubre en exceso el área de tratamiento y el cabezal llega a contactar directamente con la piel en los bordes, la potencia disminuye, la penetración es irregular y el cabezal se calienta y se puede dañar. En una zona de pelo abundante el gel se emulsiona con aire creando problemas de transmisión, por lo que es aconsejable un rasurado previo.

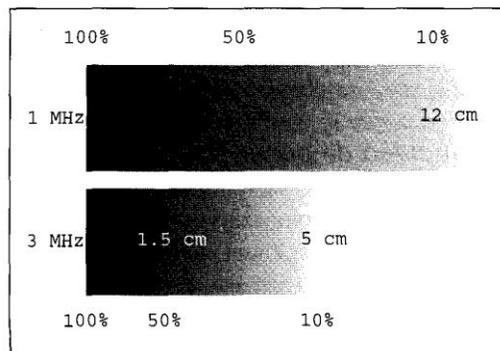
Después de cada aplicación es imprescindible limpiar los restos de gel que quedan en el cabezal y, si es preciso, aplicar un desinfectante.

- e) **El haz ultrasónico:** una vez que el haz de ultrasonido ha penetrado la piel, sufre importantes cambios a medida que se va introduciendo en los tejidos más profundos. Si se estudia en el laboratorio la propagación en un medio uniforme como el agua, el haz converge en los primeros centímetros es la llamada zona Fresnel o campo próximo, en la que se hace más estrecho pero conservando los puntos calientes en roseta, que se van agrupando. Después se forma un haz único divergente más uniforme, con mayor intensidad central.(1)



Heterogenidad del haz ultrasónico en los campos próximo y lejano. **(1)**

- f) **Intensidad o dosis:** la que recibe el paciente depende de la potencia sónica nominal del circuito emisor y del área del cristal transductor, y por eso se expresa en W/cm².
- g) **Atenuación y profundidad de penetración:** a medida que penetra en el cuerpo, el haz ultrasónico va perdiendo intensidad por fenómenos físicos de divergencia, reflexión, difracción, absorción y conversión en el calor. Estos factores se han estudiado detalladamente en el laboratorio en medios homogéneos, pero en la práctica clínica sólo podemos basarnos en una aproximación, aunque suficientemente útil para saber la profundidad a la que podemos llegar y la intensidad que va a ser necesaria para alcanzar un nivel terapéutico.



Profundidad eficaz del haz ultrasónico en los tejidos corporales. **(1)**

h) **Absorción selectiva por los tejidos:** el grado de absorción y conversión de energía depende del coeficiente de absorción de los tejidos, de las interfaces que los separan, y de la frecuencia, dosis y tiempo de aplicación del ultrasonido. Los tejidos corporales tienen diferentes coeficientes de absorción y conversión de la energía ultrasónica en calor. La mayor absorción se produce en los tejidos ricos en colágeno, en los de elevado contenido de agua o sangre, como el músculo, la absorción es escasa. Debido a los cambios de impedancia acústica se produce un aumento de la reflexión en las interfaces entre tejidos distintos, y el tejido precedente recibe mayor radiación. Si accidentalmente se mantiene el cabezal estacionario, se producen ondas estacionarias, con puntos calientes que reciben una sobredosis.

Las reflexiones son también peligrosas al irradiar cavidades orgánicas con líquido o gas, cuyas paredes actúan como reflectores. El periostio recibe siempre una intensidad más elevada por la reflexión del haz ultrasónico contra el hueso, y por un fenómeno de cizallamiento y reflexiones múltiples en el espacio virtual periostio-hueso. Como es un tejido con rica inervación, una dosis excesiva de ultrasonido continuo, térmico, ocasiona un molesto dolor profundo que es un útil signo de alarma. La absorción selectiva y más intensa en el tejido de colágeno y las interfaces hace que el ultrasonido sea el medio ideal para actuar sobre tendones, vainas y fascias. Por el contrario, es poco eficaz para calentar los músculos ya que lo absorben poco y están muy irrigados.

i) **Área de aplicación y tiempo:** el área de tratar ha de ser lo suficientemente extensa como para poder mover el cabezal, pero no tanto que cada punto sea sonado sólo breves momentos en los desplazamientos. Son inviables algunas propuestas de irradiar longitudinalmente la columna vertebral de la zona cervical a la sacra en barridos únicos. Se debe hacer por segmentos muy reducidos.

Hay una relación entre el área del cabezal, el área a tratar y el tiempo de la sesión. **(1)**

3.1.3 Efectos de Interés Terapéutico

Para su aplicación clínica, los efectos biofísicos del ultrasonido se diferencian en:

a) **Efectos térmicos:** se consideran directamente relacionados con el aumento de temperatura de los tejidos y son principalmente:

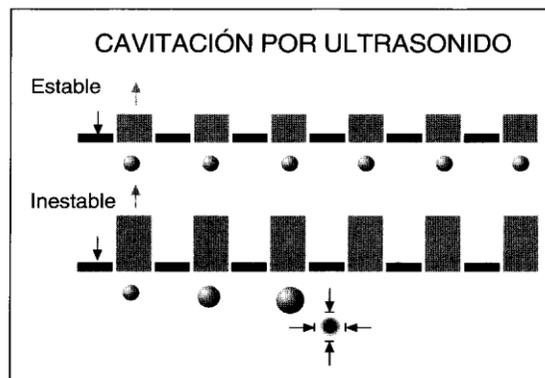
- **Aumento de temperatura local:** el aumento real de temperatura en los tejidos depende, además de la absorción de la energía sónica, del aumento de la circulación local y del grado de disipación del calor a los tejidos circundantes, lo que es bastante imprevisible
- **Aumento de la circulación:** con intensidades inferiores a 1.5 W/cm^2 de ultrasonido y otras modalidades de diatermia es moderado y menor que el conseguido con un ejercicio suave.
- **Aumento del metabolismo celular:** éste puede tener efectos beneficiosos en la cicatrización, especialmente en el aumento de la síntesis proteica en los fibroblastos, pero está contraindicado en tejidos isquémicos.
- **Modificación de las propiedades viscoelásticas del tejido conjuntivo:** se produce un aumento de la extensibilidad. El éxito del ultrasonido como preparación a elongaciones, al lograr una mayor extensibilidad con menos peligro de lesión aprovechando su selectividad por el mismo.

b) **Efectos no térmicos:** son los siguientes:

- **Cavitación:** en un tejido orgánico bajo el efecto del ultrasonido se producen compresiones y descompresiones sucesivas en puntos separados de media longitud de onda, de 0.75 mm en la frecuencia de 1 MHz y 0.5 mm en la de 3 MHz. Las compresiones y descompresiones dan lugar a la formación de burbujas microscópicas de gas o vapor. Durante la fase de compresión, estas

burbujas se reducen o desaparecen, y durante la descompresión, se expanden en la llamada **cavitación estable**.

A intensidades elevadas, la cavitación estable se puede convertir en **cavitación inestable** o transitoria con expansión progresiva durante varios ciclos, y finalmente, con implosión y colapso de las burbujas. **(1)**



Fenómeno de cavitación por ultrasonido. Cavitación estable con formación y reabsorción cíclica de burbujas de gas. Cavitación inestable con crecimiento progresivo e implosión de las burbujas liberando energía. **(1)**

3.1.4 Efectos Biofísicos de los Ultrasonidos

a) Efectos mecánicos:

Son los primeros que se producen en los tejidos corporales tras la aplicación de ultrasonidos y se relacionan directamente con las variaciones de presión y la aceleración que sufren las partículas de un medio al ser sometidas a la vibración ultrasónica. Los más importantes son:

- Aumento de la permeabilidad de las membranas biológicas y aceleración de los procesos de difusión de sustancias e iones, esto unido a, mejorar la circulación sanguínea, va a mejorar el metabolismo celular y por tanto, va a facilitar los procesos de regeneración.

- Estimulación de las terminaciones nerviosas sensitivas de la piel con reacciones locales y generales.

Estos efectos mecánicos terapéuticos son más acentuados en las superficies de interface de los tejidos, debido al fenómeno de reflexión antes explicado, y serán mayores con el ultrasonido de 3 MHz que con el de 1MHz, ya que la aceleración de las partículas irá en proporción directa de la frecuencia ultrasónica.

b) Efectos Térmicos:

La energía ultrasónica absorbida por los tejidos se transforma en calor debido a las fricciones moleculares que provoca. La cantidad de calor generada en un tejido depende de la cantidad de energía aplicada al mismo y del coeficiente de absorción característico de ese tejido. El calor se genera especialmente en los puntos de reflexión de ultrasonido donde se producen fenómenos de interferencia de ondas ultrasónicas que conducen a un aumento de la intensidad. La superficie de interface más importante del cuerpo se sitúa entre el periostio y la superficie externa del hueso entre los cuales hay interpuesta una minúscula capa de aire.

Los efectos térmicos principales del ultrasonido son:

- Aumento del flujo sanguíneo periférico arterial,
- Aumento de la permeabilidad de la membrana biológica,
- Modificación de la velocidad de conducción en los nervios periféricos.

El aumento de temperatura en los tejidos dependerá de la cantidad de calor generado en los mismos y del efecto regulador de la circulación sanguínea que tiende a disipar el exceso de calor. Por esto, en aquellas enfermedades que presentan un trastorno circulatorio, el calor generado podrá producir un aumento de la temperatura nocivo. El aumento de temperatura será una contraindicación de lesiones agudas, ya que los vasos sanguíneos en regeneración pueden sufrir hemorragias con facilidad. **(2)**

3.1.5 Efectos Fisiológicos

a) Estimulación de la circulación sanguínea local: el calor aportado a los tejidos por los ultrasonidos provoca una reacción vasodilatadora local tendente a mantener la temperatura corporal dentro de unos límites estrechos. También es posible conseguir un aumento de la circulación y de la temperatura epidérmica de una zona indirectamente, con la aplicación paravertebral de ultrasonido.

La mejoría de la circulación sanguínea y linfática tiene un efecto favorable sobre la reabsorción del fluido del edema, efecto antiinflamatorio y aumenta la eliminación de los irritantes tisulares mediadores del dolor, efecto analgésico.

b) Sobre el tejido nervioso:

- Variación de la velocidad de conducción de los nervios periféricos: a dosis bajas o en aplicaciones breves de menos de 5 minutos con escasa o nula elevación térmica tisular, la velocidad de conducción disminuye. A dosis altas, sin embargo, aumenta consecuencia del efecto térmico. Si la dosis es muy alta puede llegar a producirse bloqueos en la conducción nerviosa.
- Aumento del umbral doloroso y disminución de la excitabilidad.
- Con dosis de $0,5 \text{ w/cm}^2$ se consigue una aceleración del proceso de regeneración del cabo distal de un axón en regeneración.

c) Relajación muscular: normalización del tono muscular.

d) Efecto analgésico: debido a la mejora de la circulación sanguínea, a la disminución del espasmo muscular y a la estimulación directa de las fibras nerviosas aferentes.

3.1.6 Dosificación

La dosis o energía total aplicada en el curso de un tratamiento depende de la intensidad de la onda ultrasónica, de la superficie de irradiación ERA y del tiempo de irradiación, la dosis puede expresarse como el producto de la intensidad por el tiempo. **(2)**

3.1.7 Técnicas de Aplicación

- **Aplicación por contacto:** en esta técnica se emplea un gel de acoplamiento y se efectúan deslizamientos del cabezal para homogeneizar la radiación en los tejidos. Una zona de 10 cm 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. Si se trata de zonas extensas, hay que hacer aplicaciones sucesivas por campos. No es admisible una técnica estacionaria con cabezal fijo, por el peligro de puntos calientes y la heterogeneidad del efecto.

3.1.8 Modalidad

a) La modalidad continua o calor profundo: se utiliza en todas las indicaciones de termoterapia profunda al alcanzar mayor profundidad y eleva la temperatura de los tejidos, sobre todo de los tendones, vainas y fascias.

b) La modalidad pulsada: está indicada en procesos inflamatorios y traumáticos recientes, en los que el calor está contraindicado, y en dolores de tendinopatías o atrapamientos. En el ultrasonido pulsado, la emisión se interrumpe de forma periódica intercalando pausas en las que se disipa el mínimo calor generado durante el pulso, el efecto más o menos térmico depende del ciclo de trabajo o relación pulso.

3.1.9 Indicaciones del Ultrasonido

- a) **Analgesia:** el ultrasonido puede disminuir el dolor alterando su transmisión y percepción o modificación de las condiciones locales que lo causan. Como medio terapéutico analgésico ha mostrado ser más efectivo que un placebo u otro agente físico en diversos procesos.

Se cree que la analgesia por ultrasonido está relacionada con cambios en la velocidad de conducción de los nervios, en la eliminación de mediadores del dolor por un aumento de la circulación local y en alteraciones de la permeabilidad de la membrana celular, que disminuyen la inflamación y facilitan la regeneración tisular.

También se puede atribuir en parte al aumento de temperatura que activa los termorreceptores cutáneos que modulan la transmisión del dolor, o indirectamente a la mejora de la reparación tisular, a la disminución de la contractura muscular y de la isquemia.

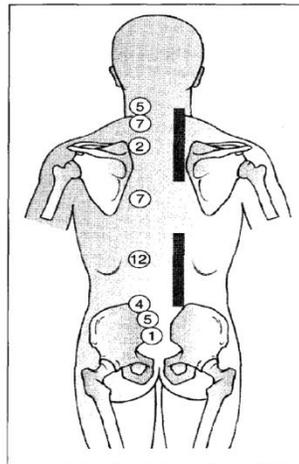
El aumento de temperatura puede producir directamente analgesia por contra irritación. Como el calor se absorbe bien por la vaina de mielina y la membrana nerviosa, puede aumentar el umbral de las fibras nociceptoras o activar de preferencia las de mayor diámetro y modular el dolor a nivel medular por la teoría de la puerta. El ultrasonido modifica la velocidad de conducción del nervio normal y cambia el umbral de dolor.

- b) **Inflamación aguda:** tradicionalmente se afirmaba que el ultrasonido, como toda termoterapia estaba contraindicado en los procesos inflamatorios ya que podía agravarlos, aunque se diera en dosis bajas, atérmicas. Actualmente, con las modalidades pulsadas atérmicas se puede aplicar en la fase precoz de la inflamación aguda como revulsivo, promotor de la inflamación, sin agravarla y para acelerar la curación. **(1)**

El ultrasonido acelera la liberación de histamina por los mastocitos por un efecto no térmico de cavitación que aumenta el transporte de iones de calcio a través de la membrana estimulando la liberación de histamina.

c) Ultrasonido en inflamación crónica: en casos con poca inflamación, el continuo actuaría por vasodilatación como terapia suave.

d) Tratamiento segmentario: la irradiación con ultrasonido pulsado a 0.5 W/cm^2 o hasta 2.0 W/cm^2 en personas obesas de las raíces, al salir por los agujeros de conjugación o trayecto inicial paravertebral, forma parte del tratamiento de las radiculopatías pero también se ha descrito como tratamiento segmentario con efectos analgésicos antes del tratamiento local de una patología perteneciente a la misma metámera. El tratamiento segmentario también puede ser de las cadenas simpáticas paravertebrales, con objeto de provocar vasodilatación en una extremidad y cierta analgesia. Incluso se puede irradiar el ganglio estrellado junto al borde posterior del esternocleidomastoideo, haciendo con precaución para evitar una reacción vegetativa. La localización de las cadenas simpáticas.



Puntos aproximados de aplicación de ultrasonido en las raíces y ganglio simpáticos paravertebrales. **(1)**

e) Retracción de partes blandas: por la selectividad en calentar el tejido fibroso, el ultrasonido es efectivo en las retracciones, mejorando la extensibilidad y

facilitando los estiramientos y la ganancia por efecto crepé. Es mejor aplicarlo durante el estiramiento y mantener la tracción 5 – 10 minutos más durante el enfriamiento.

- f) **Radiculopatías, cervicalgias y lumbalgia:** el efecto analgésico se debe en parte a la disminución del edema y la inflamación. En la ciática o cruralgia, con ultrasonido pulsado a 1.0-1.5 W/cm², durante 5 minutos, se produce ya una mejoría a los 10 días. También se ha obtenido mejoría en hernias discales con parámetros similares.

- g) **Capsulitis, tendinopatías:** el hombro doloroso es una clásica indicación de ultrasonido, la bursitis subacromial aguda, es útil en las cicatrices de la mano, en el síndrome miofacial de la cintura escapular se obtiene una mejoría rápida.

- h) **Herpes zóster:** la mejoría del dolor y la evolución del herpes zóster agudo sugiere un posible efecto antivírico del ultrasonido.

- i) **Verruga plantar:** es una indicación clásica, incluso aplicado con un cono de cera para concentrarlo, del ultrasonido continuo a 0.6-0.8 W/cm² durante 7-15 minutos en 2-15 sesiones, o bajo el agua 0.5 a 1.5 W/cm², durante 15 minutos, una hora a la semana en 12 sesiones.

- j) **Neuromas de amputación:** el efecto analgésico del ultrasonido en los neuromas puede deberse a que aumenta la extensibilidad del tejido conjuntivo que los envuelve, o a que contribuye a reparar el nervio y modificar el nivel del dolor. En el miembro fantasma se puede activar indirectamente el neuroma o las cicatrices con ultrasonido continuo de 1 MHz.

3.1.10 Contraindicaciones

Aunque el ultrasonido es una intervención relativamente segura, se debe aplicar con cuidado para evitar daños al paciente.

- En neoplasias,
- En las prótesis totales con partes o cemento plástico o metacrilato, el cual presenta un calentamiento específico,
- En presencia de marcapasos, por la posibilidad de que se produzca un daño mecánico en el circuito,
- Tromboflebitis y trombosis venosa,
- En aplicación estacionaria sobre una arteria, ya que puede producir lesión endotelial,
- En los ojos, las gónadas y los implantes mamarios de silicona, por las reflexiones múltiples que se producen,
- En epífisis fértiles en niños,
- Con ultrasonido continuo, térmico, en los casos en que está contraindicado el calor,
- En la inflamación aguda por infección,
- Fracturas, en dosis muy baja, que no proporciona los aparatos corrientes, se considera que acelera la formación de callo, pero a dosis altas la interfiere,
- Isquemia,
- Polineuropatías la aplicación sobre el nervio puede producir o agravar el bloqueo,**(1)**
- Heridas recientes,
- En tumores cancerígenos,
- En focos de tuberculosis,
- En procesos infecciosos agudos,
- Sobre cicatrices queloideas.

3.1.11 Precauciones en el Uso del Ultrasonido

- Fracturas recientes,
- Osteosíntesis o endoprótesis,
- Fisuras óseas cercanas a la zona,
- Traumatismo en proceso agudo,
- Precaución cuando debajo se hallen cavidades con aire, como pulmones o intestinos,
- En fetos ni mujeres embarazadas pues superamos la potencia alcanzada por la ecografía. **(3)**

3.2. Láser

3.2.1 Introducción a los Láseres

La luz es energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro electromagnético, la mayoría de la luz es policromática formada por luz de distintas longitudes de onda dentro de un rango amplio o estrecho.

La luz láser acrmino de Light amplification by stimulated emisión of radiaciones (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) también energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro electromagnético. La luz láser difiere de otras formas de luz **monocromática** formada por luz de una sola longitud de onda, **coherente y direccional**.

Es una luz con unas características especiales de coherencia y monocromaticidad que la distinguen de la luz normal o de una simple lámpara de infrarrojos. Se utiliza en fisioterapia desde hace cuarenta años.

3.2.2 Breve Historia del Láser

La historia del láser comienza en 1916, cuando Albert Einstein introdujo el concepto de **emisión estimulada** y propuso que sería posible fabricar un amplificador de luz potente. Mejoró una teoría estadística fundamental del calor que indicaba cuando la luz atraviesa una sustancia puede estimular la emisión de más luz. Este efecto es el elemento clave del láser moderno. Einstein centró sus intereses en otros asuntos y hasta 1954 no se fabricó el primer aparato de emisión estimulada.

En 1954 Arthur Schawlow y Charles Townes, de la Universidad de Columbia de Nueva York y Nicolai Basov y Alexander Prochorov, del Instituto Levedev de Moscú, ganadores del premio nobel de física fabricaron simultáneamente el primer aparato de emisión estimulada. Este aparato usaba gas amoníaco como medio para producir una emisión estimulada de radiación del rango de frecuencia de microondas.

Poco después en 1960 Theodore Maiman fabricó el primer láser de rubi. Este láser emitía luz roja en una longitud de onda de 694 nm. Más adelante en ese mismo año Ali Javan, inventó el primer láser de gas, el láser helio-neón (He-Ne) también emitía luz roja pero con una longitud de onda de 624.8 nm. La tecnología láser evolucionó con rapidez en los siguientes años con diferentes medios para producir luz, láser de diferentes colores y longitudes de ondas y con distintas potencias.

3.2.3 Propiedades Físicas de los Láseres

La luz es una energía electromagnética cerca del rango visible del espectro. La luz de cualquier fuente excepto luz láser, contiene diferentes longitudes de onda. La luz blanca está formada por una combinación de frecuencias de onda de luz a través de todo el rango visible del espectro.

La luz que para el ojo humano es de un color, pero no la luz láser comprende ondas de luz con un estrecho rango de longitudes de onda y la mayoría de la energía de luz esta

alrededor de una longitud de onda determinada. Los láseres producen luz coherente con tan sólo una longitud de onda.

3.2.4 Potencia y Densidad de Potencia

La intensidad de la luz puede expresarse en términos de potencia, en vatios o milivatios, o de densidad de potencia en milivatios por centímetro cuadrado mW/cm^2 . La potencia es tasa de flujo de energía y la densidad de potencia es la cantidad de potencia por unidad de área. Los aplicadores láser tienen en general una potencia, fija aunque en algunos casos puede reducirse pulsando la emisión.

Los láseres se dividen en cuatro clases según sus rangos de potencia, porque los de alta intensidad pueden tener efectos perjudiciales. La potencia de la mayoría de los diodos láser con fines terapéuticos entre 5mW y 500mW , por lo que corresponden a la clase 3B.

La densidad de energía o fluencia es la cantidad de potencia por unidad de área. La densidad de energía se mide en julios por centímetro cuadrado (J/cm^2). **(4)**

3.2.5 Tipos de Emisores de Láser

Por su potencia y peligrosidad se clasifican en categorías, que deben ser claramente especificadas por el fabricante, determinando su aplicación y las precauciones que se han de tomar en cada caso:

- a) **I y II** potencia muy baja. Emiten luz roja visible no calienta ni produce efectos en la piel, pueden producir lesiones oculares si se mira directamente y de forma prolongada el haz.

- b) **III A y III B** potencia media. Generalmente inferior a 50mW , con luz roja visible o infrarroja no visible se utilizan en fisioterapia en la llamada terapia por láser de baja intensidad, láser frío o blando. No tienen un efecto térmico apreciable ni

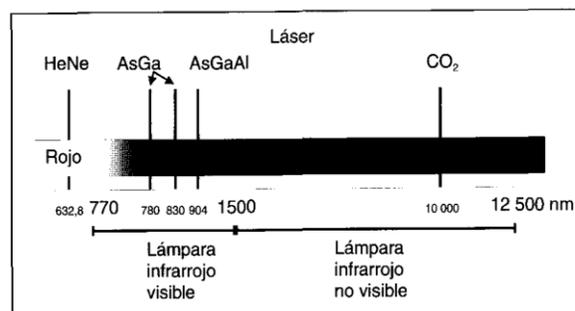
producen lesiones cutáneas en una aplicación normal. Pero pueden ser peligrosos si alcanzan el ojo directamente.

- c) **IV** potencia elevada. Producen destrucción tisular, incluso con vaporización de los tejidos. Se utilizan en cirugía para coagulación o corte, para el tratamiento de tumores, para la eliminación de las capas superficiales de la piel y cauterizaciones puntuales en oftalmología. **(1)**

3.2.6 Láser para Fisioterapia

Es importante conocer en cada caso el tipo de emisor (He-Ne, diodo de AsGa o de AsGaAl, CO₂) su potencia, si es de emisión continua o pulsada, si tiene cálculo automático de energía o de barrido, accesorios de focalización o divergencia. Para fisioterapia hay tres tipos de láser con longitud de onda distinta y muy exacta a diferencia de las lámparas de infrarrojos, que comprenden una extensa banda.

- a) **Helio – neón (He-Ne):** se genera en un tubo o cámara con mezcla de gas helio y gas neón. Tiene una longitud de onda de 632.8 nm, en la banda visible de luz roja. El haz tiene una divergencia mínima y se puede dirigir a distancia con espejos o llegar a un aplicador por un cable de fibra óptica. Se absorbe muy pronto y la penetración directa con rayo coherente es de 0.8 mm en las partes blandas, la indirecta, ya con rayo difuso, puede llegar hasta 10 -15 mm.



Longitud de onda de los láseres y de las lámparas de rayos infrarrojos aplicados en fisioterapia y su situación en el espectro de luz roja e infrarroja. **(1)**

b) Arseniuro de galio (AsGa y AsGaAl): en emisión continua el diodo se calienta rápidamente y pierde potencia a menos que el aparato posea un sistema de refrigeración controlada. Habitualmente se emplea de forma pulsada de 2 a 300Hz, lo que permite una potencia de pico que puede alcanzar los 100 – 200 mW según la frecuencia y duración de los pulsos. Es mucho más divergente que el He-Ne, pero se focaliza con lentes y se aplica muy cerca de la piel del paciente, colocando el diodo o un grupo de diodos en la punta de un mango en forma de lápiz. Se absorbe muy poco por la hemoglobina y el agua lo que permite una penetración de 3 – 4 mm con el 50 % de intensidad.

c) Dióxido de carbono (CO₂): posee una longitud de onda de 10000 nm, en el infrarrojo lejano, no visible. Es un láser muy potente, absorbido intensamente por el agua de los tejidos, que puede llegar a destruir y volatilizar, por lo que con potencias elevadas tiene utilidad en cirugía y oncología. En fisioterapia solo se puede aplicar en forma desenfocada y a baja potencia, pero su uso es muy limitado por su elevado coste y las medidas de seguridad que exige.

d) De emisión múltiple: tienen dos emisores, de láser visible e invisible, siendo el efecto mayor que con una sola frecuencia, y con la ventaja de que el haz visible facilita la orientación y localización.

- **Potencia de emisión y energía aplicada:**

La potencia de emisión del láser continuo se expresa directamente en mW. En el láser pulsado la potencia de pico es mucho más elevada, pero los cálculos se hacen a partir de la potencia media en relación con la duración de los pulsos y su frecuencia.

La potencia final aplicada al paciente depende del tamaño del punto luminoso en que concentra la potencia de emisión, y se expresa en W/cm². En general, es de 50 mW/cm² o menos. Lo que realmente interesa al terapeuta es la cantidad de energía que aplicada al paciente en un punto determinado y el total en una sesión. La unidad de medida de energía es el julio J= watios por segundo y los J/cm² julios por centímetro

cuadrado se obtienen multiplicando la potencia por cm^2 por el tiempo de aplicación. El margen terapéutico es de 0.1 a 4 J/cm^2 , aunque algunos utilizan dosis mayores.

- **Frecuencia y duración de los pulsos:**

La frecuencia y la duración son parámetros importantes de la emisión pulsada e influyen en los efectos fisiológicos.

De forma general se recomienda una dosis y frecuencia baja en los procesos agudos y una frecuencia más alta en los crónicos. También se recomienda frecuencias distintas según la indicación:

- 2.5 Hz para lesiones agudas,
- 20 Hz para heridas,
- 150 Hz para analgesia,
- 5 Hz para lesiones crónicas, úlceras o heridas infectadas.

- **Absorción por los tejidos:**

La absorción depende de la longitud de onda y de la naturaleza y color de los tejidos. En fisioterapia los láseres de He-Ne y AsGa, en la gama de rojo o infrarrojo, se absorben poco por la hemoglobina y el agua, y penetran mucho más que los quirúrgicos. Dada su baja intensidad no producen destrucción tisular.

- **Penetración:**

Al penetrar en los tejidos, que son heterogéneos, se produce una intensa reflexión interna que dispersa el haz y disminuye rápidamente su intensidad. En fisioterapia el láser actúa sólo en un nivel muy superficial, pero los procesos químicos iniciados pueden mediar en reacciones más profundas.

- **Irradiadores:**

De lápiz o puntual. En el láser de As Ga, el diodo o grupo de diodos, se sitúa en la punta del lápiz aplicador como una lente focalizadora. De pistola por su mayor tamaño puede albergar un dispositivo de refrigeración y conseguir mayor potencia. De cañón el

haz del láser se dirige a distancia directamente, o por un juego de espejos a lo largo de un brazo articulado y se proyecta sobre el paciente. **(1)**

3.2.7 Absorción del Láser

Una radiación cuando incide en cualquier superficie se divide en una parte que se refleja, una parte que se dispersa, una parte que se absorbe y una parte que se transmite.

El porcentaje que se dispersa está íntimamente relacionado con las dimensiones de las partículas del estrato donde incide la radiación y la longitud de onda de ésta. Así, la dispersión será mayor en estratos cuyas partículas sean de las mismas dimensiones que la longitud de onda del láser.

El porcentaje que se absorbe depende de factores del propio absorbente. Sólo es eficaz la radiación absorbida donde los efectos biológicos del láser dependerán de la absorción de energía y su transformación en energía calórica y química; actuando en los tejidos donde es absorbida esta energía y propagándose a su vez a zonas circundantes.

Hay un porcentaje que se transmitirá a los tejidos inmediatos posteriores.

El fenómeno de absorción dependerá de:

- La intensidad del haz y sección del mismo,
- El ángulo de incidencia de la aplicación a 90° sobre el tejido, la penetrabilidad es máxima,
- La distancia a la que se encuentra la terminal del láser de la piel,
- La longitud de onda y la frecuencia de la radiación,
- La duración de la aplicación. **(2)**

3.2.8 Efectos del Láser

El Dr. Zaragoza en su ponencia, experiencias sobre absorción y efectos biológicos de la radiación láser, hablando del láser de baja potencia, demuestra que la energía depositada por el láser en los tejidos se transforma de forma inmediata en otro tipo de energía, produciendo unos efectos biológicos primarios a nivel local (efectos bioquímicos, bioeléctricos o bienergéticos), y estos efectos primarios a su vez producen dos efectos indirectos: aumento del trofismo y estímulo de la microcirculación.

a) Efectos primarios directos

- **Efecto bioeléctrico:**

El láser ayuda a normalizar el potencial de membrana actuando como reequilibrante y normalizador de la vitalidad celular y sus funciones normales. El láser realiza estos efectos de modo directo actuando sobre la movilidad iónica, y de un modo indirecto aumentando la cantidad de ATP producido por la célula.

El mantenimiento del potencial de membrana reequilibrado evita que los estímulos dolorosos se transmitan a centros superiores.

- **Efecto bioquímico:**

La energía absorbida actúa:

- Modificando las reacciones enzimáticas normales,
- Aumenta el número de lisosomas,
- Estimula las mitosis celulares,
- Aumenta el flujo hemático por dilatación capilar y arterial,
- Estimula la producción de ATP,
- Estimula la acción fibrinolítica.

- **Efecto bioenergético:**

El láser repone la energía celular perdida, mediante una restauración de la funcionalidad normal de la célula.

- **Efecto térmico:**

La aplicación del láser sobre un tejido aumenta la temperatura de éste, estimulando:

- Un aumento de riego sanguíneo.
- Un aumento en la región afectada de elementos defensivos.
- Una disminución de la excitabilidad de las células nerviosas.
- Un aumento del trofismo celular.

- **Efecto mecánico:**

El láser produce una vibración de los tejidos, ayudando a la regeneración celular y reducción de la inflamación.

b) Efectos secundarios indirectos:

Estos efectos primarios producidos directamente en la zona de absorción o en la zona circundante provocan dos grandes efectos secundarios:

- **Aumento de la microcirculación:**

El láser acciona sobre el esfínter precapilar de la arteriola, paralizando a través de su efecto químico y consiguiendo así una apertura constante de este esfínter. Esta apertura permite una vasodilatación capilar y arteriolar produciendo:

- Un aumento de la troficidad de la zona, aumentando por tanto la aportación de nutrientes y oxígeno a la zona, y una eliminación de catabolitos.
- Incrementando el aporte de elementos defensivos y produciendo un efecto antiinflamatorio.

- **Aumento del trofismo:**

Producidos por los efectos bioquímicos y bioestimulantes primarios de la radiación láser.

El láser, a nivel celular, aumenta la producción de ATP, estimula el funcionamiento mitocondrial, favorece la síntesis proteica, modula la actividad enzimática y activa la multiplicación celular.

Por tanto contribuye a:

- Reparar la pérdida de sustancia,
- Aumenta la velocidad de regeneración de las fibras nerviosas dañadas,
- Estimula la hematopoyesis de la médula,
- Aumenta el trofismo de la piel,
- Contribuye a reducir las calcificaciones, sobre todo las situadas en los tendones.(2)

3.2.9 Efectos Fisiológicos del Láser

Por su posición en el espectro electromagnético el láser de infrarrojo visible, o no visible, tiene efectos fotoquímicos y térmicos, pero en fisioterapia por su baja intensidad y su acción terapéutica se basa en los efectos fotoquímicos de la luz.

Por su poca penetración actúa sólo en un nivel muy superficial, pero se inician procesos químicos que pueden mediar en reacciones más profundas.

Los efectos fisiológicos dependen de la frecuencia de los pulsos, de la intensidad y de la duración de la aplicación. Una misma longitud de onda puede tener efectos facilitadores o inhibidores en los tejidos según la intensidad de la aplicación. (1)

3.2.10 Efectos Terapéuticos

Atendiendo a los efectos indirectos o secundarios se obtendrán efectos terapéuticos definidos:

a) Efecto antiinflamatorio:

Consecuencia de la acción de las prostaglandinas, modificando la presión hidrostática intercapilar y, por tanto, mejorando la reabsorción de líquidos.

Actúa también sobre la circulación local:

- Aumentando el aporte de nutrientes y oxigenación,
- Aumentando el número de elementos defensivos,
- Modificando la presión hidrostática intercapilar.

b) Efecto analgésico:

- A nivel local; reduciendo la inflamación y eliminando sustancias algógenas,
- Dificulta la transmisión eléctrica del dolor modificando el mensaje eléctrico de los nervios sensitivos,
- Eleva el umbral del dolor a nivel de las terminaciones nerviosas libres,
- Actúa sobre el filtro del dolor bloqueando la transmisión dolorosa, estimulando las fibras AB del asta posterior de la médula,
- A nivel del tálamo estimula la formación de encefalinas y B-endorfinas bloqueando la percepción del dolor,
- Actuando en puntos reflexógenos como en las zonas de head, puntos gatillo o puntos de acupuntura.

c) Efecto trófico:

- Aumenta el número de fibroblastos,
- Regenera vasos sanguíneos,
- Aumenta la velocidad de crecimiento de los nervios seccionados,
- Incrementa la velocidad de reepitelación,
- Incrementa el ritmo de división celular,(2)

3.2.11 Aplicación

Es importante no iniciar la emisión del láser hasta que el irradiador esté situado en el punto de tratamiento y casi en contacto con el paciente. Si se tratan varios puntos, hay que interrumpir la emisión con el gatillo o pulsador durante los desplazamientos y comprobar que el piloto de emisión está apagado. Existe el peligro de cambiar la orientación del aplicador por distracción o descuido, por ejemplo al manipular los mandos del aparato o coger un objeto, mientras se sigue emitiendo láser.

Las gafas de protección, obligatorias para el paciente y el terapeuta, deben ser adecuadas a cada tipo de láser según su longitud de onda, y no son intercambiables entre los distintos tipos. Este detalle es muy importante cuando se dispone de diversas unidades.

Además del uso de gafas protectoras, se recomienda una buena iluminación de la sala para mantener la pupila contraída. De este modo se disminuye el efecto de una irradiación accidental.

El paciente no puede llevar joyas. La piel se desgrasará previamente con alcohol, dejándolo evaporar y alejando el frasco de la zona de aplicación para evitar explosiones.

3.2.12 Indicaciones

- Úlceras y heridas tórpidas.
- Cicatrización y reparación tisular: es un efecto fotobiológico con activación de los macrófagos, proliferación de los fibroblastos, aumento de la formación de colágeno, vasodilatación y síntesis de ARN y posiblemente con inhibición del crecimiento bacteriano. La respuesta al láser de una úlcera o herida depende de su cronicidad. La estimulación solo se produce cuando el ritmo del crecimiento

del cultivo es bajo, así pues el láser no está indicado para acelerar la cicatrización de heridas que evolucionan activa y normalmente, pero si cuando hay retrasos en la cicatrización y en úlceras tórpidas.

- Artritis reumatoide: el láser tiene una eficacia significativa en la disminución del dolor.
- Artrosis: en los trastornos mecánicos degenerativos temporomaxilares se considera que tiene una eficacia comparable a la del ultrasonido, la microonda y la onda corta.
- Tendinopatías: en la epicondilitis se ha duplicado un aumento de fuerza y disminución de dolor.
- Fibromialgia: el láser tiene un efecto significativo en el tratamiento del dolor miofacial. Aplicado en los puntos gatillo tiende a normalizar la baja resistencia cutánea que presentan y, por tanto, cabe suponer que paralelamente puede disminuir el dolor.
- Lesiones agudas de partes blandas: en las lesiones por inversión de tobillo el láser disminuye el dolor y el edema y hace que se pueda apoyar antes, siendo más efectivo que la fisioterapia convencional.
- Lumbalgia y cervicalgia: disminuye el dolor en comparación con el placebo si hay puntos gatillo, pero no parece efectivo en la lumbalgia crónica.

3.2.13 Contraindicaciones

- Tumores,
- Trombosis venosa,
- Flebitis y arteriopatías,(1)

- Presencia de marcapasos,
- Prótesis metálicas,
- Procesos inflamatorios agudos en períodos exudativos,
- Neoplasias no diseminadas. **(5)**

3.2.14 Precaución en el Uso de Láser

- Región lumbar baja o abdomen durante el embarazo: se recomienda evitar láser en el abdomen o región lumbar baja durante el embarazo, porque se desconocen sus efectos en el desarrollo fetal y en la fertilidad.
- Placas epifisiarias en la infancia: se desconocen los efectos del láser en el crecimiento o cierre de la placa epifisiaria. No se recomienda aplicar antes de su cierre, porque puede afectar el crecimiento.
- Sensibilidad alterada o estado mental alterado: se aconseja precaución al tratar a pacientes con deterioro de la sensibilidad o del estado mental porque pueden ser incapaces de comunicar el malestar durante el tratamiento.
- Fotofobia o sensibilidad anormal a la luz: algunos expertos recomiendan no aplicar láser ni fototerapia en pacientes con una sensibilidad excesiva a la luz.
- Pretratamiento con uno o más fotosensibilizadores. **(4)**

3.3 Hernias Discales

3.3.1 Definición

Es un desplazamiento de un secuestro del anillo y el núcleo en el canal vertebral o agujero de conjugación. El fragmento es fijado en posición patogénica, la inflamación de

la raíz nerviosa resulta de la presión mecánica, irritación química y respuesta autoinmune.



Foto 37
Hernia discal

(6)

3.3.2 Histología del Disco Normal

El disco sano está formado por:

a) El núcleo pulposo:

Consiste en una red de fibras colágenas delicadas, ubicadas en un gel de mucoproteínas rico en polisacáridos; contiene fibras colágenas del tipo II. El núcleo contiene una gran cantidad de agua, que parece ser el resultado de la inhibición del gel por eso, la función del disco es resistirse a las cargas compresivas.

La cantidad de agua disminuye con la edad y se reduce cuando el disco recibe presión, lo que provoca una ligera pérdida de altura de la persona durante el día.

La pérdida gradual del volumen de proteoglicanos explica la pérdida de agua; después de la tercera década, hay una pérdida gradual de fluido y una sustitución fibrosa fibrocartílago.

b) El anillo fibroso:

Está compuesto de fibrocartílago y de fibras de colágeno de tipo I, las fibras del anillo se ubican oblicuamente entre las vértebras y se presentan en capas concéntricas. La

dirección de las fibras se alterna en las capas sucesivas; una capa cruza a la otra en un ángulo de 30-60 grados.

En la periferia, algunas fibras anulares se extienden desde el borde cartilaginoso del platillo para entrar en el hueso del cuerpo vertebral: son las fibras de Sharpey, las fibras profundas se insertan en el cartílago del disco.

La inervación se encuentra en las fibras neurales de las capas exteriores del anillo, para el aspecto posterior del disco, las fibras nerviosas son ramas dorsales del nervio sinus vertebral de Luschka, ramas ventrales nacidas de la cadena simpática inervan la parte anterolateral del disco.

c) El platillo cartilaginoso disco vertebral:

No contiene colágeno de conexión fibrilar sobre el hueso subcondral de la vértebra, esta falta de interconexión entre el platillo cartilaginoso y la vértebra puede debilitar biomecánicamente al disco frente a las fuerzas de deslizamiento horizontal.

3.3.3 Mecanismo de las Lesiones Discales

Como resultado normal del proceso de envejecimiento, pueden tener lugar varios fenómenos en el disco.

El agua contenida en el disco disminuye, y su capacidad nutritiva puede alterarse puede haber lesiones de algunas de las fibras anulares, que pueden sufrir descomposiciones degenerativas y químicas. El resultado puede ser la producción de sustancias proteínicas que estimulan las respuestas inmunológicas y la actividad inflamatoria.

a) Proceso de formación la mayoría de las patologías mecánicas discales se producen en las curvas secundarias; son los segmentos más móviles, principalmente, solicitados en la flexión-extensión o estiramiento más compresión. Solo un disco en fase de degeneración, o habiendo recibido uno o

varios traumatismos o microtraumatismos, puede desgarrarse y formar una hernia y anteriormente, una protrusión.

Tipos de traumatismos:

- Traumatismo de esfuerzo repentino: bajo compresión de una carga demasiado importante, en una amplitud fisiológica demasiado grande para la resistencia muscular y ligamentaria, en general, la flexión hacia delante y las rotaciones.
- Microtraumatismos: vibraciones y choques verticales, sollicitación de estiramientos repetitivos del anillo fibroso posterior. **(6)**

3.3.4 Hernia de Disco Intervertebral

La función del disco intervertebral consiste en permitir un movimiento armónico de la columna y, simultáneamente, servir de apoyo y distribuir las cargas durante el movimiento. El envejecimiento provoca una disminución de las glucoproteínas del núcleo del disco, que produce, como consecuencia, desecación. El disco sufre un proceso de degeneración mucoidea y crecimiento interno del tejido fibroso, disminución de la altura del espacio intervertebral y mayor sensibilidad a los traumatismos. El aumento de la presión ejercida sobre el núcleo por las cargas mecánicas lleva a producir desgarros en el anillo fibroso y, finalmente, hernia del núcleo. **(7)**

Si se compara el disco con un tubo de dentífrico, con varias bolsas cerradas de plástico, estando cada saco cerrado sobre un gran número de capas, el anillo fibroso y un nódulo de pasta de diente maleable a la presión es decir el núcleo pulposos, es más fácil entender que si se rompen las bolsas, la pasta bajo la acción de la compresión debido a la flexión va a precipitarse hacia la periferia y huir por la hendidura hacia el exterior.

El proceso de la hernia puede seguir varios caminos, la causa bioquímica es siempre la misma pero la causa del desencadenamiento tiene dos formas:

a) Traumática evidente: ésta representa el 60% de las causas, la hernia discal se produce:

- Después de un esfuerzo importante sobre un disco sin protrusión, es una rotura anular repentina,
- Después de uno o varios esfuerzos poco importantes sobre una protrusión preexistente, es una rotura de fatiga del anillo.

b) Sin causa aparente: el 40% de las hernias discales:

- En estos casos, la hernia se produce por una debilidad del sistema fisiológico y por una incapacidad del organismo para sincronizar la degeneración del núcleo y del anillo. Este tipo de hernia se manifiesta, en la mayoría de los casos, después de un período largo de reposo por ejemplo el sueño; se sabe que el núcleo discal, si está degenerado, se hincha de agua hasta el límite de su capacidad durante el reposo,
- En numerosos casos, si no en la casi totalidad la hernia discal se produce sobre la base de una protrusión preexistente, es decir, sobre un desgaste, una fatiga progresiva de las fibras anulares bajo la presión mecánica del núcleo degenerado. **(6)**

3.3.5 Clasificación de Hernias de Disco

a) Hernias de disco cervical:

- Aspectos clínicos

Las siguientes apreciaciones explican los signos y síntomas que provocan las hernias de disco cervical:

- En la zona cervical, las raíces nerviosas salen por arriba del pedículo de la vértebra que lleva el mismo número.

- La raíz cervical sale a través del foramen radicular, en relación íntima con la cara inferior del pedículo.
- El espacio intervertebral está situado cercano a la porción inferior del pedículo.

- **Síndromes Radiculares:**

Debido a lo explicado, las hernias de disco cervical generalmente comprimen el nervio que sale del foramen radicular en el mismo nivel de la hernia; por ejemplo una hernia situada en C6-C7 generalmente causa características radiculares. En ocasiones, la radiculopatía izquierda de C6 se presenta con un dolor similar al de un infarto agudo de miocardio.

- **Signos:**

Prácticamente todas las hernias cervicales causan una limitación dolorosa del movimiento del cuello. La extensión del cuello generalmente agrava el dolor si hay discopatía cervical, aunque a veces hay dolor en la flexión. Algunos pacientes encuentran alivio al levantar el brazo y apoyar la mano ahuecada sobre la parte superior de la cabeza o detrás de ésta. Puede estar presente el signo de Lhermitte sensación de calambre a lo largo de toda la columna.

b) Hernias de disco dorsal:

Las hernias de disco dorsal constituyen entre 0.25% y 0.75% de todas las hernias de disco y 80% se forma entre los 30 y los 60 años, 75% son de ubicación inferior a D8, y el mayor porcentaje, 26% pertenece al nivel D11-D12. En 25% de los casos, se detectan antecedentes de traumatismo.

Los síntomas más frecuentes son dolor en 60%, alteraciones sensitivas 23%, alteraciones motoras 18%.

c) Hernia de disco lumbar:

- Aspectos clínicos:

Puesto que el ligamento longitudinal posterior es más fuerte en la línea media, la porción posterolateral del anillo fibroso tiene que soportar una parte desproporcionada de la carga. Por ese motivo, la mayoría de las hernias de disco lumbar se produce en la zona posterior, ligeramente lateralizadas, y comprimen la raíz nerviosa correspondiente, lo que genera el característico dolor radicular intenso.

Se han hecho varias distinciones entre el abombamiento, el secuestro o el fragmento libre del disco, frecuentemente basándose en los hallazgos intraoperatorias. Desde el punto de vista clínico, estas distinciones tienen, generalmente, poca importancia, con la posible excepción de la hernia contenida, que puede hacer que el paciente se convierta en candidato para un procedimiento intradiscal. Los datos característicos que proporciona la historia clínica son:

- Los síntomas pueden iniciarse con una lumbalgia que, transcurridos algunos días o semanas, gradualmente o, en ocasiones evoluciona hacia el dolor radicular, frecuentemente con atenuación de la lumbalgia,
- Rara vez se identifican los factores desencadenantes,
- El dolor alivia al flexionar la rodilla y el muslo,
- Por lo general, los pacientes evitan realizar movimientos excesivos, pero permanecer en una misma posición por mucho tiempo puede empeorar el dolor, por lo cual es necesario que cambien de posición a intervalos que van de unos pocos minutos a 10-20 minutos. Esta actitud de cambiar de posición no es lo mismo que retorcerse de dolor, como ocurre, por ejemplo, en los casos de obstrucción ureteral,
- El dolor se agrava con la tos, el estornudo o los esfuerzos de defecación.

Las hernias de disco lumbar de L4-L5 Y L5-S1 constituyen la mayoría de los casos de hernias de disco hasta 98%; 24% de los pacientes que presentan una hernia en L4-L5 o L5, S1, lo cual indica una tendencia generalizada hacia la formación de hernias de disco.

- Síntomas Iniciales:

Habitualmente, el síntoma inicial es la lumbalgia, que aparece después de un traumatismo o distensión muscular en 51% de los casos. Al progresar la enfermedad pueden presentarse parestesias y dolor en el muslo anterior, acompañados de pérdida de fuerza de la pierna.

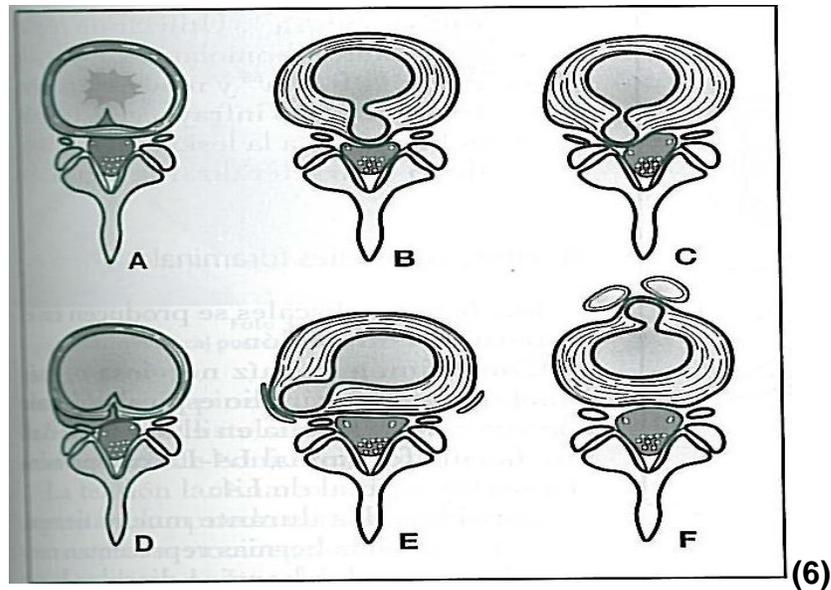
- Signos:

El músculo afectado con mayor frecuencia son los cuádriceps crurales, que se manifiesta con debilidad y, a veces, atrofia.

Alteración de los reflejos en las hernias de disco lumbar de L3 –L4. **(7)**

Tipos de Hernias discales:

- a) **Hernias discales anteriores:** aunque se consideran raras, son relativamente frecuentes se desplazan y desgarran el ligamento común vertebral anterior y pueden migrar hacia arriba o abajo. En función del alejamiento de las raíces, la mayoría de las veces son asintomáticas y su diagnóstico es casual durante una lumbalgia.



Distintos tipos de hernias discales lumbares:

- a. Degeneración discal con protrusión global
- b. Hernia medial o central
- c. Hernia interna o posterolateral
- d. Hernia foraminal
- e. Hernia extraforaminal o externa
- f. Hernia anterior (6)

b) Hernias discales centrales: son raras de 5 a 12% debido a la mayor resistencia del ligamento común vertebral posterior en la línea media. Según su tamaño, se manifiestan clínicamente por una lumbalgia simple con episodios intermitentes de bloqueo o por una radiculalgia bilateral. A menudo son voluminosas, desplazan la grasa peridural y pueden ocupar todo el canal.

- Signos clínicos:
 - Dolor lumbar, si la hernia es muy voluminosa lumbociática bilateral,
 - Dolor en lateroflexión de los dos lados,
 - Posición antálgica en flexión.

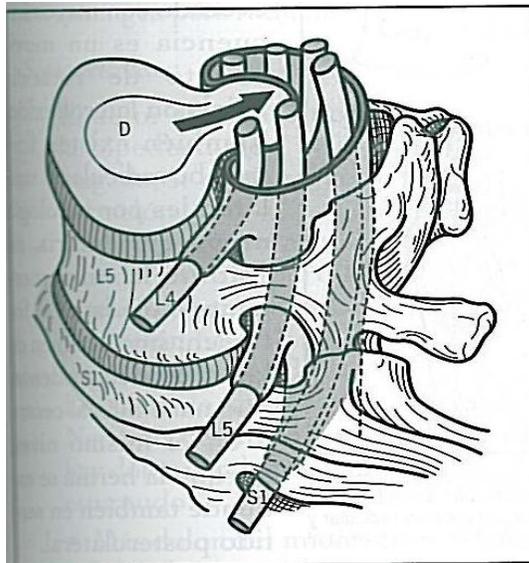
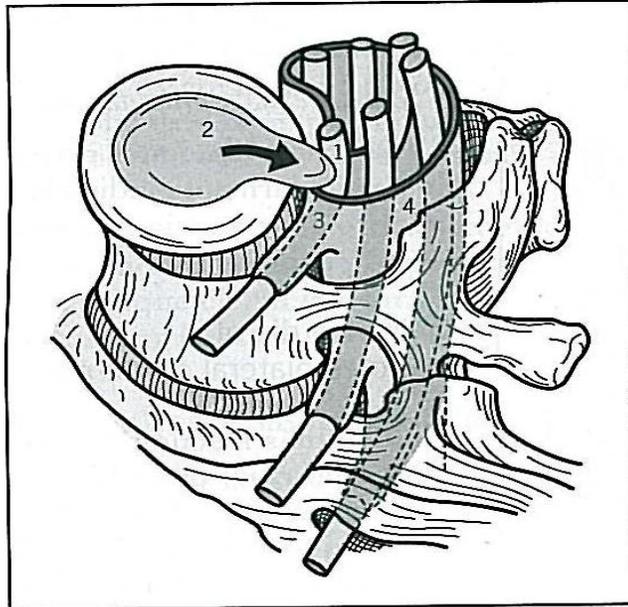


Figura 122
Hernia discal central o medial

(6)

c) Hernia discal posterolateral o interna: es la más frecuente, comprime la raíz cuando ésta emerge del saco dural antes del agujero de conjunción. Comprime la parte interna de la raíz nerviosa y es responsable de una radiculalgia unilateral y puede comprimir, a la vez, la raíz y el saco dural. En los signos clínicos:

- Más dolor lumbar que del miembro inferior porque la hernia discal pone en tensión el ligamento común vertebral anterior,
- Dolor en lateroflexión contralateral aumenta la compresión discal; el paciente adopta una posición antiálgica directa para alejar la hernia de la raíz y así disminuir la irritación.



1. Compresión del sistema vascular anterior
2. Hernia posterolateral izquierda
3. Compresión radicular

Figura 123
Hernia discal posterolateral o interna

(6)

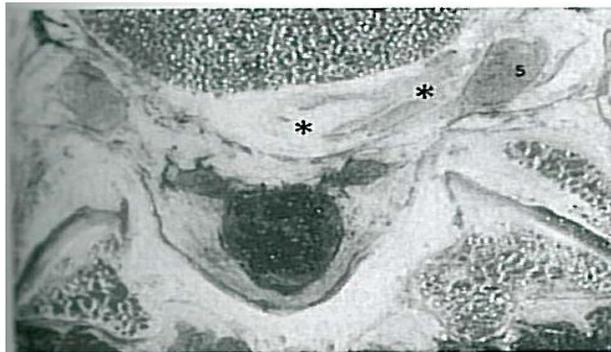
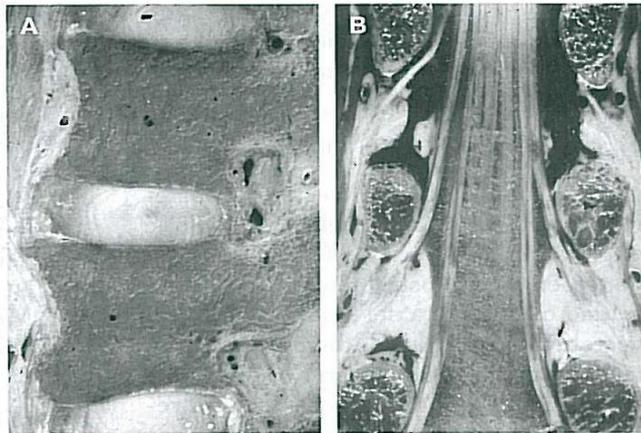


Foto 39
Hernia discal posterolateral o interna

(6)

d) Hernias discales foraminales: las hernias discales se producen en el agujero de conjunción. Comprimen la raíz nerviosa o más exactamente, el ganglio espinal, que sale a la vez que la hernia en el foramen. Consideradas durante mucho tiempo como raras, estas hernias representan cerca del 12% de las hernias discales lumbares y la mayoría se producen en los espacios L3-L4 y L4-L5, los pacientes tienen una media de edad más avanzada 53 años que en la ciática común, los signos clínicos:

- El dolor aumenta con la bipedestación prolongada y se alivia en sedestación,
- No hay posición antálgica del tronco, pero la extensión-lateroflexión y rotación homolaterales producen el dolor, no hay dolor con la tos o el estornudo,
- Más dolor del miembro inferior que de espalda, dolor del miembro inferior al descargar el peso sobre la pierna,
- Dolor de recrudescencia nocturna.



A. El agujero de conjunción
B. Las raíces nerviosas

Foto 40
Disecciones

(6)

e) Hernia discal extraforaminal o externa: comprime la parte externa de la raíz cuando ésta emerge del agujero de conjunción, los signos clínicos:

- Más dolor del miembro inferior que de espalda,
- Dolor en lateroflexión homolateral aumenta la compresión discal, el paciente adopta una posición antálgica cruzada para alejar la hernia de la raíz nerviosa, y así, disminuir la irritación,
- Posición antálgica cruzada. Cuando el paciente se inclina hacia el lado homolateral a la hernia discal aumenta el conflicto radicular y él nota el dolor; la lateroflexión contralateral aleja la raíz nerviosa de la hernia y alivia al paciente, lo que explica la posición antálgica cruzada.

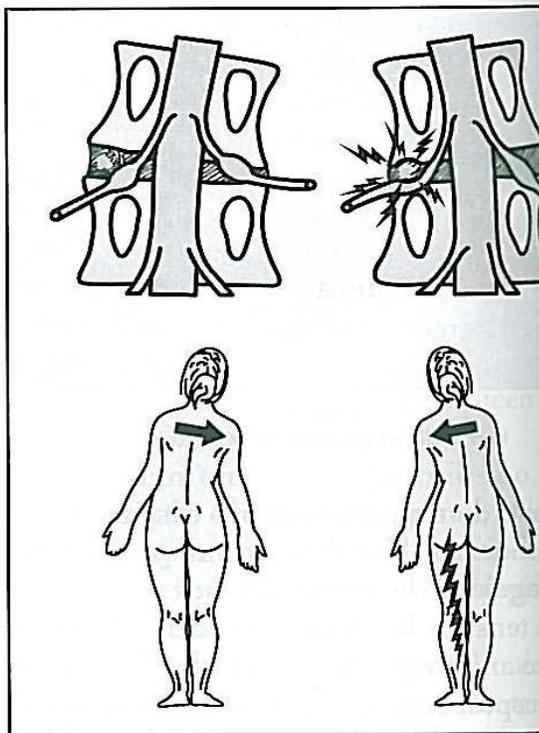


Figura 125
Dolor en lateroflexión y hernia discal externa (6)

f) **Hernias extaligamentarias:** el ligamento común vertebral posterior es más resistente en el centro, lo que explica que estas hernias sean, con mayor frecuencia, posterolateral. La integridad o la ruptura del ligamento común vertebral posterior condiciona el carácter intra o extraligamentario de la hernia. La hernia puede irritar por su presencia física o por la reacción química las fibras anulares y producir dolor lumbar con o sin ciática, la parte secuestrada puede moverse de tal manera que, en ciertas posiciones, no hay síntomas o al contrario puede producir dolor en algunas posiciones.

g) **Hernias excluidas:** el carácter excluido de una hernia discal puede ser destacado en la tomografía computarizada, si un espacio graso separa un fragmento discal del disco intervertebral o si un corte normal separa el disco intervertebral de un fragmento dentro del canal.

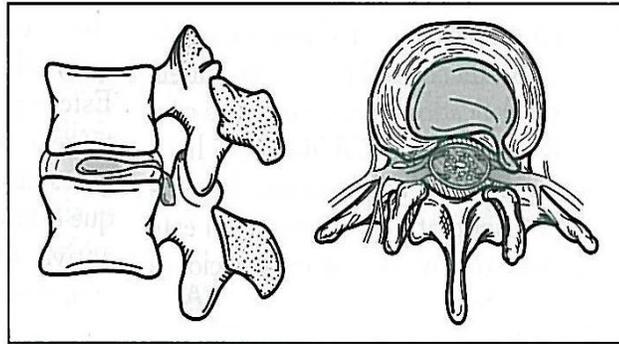


Figura 126
Hernia excluida

(6)

h) Hernias discales intradurales e intrarradiculares: la ruptura intradural se explicaría por las adherencias estrechas entre la cara anterior de la duramadre y el ligamento común vertebral posterior, adherencias favorecidas por una protrusión discal crónica en un canal estrecho, antecedentes quirúrgicos, o debilidad congénita de la vaina radicular lumbar, la posición más frecuente se sitúa en L4-L5.

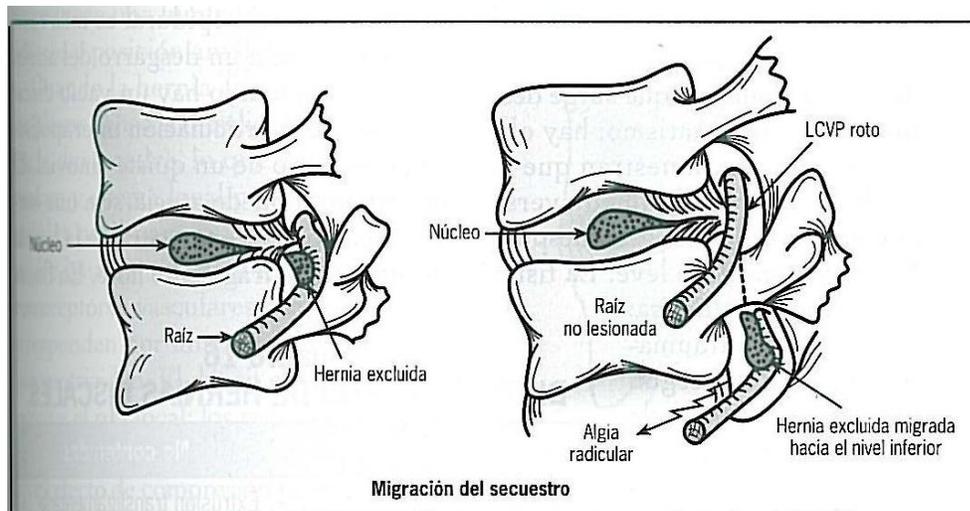


Figura 127
El dolor en la hernia discal excluida según Lavigne⁵³

(6)

- i) **Hernia subligamentaria:** la hernia discal se desplazó hacia atrás del cuerpo vertebral o debajo de él. El modelo migratorio más común para una extrusión discal es caudalmente detrás del cuerpo vertebral subyacente.

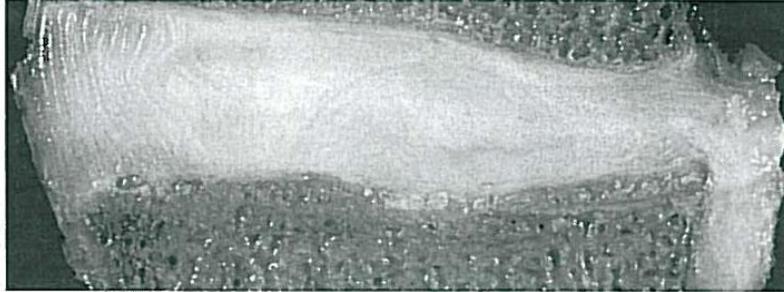
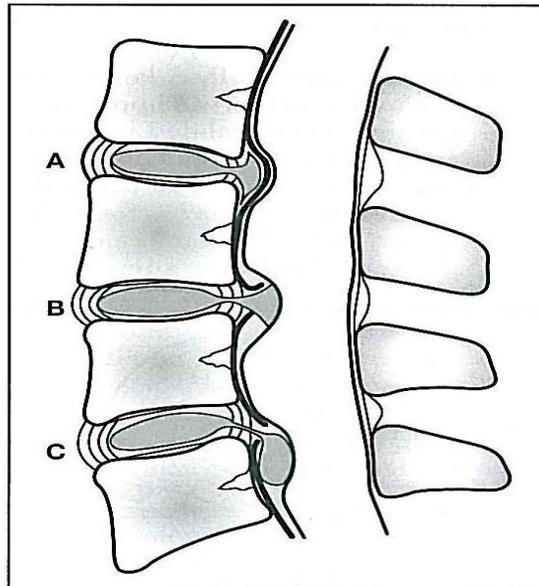


Foto 41
Hernia subligamentaria migrada hacia abajo

(6)

La hernia empuja fuertemente el ligamento común vertebral posterior y protruye en el canal raquídeo, si la hernia es medial, o en el foramen de conjugación. El ligamento común vertebral posterior no está roto; está deformado por el abombamiento discal posterior, los mecanorreceptores están estimulando fuertemente y producen una lumbalgia aguda con espasmos y posición antiálgica.



A. Hernia subligamentaria contenida por el LCVP
B. Hernia extraligamentaria con el ligamento roto
C. Hernia excluida con fragmento emigrado

(6)

Cuando la hernia es medial aplasta a los plexos venosos retroligamentarios contra la duramadre, lo que genera estasis venoso y edema local profundo; las arteriolas periligamentarias y de la duramadre igualmente están irritadas, el déficit circulatorio disminuye el pH local, los receptores del dolor se excitan y aumenta el dolor. El efecto de compresión puede repercutir sobre la parte anterior de la duramadre inervada por el nervio sinus vertebral de Luschka este síndrome meníngeo puede generar dolores que irradian hacia arriba o hacia abajo, hacia abdomen y perineo.

- **La hernia subligamentaria medial:** desprende el ligamento común vertebral posterior; puede migrar debajo de él hacia abajo o hacia arriba y dar signos radiculares por ejemplo L5-S1 con signos de cruralgia.
- **La hernia subligamentaria lateralizada:** en su primera fase, la duramadre radicular inervada por el nervio sinus vertebral de Luschka es estimulada, lo que puede generar una lumbociática con pequeñas irradiaciones hacia las fosas ilíacas externas. Se establece un edema foraminal con aumento de presión, disminución del pH y acidosis local responsable de la liberación de sustancias. En una segunda fase, la presión axonal puede desencadenar una perturbación de la conducción del influjo nervioso y una radiculitis inflamatoria por anoxia local.

Signos clínicos:

- La impotencia funcional es más importante como vestirse y caminar,
- El paciente presenta una posición antálgica directa o cruzada según la localización de la hernia.

Movimientos dolorosos:

- Flexión por el empuje posterior sobre el ligamento común vertebral posterior.
- Extensión por la protrusión posterior del anillo, lateroflexión y rotación homolateral o contralateral según la balística de la hernia discal. **(6)**

IV. ANTECEDENTES

Valdettaro, (2002) en la revista de Tesis tratamiento para lumbalgia con masoterapia y ultrasonido terapéutico, indica que esta técnica se basa en la emisión de vibraciones producidas por partículas que abarcan frecuencias superiores a 16,000 ciclos. Cada una de las partículas que son activadas por el ultrasonido tienen un movimiento de vaivén acorde al ritmo del mismo; la potencia y la alta frecuencia de los equipos usados comúnmente, sumados a la concentración de haces de alto grado, posibilitan la obtención de densidades de energía, que en su alternancia llegan a muchas atmósferas de presión, permitiendo acciones fisiológicas que son la base de su aplicación terapéutica. Los objetivos del tratamiento de los pacientes con lumbalgia deben tener en consideración los factores anatómicos, fisiológicos y psicológicos del paciente, los autores publican que sólo el 10% es tratado con menos de 3 tratamientos: en nuestra experiencia la combinación más frecuente en la etapa subaguda masoterapia más ultrasonido terapéutico por ejemplo, trepó al 31%. Los objetivos que se persiguieron con el tratamiento de la lumbalgia en la etapa aguda coincidió con la experiencia inglesa: el alivio del dolor, el incremento de la funcionalidad y del rango del movimiento; pero difirió en que no fue la prioridad la educación del paciente ni la prevención de nuevos episodios. Esta técnica se basa en la emisión de vibraciones producidas por partículas que abarcan frecuencias superiores a 16000 ciclos. Cada una de las partículas que son activadas por el ultrasonido tienen un movimiento de vaivén acorde al ritmo del mismo; la potencia y la alta frecuencia de los equipos usados comúnmente, sumados a la concentración de haces de alto grado, posibilitan la obtención de densidades de energía, que en su alternancia llegan a muchas atmósferas de presión, permitiendo acciones fisiológicas que son la base de su aplicación terapéutica. **(8)** Según lo anterior.

Aguilera, (2012) en el artículo Comparación de ultrasonido versus placebo para evaluar disminución del dolor en pacientes con artrosis de rodilla, asegura que el ultrasonido versus placebo para evaluar disminución del dolor en pacientes con artrosis de rodilla. La utilización de ultrasonido terapéutico es efectiva en disminuir y mejorar la

funcionalidad en pacientes con artrosis leve de rodilla. Se incluyó una revisión sistemática con metaanálisis de estudios clínicos sobre la utilización del ultrasonido terapéutico en pacientes con artrosis de rodilla. Esta revisión sistemática evidencia que la aplicación de ultrasonido terapéutico disminuye el dolor en pacientes que presentan artrosis de rodilla del 95% a pesar de la considerable heterogeneidad, el análisis de subgrupos arrojó resultados similares a favor de la aplicación del ultrasonido terapéutico de baja intensidad, pulsado, a una dosis de $< 150 \text{ J/cm}^2$. El dolor fue evaluado mediante la escala visual análoga, de muy fácil manejo y ampliamente utilizado por los clínicos tanto en el ámbito nacional como internacional. **(9)**

Schonsteins, (2007) en el artículo de Terapia con láser de baja intensidad para el dolor lumbar inespecífico, señala que el dolor lumbar y las discapacidades relacionadas son importantes problemas de salud pública e importantes causas de gastos médicos. En algún momento en su vida entre 60% y 80% de las personas presentan dolor lumbar, aproximadamente sólo 5% puede clasificarse como dolor de la raíz nerviosa el 95% restante consiste en dolor lumbar con o sin dolor referido a la pierna, con frecuencia denominado dolor lumbar inespecífico algunos fisioterapeutas usan actualmente la terapia con láser de baja intensidad como intervención terapéutica para trastornos musculoesqueléticos como el dolor lumbar. La terapia con láser de baja intensidad se basa en el tratamiento con una fuerte luminosa que genera luz de una sola longitud de onda. No emite calor, sonido o vibración. En vez de producir un efecto térmico, la terapia de láser puede actuar mediante reacciones fotoquímicas no térmicas en las células. Se piensa que la terapia con láser de baja intensidad afecta la función de los fibroblastos y acelera la reparación del tejido conectivo. También se ha informado que la TLBI tiene efectos antiinflamatorios debido a que disminuye la síntesis de prostaglandinas, tiene un efecto antiinflamatorio beneficioso, y logra atenuar el dolor en los ser humanos. El análisis agrupado de tres ensayos mostro que la terapia láser de baja intensidad fue más efectiva que la simulación en los pacientes con dolor lumbar crónico sin síntomas neurológicos para aliviar el dolor; un estudio midió el dolor con una escala análoga visual, pero presentó los resultados como el porcentaje de alivio del dolor calificado como malo, regular, bueno y excelente. En este estudio, al sexto mes

de seguimiento el 44.7% de los pacientes del grupo con TLBI y el 15.2% del grupo control informaron un alivio excelente. En resumen 238 personas mostraron un alivio significativo del dolor con la TLBI durante el seguimiento a corto y medio plazo. **(10)** Por la importancia del tema otros autores opinan que, **Hernández, (2009)** en la revista de la sociedad española del dolor, asegura que se llevó a cabo un estudio longitudinal, prospectivo y explicativo, de corte experimental, donde se aplicaron 2 tipos de tratamientos, el convencional con iontoforesis y el láser de baja potencia utilizando las técnicas de laserpuntura y laserterapia, para lo cual se emplearon equipos de fabricación cubana. La muestra estuvo conformada por 46 pacientes con síndrome doloroso agudo localizado en hombro. El uso del láser fue efectivo para el tratamiento del hombro doloroso por calcificaciones articulares, lo cual se evidencia en la disminución del dolor, el aumento de la movilidad y de la potencia muscular. Los pacientes tratados con láser notaron la mejoría inicial entre la primera y tercera sesiones de tratamiento. No aparecieron reacciones adversas con el uso del láser de baja potencia. En ambos tratamientos se logró curación, pero fue significativamente más evidente en el tratamiento con láser. La mayoría de los pacientes tratados con láser (87,0%) comenzó a sentir mejoría de los síntomas entre la primera y la tercera sesiones de tratamiento, mientras que en los del grupo convencional ocurrió entre la cuarta y la sexta sesiones de tratamiento. **(11)** por la importancia del tema otros autores opinan.

León, (2010) en la tesis titulada Utilidad de la terapia láser en epicondilitis, afirma que el universo de trabajo incluyó 120 pacientes que asistieron a la consulta de medicina física y rehabilitación remitidos por los consultorios del médico y enfermera de la familia y los servicios de ortopedia, traumatología y reumatología de dicha Institución, de los cuales se tomó una muestra que fue seleccionada de forma aleatoria simple. Los pacientes recibieron tratamiento con láser de conducción infrarrojo de emisión continua con una densidad de energía de 6 joule por centímetro cuadrado. El tiempo de irradiación fue de 10 minutos; diariamente, hasta un total de 12 sesiones de tratamiento. Para la aplicación del láser se utilizó el sistema Lasermed 401 infrared láser. Consideramos que el tratamiento fue útil en la mayor cantidad de los pacientes estudiados, con un 81,2 %.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con nuestra investigación sugerimos que se haga más extensivo el uso de la terapia con láser para el tratamiento de la epicondilitis. **(12)**

Ricard, (2009) En la revista de fisioterapia titulada Estadística comparativa en los tratamientos de lumbociáticas por hernia discal, asegura que los resultados del tratamiento osteopático en las lumbociáticas por hernia discal, apoyándose sobre el diagnóstico diferencial etiológico del dolor (técnicas ligamentosas, musculares, técnicas de thrust y flexión distracción), sobre una población de 620 pacientes por hernias discales objetivadas por TAC o IRM se encontró unos 91,32% de buenos resultados. Resultados superiores a los del tratamiento médico (71,04%) y de la cirugía (microcirugía, 61,04%; cirugía clásica, 83%; nucleólisis, 70%). El tratamiento conservador no tiene los inconvenientes de la cirugía (fibroaracnoiditis, inestabilidad, etc.) y siempre se debe proponer antes de la cirugía.

Los resultados del tratamiento osteopático parecen superiores a los resultados de los tratamientos médicos y quirúrgicos. Nos parece entonces que el tratamiento de elección de las hernias discales lumbares es el tratamiento conservador por varias razones: El tratamiento osteopático no tiene las complicaciones de la cirugía y funciona mejor.

El tratamiento osteopático de las complicaciones es menos eficaz (50% de buenos resultados) después de la cirugía. El tratamiento manipulativo en *lumbar-roll* permite una disminución de los dolores en aproximadamente un 80% de los casos de neuralgia ciática. Las manipulaciones en rotación muestran una disminución de tamaño de la hernia discal. Sin embargo, otros estudios muestran que a pesar de la desaparición de los dolores el tamaño de la hernia discal no disminuye. **(13)**

V. OBJETIVOS

5.1 General

Establecer los efectos de la aplicación de ultrasonido terapéutico en comparación con los efectos del láser terapéutico, en el tratamiento de hernias de columna vertebral.

5.2 Específicos

- a)** Identificar los resultados de la aplicación de ultrasonido terapéutico,
- b)** Identificar los efectos de la aplicación de láser terapéutico,
- c)** Provocar alivio en los síntomas que producen las hernias discales.

VI. JUSTIFICACIÓN

Las hernias discales son una de las causas que provocan dolor en diferentes áreas de la espalda, esto va a depender si están localizadas a nivel cervical, dorsal o lumbar siendo esta una de las áreas más comunes para la formación de una hernia discal; la sintomatología es diferente para cada una, se puede aquí mencionar el dolor que aumenta cuando la persona realiza esfuerzos.

Es más frecuente en hombres de mediana edad que en mujeres, ya que ellos realizan actividades extenuantes durante el transcurso de la vida. Es por ello que surge la necesidad de implementar un plan de tratamiento de fisioterapia con la aplicación de ultrasonido terapéutico y láser terapéutico, con la finalidad de disminuir el dolor y con ello contribuir a la rehabilitación de los pacientes.

Esta investigación se realizó con 40 personas con diagnóstico de hernias discales, en el Hospital Privado Huehuetenango, del Departamento de Huehuetenango; con el objetivo de establecer los efectos en la disminución del nivel del dolor, se utilizó ultrasonido terapéutico en 20 personas y a las otras 20 personas se les aplicó láser terapéutico, para poder comparar la efectividad del tratamiento. Se determinó que en la evaluación final de la escala gráfica numérica del dolor en ambas técnicas se compararon los resultados y se comprobó estadísticamente la efectividad de la terapia aplicada con láser terapéutico ya que se obtuvo un índice de dolor de 1 grados más bajo que la aplicación del ultrasonido terapéutico, que mantuvo un índice de dolor de 3 grados concluyendo así que este tratamiento es significativo en la reducción del dolor, no es invasivo, es indoloro, de bajo costo y con resultados muy favorables; el cual contribuyó a mejorar la salud del paciente y con ello se benefició en la rehabilitación de las personas con diagnóstico de hernias discales, puede ser utilizado como protocolo de tratamiento en dicha patología.

VII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 Tipo de Estudio

Para el análisis de diferencia de medias, que consiste en realizar una comparación del promedio de la muestra número 1 y el promedio de la muestra 2, obteniendo dos mediciones principales, las que corresponden al “antes” de la aplicación de la terapia propuesta, muestra número 1 y la del “después” de la aplicación de la misma, muestra número 2, de esta manera se puede medir la diferencia entre ambos momentos, para lograr evidenciar la efectividad de la terapia. **(18)**

7.2 Sujetos de Estudio o Unidad de Análisis

El universo de la investigación está conformado por 40 personas, de ambos sexos en edades comprendidas de 35 a 75 años, con un diagnóstico de hernias de columna vertebral, de los cuales se seleccionó el 100% de la población

7.3 Contextualización Geográfica y Temporal

- 40 personas con diagnóstico de hernias discales, que fueron convocados al Hospital Privado Huehuetenango,
- Pacientes inscritos en el Hospital Privado Huehuetenango, del Departamento y Municipios cercanos de Huehuetenango,
- El tratamiento se aplicó a pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango en el período comprendido del mes de febrero a mayo del año 2012.

7.4 Definición de Hipótesis

H₁: La aplicación de ultrasonido terapéutico es más efectiva que el láser terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral.

H₀: La aplicación de láser terapéutico es más efectiva que el ultrasonido terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral.

7.5 Definición de Variables

7.5.1 Independiente

- a) Ultrasonido terapéutico,
- b) Láser terapéutico.

7.5.2 Dependiente

- c) Hernias discales

7.6 Definición de Variables

7.6.1 Definición Conceptual

- a) Ultrasonido terapéutico:

Es una vibración acústica en frecuencias ultrasónicas, no audibles. Aplicado en fisioterapia, se denomina **ultrasonido terapéutico** para distinguirlo de la aplicación diagnóstica o ecográfica. El ultrasonido terapéutico aplicado es de baja intensidad, pero con energías elevadas tiene otras aplicaciones en litotricia y destrucción de tumores.

Se produce por la vibración de un cristal con propiedades electrostrictivas, que al recibir una corriente sinodal de elevada frecuencia la convierte en vibración mecánica acústica. El ultrasonido, por tener efectos térmicos por conversión de energía, se incluye entre las modalidades de diatermia o termoterapia profunda. **(1)**

b) Láser terapéutico:

La luz láser acrmino de Light amplification by stimulated emisión of radiaciones (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) también energía electromagnética en o cerca del rango visible del espectro electromagnético. La luz láser difiere de otras formas de luz **monocromática** formada por luz de una sola longitud de onda, **coherente y direccional**.

Es una luz con unas características especiales de coherencia y monocromaticidad que la distinguen de la luz normal o de una simple lámpara de infrarrojos. Se utiliza en fisioterapia desde hace cuarenta años. **(4)**

c) Hernia de disco:

Es un desplazamiento de un secuestro del anillo y el núcleo en el canal vertebral o agujero de conjugación. El fragmento es fijado en posición patogénica, la inflamación de la raíz nerviosa resulta de la presión mecánica, irritación química y respuesta autoinmune. **(6)**

7.7 Definición Operacional

a) Ultrasonido terapéutico:

Es una vibración acústica en frecuencias ultrasónicas, no audibles. El cual se produce por la vibración de un cristal con propiedades electrostrictivas, que al recibir una corriente senoidal de elevada frecuencia la convierte en vibración mecánica acústica. la energía de los ultrasonidos absorbida por los tejidos atravesados por el haz termina transformándose en calor y aumentando la temperatura de la zona tratada.

Teniendo como resultado efectos terapéuticos de los cuales podríamos mencionar el aumento de la circulación y del metabolismo celular, relajación muscular y efecto analgésico.

- Indicadores:
 - Circulación,
 - Relajación,
 - Analgesia.

b) Láser terapéutico:

La luz láser se diferencia de la luz convencional en que la primera es monocromática de un solo color o longitud de onda, coherente y direccional. Su aplicación terapéutica incluye la aceleración de la síntesis del colágeno, la disminución de microorganismos, el aumento de la vascularización y la reducción del dolor y la inflamación.

- Indicadores:
 - Reducción de edema,
 - Nivel de dolor,
 - Analgesia.

c) Hernia discal:

Se define como la emigración del núcleo pulposo, a través de las fibras del anillo fibroso. Normalmente la herniación se produce en las zonas donde el anillo presenta una mejor resistencia o debilidad, que generalmente corresponden a la porción posterointerna donde hay una menor resistencia ligamentosa. La hernia discal puede ser responsable de una sintomatología diversa como dolores radiculares, trastornos sensitivos y motores.

- Indicadores:
 - Nivel de dolor,
 - Espasmos musculares,
 - Rangos de movimiento de columna,
 - Fuerza muscular a nivel paravertebral.

VIII. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

El universo de la investigación está conformado por 40 personas, de ambos sexos en edades comprendidas de 35 a 75 años, con un diagnóstico de hernias de columna vertebral, se seleccionó el 100% de la población, obteniendo una muestra de 40 personas. Para la aplicación del tratamiento fue necesario realizar dos grupos, los cuales fueron electos al azar, cada paciente tomó un sobre el cual en su interior determinaba si pertenecía al grupo 1 de aplicación de ultrasonido terapéutico o si pertenecía al grupo 2, de aplicación de láser terapéutico, quedando constituidos dos grupos de 20 personas en cada uno.

8.1 Selección de los Sujetos de Estudio

8.1.1 Criterios de Inclusión

- a) Diagnóstico de hernias discales,
- b) Adultos de ambos sexos,
- c) Edad de 35 a 75 años,
- d) Personas del Departamento de Huehuetenango y sus Municipios cercanos.

8.1.2 Criterios de Exclusión

- a) Diagnóstico de hernias inguinales,
- b) Hernias femorales,
- c) Hernias discales con compromiso medular,
- d) Pacientes con laminectomías,
- e) Personas no colaboradoras en la asistencia a las sesiones de tratamiento.

8.1.3 Cálculos Estadísticos de las Muestras

Las siguientes son las fórmulas utilizadas para este estudio de investigación.

a) Análisis de datos pares:

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N}$
2. Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.

Desviación típica o estándar para la diferencia ente la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N - 1}} =$$

3. Valor estadístico de prueba: $t = \frac{d - \Delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}}$
4. Grados de libertad: $g.l = N - 1$
Valor de t a los niveles de confianza del 95%
5. Efectividad de la terapia $t > T - t < \sim T t = T$
6. Media Aritmética:

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_1}{N}$$

7. Desviación típica:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (f \cdot di^2)}{n} - \left[\frac{\sum (f \cdot di)}{n} \right]^2}$$

b) Diferencia de Medias

1. Se establece el Nivel de Confianza: NC= 95% $Z \frac{\alpha}{2} = 1.96$
2. Se establece el promedio muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia $X = \sum \bar{X}_1 =$
M

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia $Y = \sum \frac{Y_1}{N}$

3. Se establece la desviación típica o estándar muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{m-1}}$$

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

4. Valor estadístico de prueba Z:

Fórmula de la diferencia de medias:

$$Z = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - \Delta^0}{\sqrt{\frac{(S_1)^2}{m} + \frac{(S_2)^2}{n}}}$$

5. Nivel de confianza: NC = 95% $Z \geq = 1.96$

(14)

• **La identificación de los sujetos a incluir en la muestra:**

Se solicitó al director del Hospital privado de Huehuetenango, la autorización para la realización del estudio de investigación y luego se realizó una charla informativa en la estación de radio La voz de Huehuetenango, donde se invitó a personas con diagnóstico de hernias discales, a participar de este estudio de investigación a

realizarse en el Hospital Privado Huehuetenango; respondieron al llamado 60 personas las cuales llamaron vía telefónica a la estación donde se tomaron los datos. Después al llegar los pacientes al Hospital Privado Huehuetenango, se corroboró el diagnóstico y se determinó si eran candidatos para esta investigación con la ayuda del médico, después cada paciente tomó un sobre el cual indicaba el tipo de tratamiento que se les brindaría. Determinando así para el primer grupo: aplicación de ultrasonido terapéutico y para el segundo grupo: aplicación de láser terapéutico, obteniendo una muestra de 40 pacientes.

8.1.4 Recolección de Datos

- **Métodos utilizados para la recolección de datos:**

Datos estadísticos de los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango. Evaluaciones de anamnesis, tipo de hernias, escala gráfica del dolor.

- **Instrumentos:**

Para alcanzar los objetivos de la investigación se utilizaron los formatos para la recopilación de datos estadísticos, realizando una evaluación inicial, intermedia y final. Para poder obtener información sobre el estado en que se encontraban los pacientes, y así mismo la evolución al finalizar este estudio de investigación y con ello demostrar, cuál de los dos métodos de tratamiento es más beneficioso para personas con diagnóstico de hernias de columna vertebral.

- **Validación de los instrumentos:**

Los formatos de evaluación fueron utilizados en el Hospital Privado Huehuetenango en personas con diagnóstico de hernias discales, como medio de recopilación de datos y para poder verificar por este medio si la aplicación de ultrasonido terapéutico es más beneficioso en comparación a la aplicación de láser terapéutico en hernias discales.

IX. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

9.1 Descripción del Proceso de Digitación

- Uso electrónico, manual
- Uso de programa de Excel 2010, Word 2010

9.2 Plan de Análisis de Datos

Se aplicó la evaluación de la escala gráfica numérica del dolor en la fase inicial, intermedia y final. Para los datos estadísticos se realizó el análisis de datos pares, diferencia de medias y análisis de varianza.

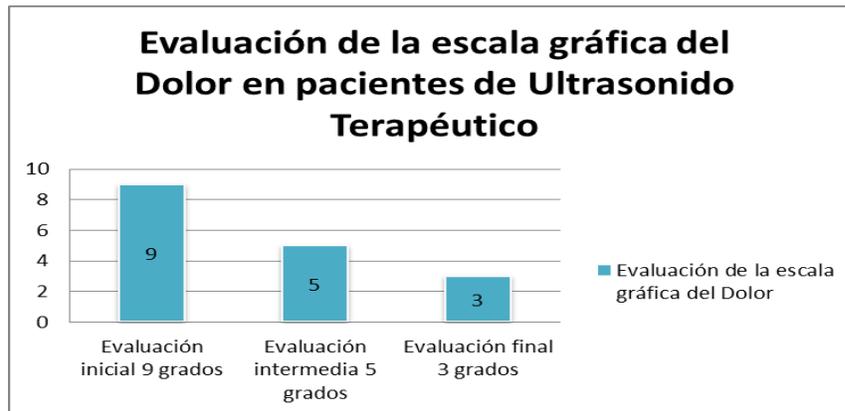
La muestra de 40 pacientes se dividió en dos grupos de estudio, siendo el primer grupo de 20 pacientes a los cuales se les aplicó ultrasonido terapéutico obteniendo un resultado de: la evaluación inicial de 9 grados de dolor, en evaluación intermedia 5 grados de dolor y la evaluación final 3 grados de dolor.

Por lo cual el segundo grupo constituido por 20 pacientes a quienes se les aplicó láser terapéutico se obtuvieron los siguientes resultados: evaluación inicial 9 grados de dolor, evaluación intermedia 5 grados de dolor y evaluación final 1 grado de dolor, demostrando que la aplicación de láser terapéutico es más efectiva en comparación al ultrasonido terapéutico.

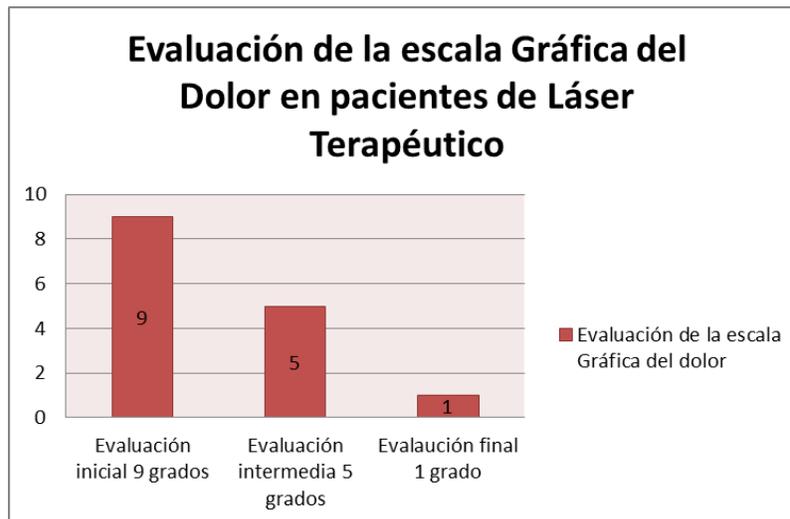
9.3 Métodos Estadísticos

Establece las siguientes fórmulas estadísticas para el análisis de datos pares, que consiste en realizar una comparación para cada uno de los sujetos objeto de investigación, entre su situación inicial, intermedia y final, obteniendo mediciones principales, la que corresponde al antes, al durante y al después de la aplicación de la terapia, de esta manera se puede medir la diferencia promedio entre los momentos, para lograr evidenciar la efectividad de la terapia. **(15)**

X. RESULTADOS

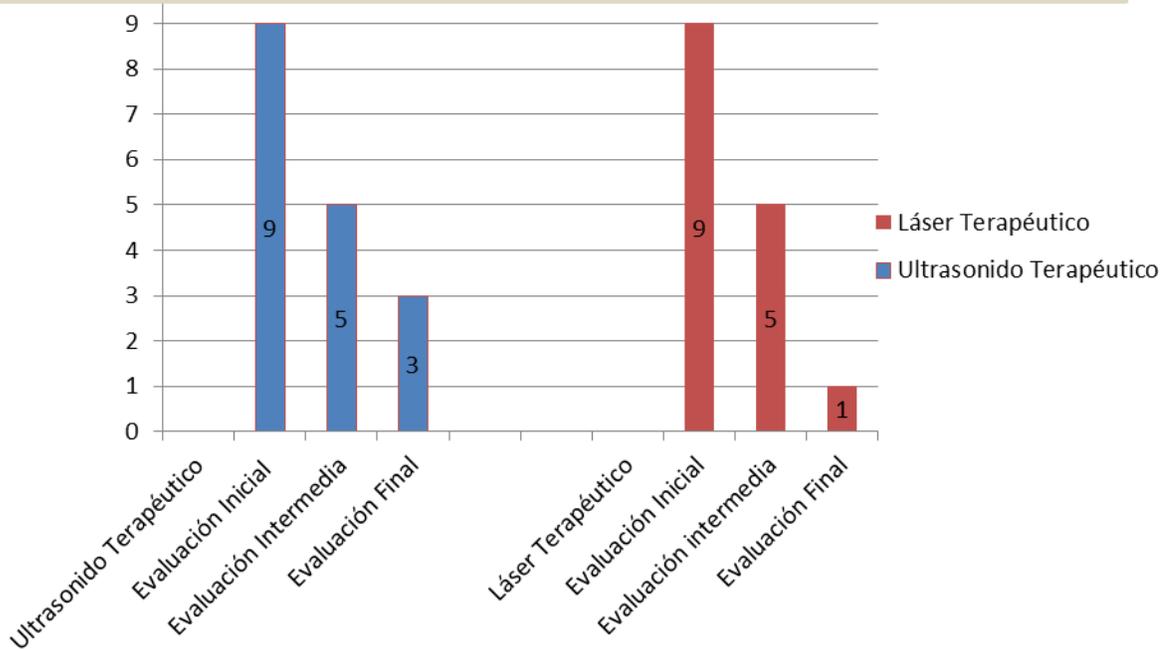


Interpretación: se observó que al realizar la evaluación inicial de la escala gráfica numérica del dolor, los pacientes que formaron parte del grupo de ultrasonido terapéutico presentaron 9 grados de dolor, en la evaluación intermedia se obtuvo 5 grados de dolor y al finalizar el tratamiento el resultado fue de 3 grados de dolor.

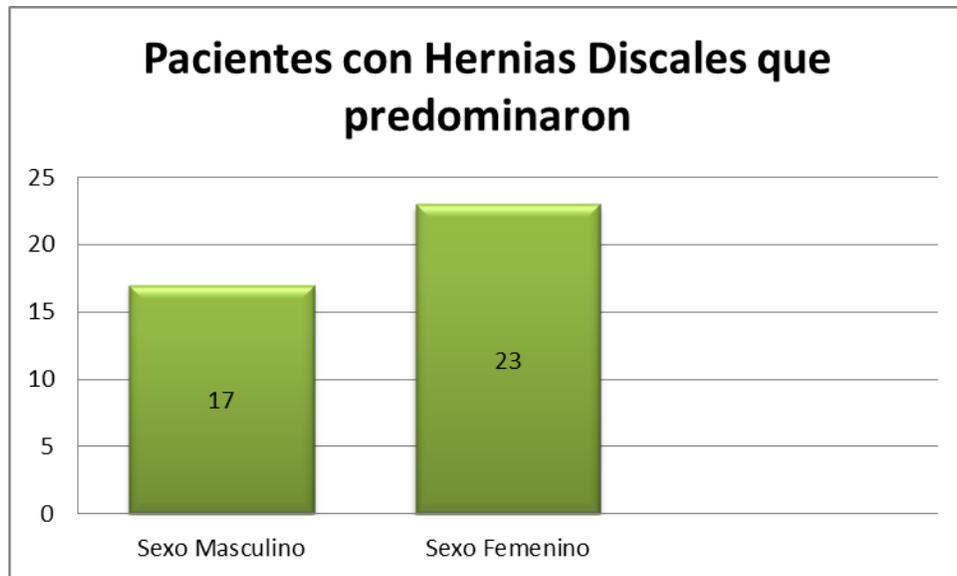


Interpretación: De esta manera se demuestra que al realizar la evaluación inicial de la escala gráfica numérica del dolor, con los pacientes que formaron parte del grupo de láser terapéutico se obtuvo 9 grados de dolor, en la evaluación intermedia se disminuyó a 5 grados de dolor y al finalizar el tratamiento el resultado fue de 1 grado de dolor, determinando que este método es más efectivo en comparación a la aplicación de ultrasonido terapéutico.

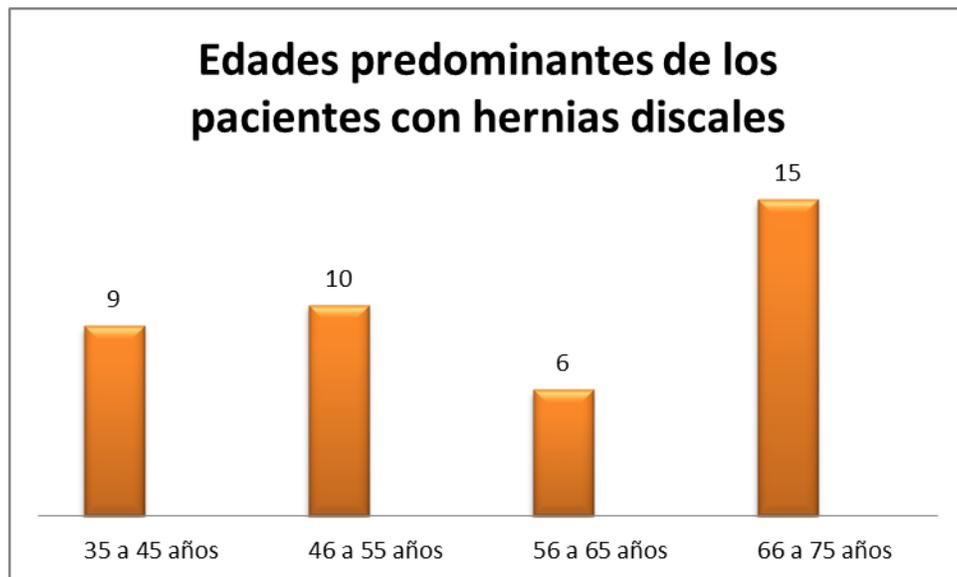
COMPARACION DE EVALUACION DE LA ESCALA GRAFICA NUMERICA DEL DOLOR APLICACION DE ULTRASONIDO TERAPEUTICO VERSUS LASER TERAPEUTICO



Interpretación: Se comprueba estadísticamente la efectividad de la terapia aplicada con láser terapéutico ya que se obtuvo un índice del dolor de 1 grado más bajo, en comparación que la aplicación del ultrasonido terapéutico que mantuvo un índice de dolor de 3 grados. Estableciéndose de esta manera la efectividad del tratamiento de fisioterapia por medio de los beneficios de la aplicación de Láser terapéutico en hernias de columna vertebral, por lo tanto se acepta la **H₀**: La aplicación del Láser terapéutico es más efectivo que la aplicación de ultrasonido terapéutico en hernias de columna vertebral.



Interpretación: Se aplicó el tratamiento a 40 personas, de las cuales 17 son de sexo masculino y 23 de sexo femenino.



Interpretación: De las 40 personas que formaron parte de este estudio, las edades predominantes fueron: 9 personas de 35 a 45 años, 10 personas de 46 a 55 años, 6 personas de 56 a 65 años y 15 personas de 66 a 75 años.

XI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Plaja, (2003) en los efectos térmicos que proporciona el ultrasonido se consideran directamente relacionados con el aumento de temperatura de los tejidos, aumento de la temperatura local, de la circulación y del metabolismo celular. El aumento real de temperatura en los tejidos depende, además de la absorción de la energía sónica, del grado de disipación del calor a los tejidos circundantes, lo que es bastante imprevisible.

(1)

Se puede comprobar que con la aplicación de ultrasonido terapéutico continuo de 1Mhz con una dosis de 1 W/cm² a nivel de hernias cervicales y de hernias lumbares aplicado a 20 pacientes 3 veces por semanas durante 4 semanas de tratamiento, se consiguieron los efectos térmicos que están relacionados directamente con el aumento de temperatura de los tejidos, aumento de la temperatura local, de la circulación y del metabolismo celular. A través de ello se demuestra la efectividad de la aplicación de ultrasonido terapéutico en hernias discales.

Plaja, (2003) el calor aportado a los tejidos por los ultrasonidos provoca una reacción vasodilatadora local, la mejoría de la circulación sanguínea y linfática tiene un efecto favorable sobre la reabsorción del fluido del edema, efecto antiinflamatorio y aumenta la eliminación de los irritantes tisulares mediadores del dolor, efecto analgésico. **(1)**

Con la aplicación de ultrasonido terapéutico con frecuencia de 1Mhz, la profundidad de penetración alcanza más de 7cm y es adecuado para tratamientos profundos, los tejidos corporales absorben la energía ultrasónica en calor produciendo una vasodilatación, la cual mejora la circulación sanguínea, disminuye el espasmo muscular, tiene un efecto antiinflamatorio. Se comprueba que la aplicación de ultrasonido terapéutico es de beneficio para disminuir el nivel de dolor consiguiendo analgesia. Ya que en los resultados de la evaluación gráfica numérica del dolor al inicio presentaban 9 grados y al finalizar 3 grados de dolor.

Plaja, (2003) el ultrasonido puede disminuir el dolor alterando su transmisión y modificación de las condiciones locales que lo causan. Se cree que la analgesia por ultrasonido está relacionada con cambios en la velocidad de conducción de los nervios, en la eliminación de mediadores del dolor por un aumento de la circulación local y en alteraciones de la permeabilidad de la membrana celular, que disminuyen la inflamación y facilitan la regeneración tisular. El ultrasonido modifica la velocidad de conducción del nervio normal y cambia el umbral de dolor. **(1)**

En relación a lo anterior se pudo comprobar que la aplicación del tratamiento de ultrasonido terapéutico favoreció a los 20 pacientes a quienes se les aplicó 12 sesiones de ultrasonido terapéutico, 3 veces por semana durante 4 semanas, para poder determinar los resultados se empleó la evaluación de la escala gráfica numérica del dolor obteniendo 9 grados de dolor en la evaluación inicial, 5 grados en la evaluación intermedia la cual se realizó en la segunda semana del tratamiento y 3 grados de dolor en la evaluación final en la cuarta semana. Demostrando que el ultrasonido puede disminuir el nivel del dolor modificando las condiciones locales que lo causan, logrando un efecto antiinflamatorio y analgésico; y con ello mejorando contribuyo en la rehabilitación de los pacientes.

León, (2006) el láser ayuda a normalizar el potencial de membrana actuando como reequilibrante y normalizador de la vitalidad celular y sus funciones normales. La aplicación del láser sobre un tejido aumenta la temperatura de éste, estimulando: un aumento de riego sanguíneo, aumento en la región afectada de elementos defensivos, disminución de la excitabilidad nerviosa, aumento del trofismo celular. El láser produce una vibración de los tejidos, ayudando a la regeneración celular y reducción de la inflamación. **(2)**

La utilización de láser terapéutico de baja intensidad contribuyó a aliviar el dolor y estimular los puntos de acupuntura, ya que es una terapia no invasiva e indolora. Se aplicó a 20 pacientes 3 veces por semana por 4 semanas, una dosis de 250 Hz en la primera semana, 50 Hz en la segunda semana y 5 Hz en la última semana, al realizar la

evaluación del dolor se comprobó estadísticamente la efectividad de la terapia ya que obtuvo un índice de dolor de 1 grado de dolor y con ello se demostró la disminución de la excitabilidad nerviosa y la reducción de la inflamación.

León, (2006) la aplicación del láser sobre un tejido aumenta la temperatura de éste, estimulando el aumento del riego sanguíneo, produciendo una vibración de los tejidos, ayudando a la regeneración celular y reducción de la inflamación. **(2)**

Después de las 12 sesiones de la aplicación del láser terapéutico y con los resultados de las evaluaciones del nivel del dolor, se comprueba que la radiación del láser posee propiedades físicas que producen efectos terapéuticos sobre el tejido, como la analgesia en la zona irradiada, pues interfiere en el mensaje eléctrico a nivel local para inhibir la transmisión del estímulo doloroso, desciende el umbral del dolor y la acción antiinflamatoria, ya que favorece la vasodilatación capilar y aumenta el drenaje de la zona inflamada. Demostrando mayores resultados de reducción del dolor en comparación al ultrasonido terapéutico.

León, (2006) en los efectos terapéuticos, el efectos antiinflamatorio actúa también sobre la circulación local aumentando el aporte de nutrientes y oxigenación; efecto analgésico a nivel local reduciendo la inflamación y eliminando sustancias alógenas, dificulta la transmisión eléctrica del dolor modificando el mensaje eléctrico de los nervios sensitivos, actúa sobre el filtro del dolor bloqueando la transmisión dolorosa, estimulando las fibras AB del asta posterior de la médula. **(2)**

Se determinó que al realizar el tratamiento de fisioterapia con la aplicación de láser terapéutico en pacientes con hernias en columna vertebral, se pudo observar que al evaluarlos en la escala gráfica numérica del dolor, presentaron en la evaluación 9 grados de dolor, se continuaron las sesiones y luego se evaluó la fase intermedia; en la cual el resultado fue de 5 grados de dolor, posteriormente se realizó la evaluación final y se obtuvo un resultado de 1 grado de dolor. Por ello se comprueba que la aplicación del láser terapéutico en pacientes con hernias discales es un tratamientos eficaz, ya

que logra aumentar el riego sanguíneo mejorando la circulación del tejido, disminuye la excitabilidad nerviosa, brinda un aumento de nutrientes a los tejidos y también tiene un efecto analgésico el cual favorece en la disminución de dolor bloqueando las fibras nociceptivas del dolor y con ello logra mejorar la sintomatología que refieren los pacientes. Se comprobó que la aplicación de láser terapéutico favorece en una rehabilitación exitosa ya que el dolor se redujo a 1 grado de dolor en comparación a la aplicación de ultrasonido terapéutico que obtuvo 3 grados de dolor. Y como resultado se observa que los pacientes realizan otras actividades como por ejemplo: caminar una distancia más prolongada, permanecen en posición sedente o bípeda por un corto período de tiempo, con ello se demuestra la efectividad del láser terapéutico.

Por lo mismo, se comprobó la hipótesis **H₀**: La aplicación de láser terapéutico es más efectiva que el ultrasonido terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral.

XII. CONCLUSIONES

1. Implementar un tratamiento de fisioterapia, donde se ha utilizado el ultrasonido terapéutico y el láser terapéutico, en un proceso de herniaciones discales, donde el paciente por el simple hecho de conocer este diagnóstico, ha disminuido gradualmente el estado de ánimo, reduciendo sus actividades diarias, permaneciendo en reposo por largo períodos de tiempo, fue de marcado beneficio, ya que se observó una disminución del grado de dolor en ambas terapias, siendo más marcada en la utilización de láser terapéutico.
2. En la aplicación de ultrasonido terapéutico se demostró que los síntomas provocados por la presencia de las hernias de disco se redujeron en gran manera, favoreciendo al paciente en la realización de sus actividades.
3. Se determina que la aplicación de láser terapéutico es más efectiva en comparación a la aplicación de ultrasonido terapéutico, ya que se logró disminuir el grado de dolor, de los 20 pacientes del grupo de láser, quienes presentaban un grado 9 de dolor, a 1.2 grados de dolor, mientras en el caso del ultrasonido terapéutico, teniendo el mismo grado inicial, únicamente disminuyó a 3 grados de dolor.
4. Aunque no formó parte de este estudio, se pudo observar una aparente mejoría en la independencia del paciente con la aplicación de ultrasonido terapéutico y láser terapéutico, ya que son métodos que ayudan a reducir el dolor, mejoran la circulación del tejido y con ello facilitan la movilidad y contribuyen a disminuir las posiciones antiálgicas.
5. Las hernias que predominaron en este estudio de investigación fueron las hernias lumbares presentando más afección que las hernias cervicales y dorsales.

6. La perseverancia de los pacientes en asistir al tratamiento de fisioterapia en el Hospital Privado Huehuetenango, ayudó de una forma significativa para poder lograr una rehabilitación exitosa.

XIII. RECOMENDACIONES

1. Que se haga consciencia en los médicos de la importancia de referir a los pacientes con hernias de columna vertebral, a fisioterapia y que no sean candidatos a cirugía, ya que con esto podríamos reducir los síntomas que provocan este tipo de afecciones, a través de láser terapéutico o ultrasonido terapéutico.
2. Que se aplique un tratamiento de fisioterapia con láser terapéutico en pacientes con hernias discales, pues es una terapia alternativa de gran ayuda ya que consigue disminuir el nivel del dolor y por lo cual facilita la reincorporación de la persona a las actividades cotidianas.
3. Que se haga consciencia que aunque el paciente esté medicado y por lo mismo no presente dolor o éste sea mínimo, es importante que continúe con el tratamiento de fisioterapia para darle seguimiento al proceso de rehabilitación.
4. Que se instruya al paciente acerca de la patología que presenta, con la finalidad de que ellos estén informados y conozcan los síntomas que pueden sentir y no los confundan con otra patología.
5. Que se eduque al paciente y a la familia acerca de los movimientos o posturas beneficiosas para este tipo de patología.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Plaja J., (2003). Analgesia por físicos. Editorial Mc Graw Hill. Interamericana.
- (2) León Castro, Juan Carlos (2006). Fisioterapeutas del servicio gallego de salud temario específico volumen II, Editorial Mad, S.L., España.
- (3) Rodriguez Martín, José María, (2004). Electroterapia en fisioterapia 2da. Edición. Editorial medica panamericana.
- (4) Cameron, Michelle H, (2009) Agentes físicos en rehabilitación, Elsevier España, 3era. Edición.
- (5) Serra Catafau Jordi, (2007) Tratado de dolor neuropático. Editorial médica panamericana.
- (6) Francois Ricard, (2003) Tratamiento osteopático de las lumbalgias y lumbociáticas por hernias discales. Editorial médica panamericana, España
- (7) Mark S. Greenberg, (2004). Manual de neurocirugía. 1a. Edición. Editorial Ediciones Journal.
- (8) (2012)<http://www.mednet.cl/link.cgi/Medwave/Perspectivas/Opinion/5533>
- (9) Valdettaro (2002) <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC043327.pdf> .Tesis tratamiento para lumbalgia
- (10) Schonsteins (2007) Terapia con láser de baja intensidad para el dolor lumbar inespecíficohttp://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/terapia_con_laser_de_baja_intensidad_para_el_dolor_lumbar_inespecifico.pdf.

(11) Alter, Michael J, (2004) Libro los estiramientos desarrollo de ejercicios, 6ª. Edición, Editorial Paidotribo.

(12) Ayán Pérez, Carlos Luis, (2011) Fibromialgia diagnóstica y estrategias para su rehabilitación, Editorial Médica Panamericana.

(13) Hernández, (2009) Revista de la sociedad española del dolor
http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1134-80462009000400005&script=sci_arttext

(14) Ricard, (2009) Revista elsevier, [http://zl.elsevier.es/es/revista/fisioterapia-146/articulo/estadisticas-comparativas-los-tratamientos-lumbociaticas-10017310\(2000\)](http://zl.elsevier.es/es/revista/fisioterapia-146/articulo/estadisticas-comparativas-los-tratamientos-lumbociaticas-10017310(2000))

(15) Anderson, (2000) Metodología estadística.

XV. ANEXOS



ANAMNESIS

DATOS DEL PACIENTE

Fecha de Ingreso: _____

Nombre: _____

Fecha de Nacimiento: _____ Edad: _____ Sexo: F M

Dirección: _____

Teléfono: _____ Encargado: _____

Ocupación: _____

Médico tratante: _____

Diagnóstico: _____

Patologías asociadas: _____

Medicamentos que consume: _____

Cuántas veces al día los consume: 2
3

Estudio comparativo de los beneficios en la aplicación de
Ultrasonido Terapéutico versus Láser Terapéutico en
Hernias de Columna vertebral



EVALUACION HERNIAS DISCALES

Nombre: _____

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: F M

1. Localización de Hernias discales:

- a) Cervical
- b) Dorsal
- c) Lumbar

2. Tipo de Hernia:

- a) Hernia discal anterior
- b) Hernia medial o central
- c) Hernia posterolateral o interna
- d) Hernia foraminal
- e) Hernia externa

3. Número de hernias:

- a) 1
- b) 2
- c) Múltiples

Evaluación 3. Evaluación de Dermatomas. Evelyn Rocío López Castillo, Tesista (2012)

**TABLA DE DATOS DEL GRUPO No.1
 APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPÉUTICO**

No. paciente	Localización	Tipo de Hernia Discal	Edad	Sexo
1	L3-L4	Posterocentral	75	F
2	L4-L5	Posterolateral derecha	73	F
3	L3-L4	Posterolateral	59	M
4	C4-C5, C5-C6	Posterolateral	56	F
5	L4-L5, L5-S1	Foraminal	52	F
6	C4-C5	Posterolateral	63	F
7	L4-L5	Posterolateral	75	F
8	L4-L5	Posterolateral	35	F
9	L4-L5, L5-S1	Posterolateral	64	F
10	L3-L4	Posterolateral	69	M
11	C4-C5	Medial	50	F
12	C5-C6	Posterolateral	35	F
13	L4-L5	Posterolateral	67	F
14	L5-S1	Posterolateral	75	F
15	C5-C6	Posterolateral	65	F
16	L4-L5,L5-S1	Posterolateral	42	M
17	L5-S1	Posterolateral	50	M
18	L4-L5,L5-S1	Posterolateral	46	M
19	C4-C5,C5-C6	Posterolateral	75	F
20	C4-C5	Posterolateral	50	F

**TABLA DE DATOS DEL GRUPO No. 2
 APLICACIÓN DE LASER TERAPEUTICO**

No. Paciente	Localización	Tipo de Hernia Discal	Edad	Sexo
1	C4-C5,C5-C6	Posterolateral	73	M
2	C3-C4,C4-C5,C5-C6	Posterior	60	M
3	L4-L5	Posterolateral	53	M
4	L4-L5,L5-S1	Posterolateral	67	M
5	L3-L4,L4-L5,L5-S1	Posterocentral	72	M
6	L2-L3,L3-L4,L4-L5	Posterocentral y foraminal	75	F
7	C4-C5	Posterolateral	35	F
8	L4-L5	Posterior	73	F
9	L4-L5	Posterolateral derecha	74	F
10	C4-C5	Posterolateral	46	M
11	L4-L5,L5-S1	Posterocentral	55	M
12	L4-L5	Posterior	35	M
13	L3-L4,L5-S1	Posterolateral derecha	37	M
14	L3-L4,L5-S1	Posterolateral derecha	72	F
15	L4-L5	Posterolateral	35	M
16	C4-C5	Posterolateral	38	F
17	L4-L5	Posterior	55	F
18	L5-S1	Posterolateral	46	F
19	L3-L4,L4-L5	Posterolateral	75	M
20	C4-C5	Posterolateral	43	M

EVALUACIÓN DE LA ESCALA GRÁFICA NÚMERICA VISUAL DEL DOLOR

No	Pacientes	Evaluación Inicial	Evaluación Media	Evaluación Final
1	Isabel	10	5	3
2	Gloria	10	5	3
3	Jaime	9	6	4
4	Angélica	10	6	3
5	Benita	10	6	3
6	Rosario	10	5	3
7	Glenda	9	5	2
8	Elvia	9	5	2
9	Lucinda	10	6	2
10	Erick	9	5	2
11	Arely	8	5	3
12	Vilma	9	6	3
13	Mabel	10	7	4
14	Hilda	10	5	3
15	Vanesa	8	5	3
16	Wilson	10	6	4
17	Manrique	10	5	3
18	Luis	09	6	5
19	Elcira	9	4	2
20	Sandra	10	5	3
		N= 189	N=91	N=60

No.	Dolor	Evaluación inicial	Evaluación Intermedia	Diferencia d_i	Diferencia d	(Diferencia) ² $(d)^2$
	Evaluados	X1	Y1	X1 – Y1	$d_i - \bar{d}$	$(d_i - d)^2$
1	Isabel	10	5	5	0.95	0.95
2	Gloria	10	5	5	0.95	0.95
3	Jaime	9	6	3	-1.05	1.5
4	Angélica	10	6	4	-0.05	0.05
5	Benita	10	6	4	-0.05	0.05
6	Rosario	10	5	5	0.95	0.95
7	Glenda	9	5	4	-0.05	0.05
8	Elvia	9	5	4	-0.05	0.05
9	Lucinda	10	6	4	-0.05	0.05
10	Erick	9	5	4	-0.05	0.05
11	Arely	8	5	3	-1.5	1.5
12	Vilma	9	6	3	-1.5	1.5
13	Mabel	10	7	3	-1.5	1.5
14	Hilda	10	5	5	0.95	0.96
15	Vanessa	8	5	3	-1.05	1.5
16	Wilson	10	6	4	-0.05	0.05
17	Manrique	10	5	5	0.95	0.95
18	Luis	9	6	3	-1.05	1.05
19	Elcira	9	4	5	0.95	0.95
20	Sandra	10	5	5	0.95	0.95
N=20				$\Sigma = 81$		$\Sigma = 14.65$

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\Sigma d_i}{N}$

$$\bar{d} = \frac{\Sigma d_i}{N} = \frac{81}{20} = 4.05$$

2. Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.

Desviación típica o estándar para la diferencia ente la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{14.65}{20-1}} = \sqrt{\frac{14.65}{19}} = \sqrt{0.77} = 0.87$$

No.	Dolor	Evaluación inicial	Evaluación final	Diferencia d_i	Diferencia d	(Diferencia) ² $(d)^2$
	Evaluados	X1	Y1	X1 - Y1	$d_i - \bar{d}$	$(d_i - d)^2$
1	Isabel	10	3	7	0.6	0.6
2	Gloria	10	3	7	0.6	0.6
3	Jaime	9	4	5	-1.4	1.4
4	Angélica	10	3	7	0.6	0.6
5	Benita	10	3	7	0.6	0.6
6	Rosario	10	3	7	0.6	0.6
7	Glenda	9	2	7	0.6	0.6
8	Elvia	9	2	7	0.6	0.6
9	Lucinda	10	2	8	1.6	1.6
10	Erick	9	2	7	0.6	0.6
11	Arely	8	3	5	-1.4	1.4
12	Vilma	9	3	6	-0.4	0.4
13	Mabel	10	4	6	-0.4	0.4
14	Hilda	10	3	7	0.6	0.6
15	Vanessa	8	3	5	-1.4	1.4
16	Wilson	10	4	6	-0.4	0.4
17	Manrique	10	3	7	0.6	0.6
18	Luis	9	5	4	-2.4	2.4
19	Elcira	9	2	7	0.6	0.6
20	Sandra	10	3	7	0.6	0.6
N=20			N=60	Σ = 129		Σ =16.6

Análisis de datos pares

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N}$

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N} = \frac{129}{20} = 6.4$$

2. Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.

Desviación típica o estándar para la diferencia ente la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{16.6}{20-1}} = \sqrt{\frac{16.6}{19}} = \sqrt{0.87} = 0.93$$

3. Valor estadístico de prueba: $t = \frac{\bar{d} - \Delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}}$

$$\frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}} = \frac{(6.4) - (0)}{\frac{0.93}{\sqrt{20}}} = \frac{6.4}{0.20} = \frac{6.4}{0.20} = 32$$

4. Grados de libertad: $g.l = N - 1 \quad 20-1= 19$

Valor de t a los niveles de confianza del 95%

5. Efectividad de la terapia: **si $t > T$ es efectiva**

$$32 > 2.093$$

Se acepta la hipótesis alterna H1

Presentación de resultados

Dolor	\bar{d}	Sd	t	g . l n - 1	T	Comparación t > T	Efectividad de la terapia
Pacientes 20	6.4	0.93	32	19	2.093	32 > 2.093	Si

3. Valor estadístico de prueba: $t = \frac{\bar{d} - \Delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}}$

$$\frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}} = \frac{(4.05) - (0)}{\frac{0.87}{\sqrt{20}}} = \frac{4.05}{\frac{0.87}{4.47}} = \frac{4.05}{0.19} = 21.31$$

4. Grados de libertad: $g.l = N - 1 \quad 20-1= 19$

Valor de t a los niveles de confianza del 95%

5. Efectividad de la terapia: $t > T$ es efectiva

$$21.31 > 2.093$$

Se acepta la hipótesis alterna H1

Dolor	\bar{d}	<i>Sd</i>	t	g . l n - 1	T	Comparación t > T	Efectividad de la terapia
Pacientes 20	4.05	0.87	21.31	19	2.093	21.31 > 2.093	Si

ULTRASONIDO TERAPEUTICO

Media aritmética de la escala Gráfica numérica visual del dolor

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1		00	00
2		00	00
3		00	03
4		00	00
5		00	00
6		00	00
7		00	00
8		02	16
9		07	63
10		11	110
		N =20	Σ =189

Evaluación inicial

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_i}{N} = \frac{189}{20} = 9.4 = 9 \text{ grados de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 9 grados.

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1		00	00
2		00	00
3		00	00
4		01	04
5		11	55
6		07	42
7		01	07
8			
9			
10			
		N =20	Σ =108

Evaluación intermedia

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_i}{N} = \frac{108}{20} = 5.4 = 5 \text{ grados de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 5 grados.

Evaluación final

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1		02	02
2		05	10
3		11	33
4		03	12
5		01	05
6		00	00
7		00	00
8		00	00
9		00	00
10		00	00
		N =20	Σ = 60

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_i}{N} = \frac{60}{20} = 3 \text{ grados de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 3 grados.

DIFERENCIA DE MEDIAS ULTRASONIDO TERAPEUTICO

Muestra 20 pacientes	Evaluación Inicial Antes	Evaluación Final Después	Diferencia D	Diferencia (d) ²	Diferencia D	Diferencia (d) ²
	X_1	Y_1	$(X_1 - \bar{X})$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$(Y_1 - \bar{Y})$	$(Y_1 - \bar{Y})^2$
1.Isabel	10	3	0.6	0.36	0.0	0.00
2.Gloria	10	3	0.6	0.36	0.0	0.00
3.Jaime	9	4	-0.4	0.16	01	01
4.Angélica	10	3	0.6	0.36	0.0	0.0
5.Benita	10	3	0.6	0.36	0.0	0.0
6.Rosario	10	3	0.6	0.36	0.0	0.0
7.Glenda	9	2	-0.4	0.16	-1	01
8.Elvia	9	2	-0.4	0.16	-1	01
9.Lucinda	10	2	0.6	0.36	-1	01
10.Erick	9	2	-0.4	0.16	-1	01
11.Arely	8	3	-1.4	1.96	0.0	0.0
12.Vilma	9	3	-0.4	0.16	0.0	0.0
13.Mabel	10	4	0.6	0.36	01	01
14.Hilda	10	3	0.6	0.36	0.0	0.0
15.Vanesa	8	3	-1.4	1.96	0.0	0.0
16.Wilson	10	4	0.6	0.36	01	01
17.Manrique	10	3	0.6	0.36	0.0	0.0
18.Luis	9	5	-0.4	0.16	02	04
19.Elaira	9	2	-0.4	0.16	-1	01
20.Sandra	10	3	0.7	0.49	0.0	0.0
M=20 N= 20	$\Sigma=189$	$\Sigma= 60$		$\Sigma= 9.13$		$\Sigma=12$

DIFERENCIA DE MEDIAS

1. Se establece el Nivel de Confianza: NC= 95% $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

2. Se establece el promedio muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia $\bar{X} = \frac{189}{20} = 9.4$

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia $\bar{Y} = \frac{60}{20} = 3$

3. Se establece la desviación típica o estándar muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{m-1}} = S = \sqrt{\frac{9.13}{20-1}} = \sqrt{\frac{9.13}{19}} = \sqrt{0.48} = 0.69$$

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} = S = \sqrt{\frac{12}{20-1}} = \sqrt{\frac{12}{19}} = \sqrt{0.63} = 0.79$$

4. Valor estadístico de prueba Z:

Fórmula de la diferencia de medias:

$$Z = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - \Delta^0}{\sqrt{\frac{(S_1)^2}{m} + \frac{(S_2)^2}{n}}}$$

$$Z = \frac{(9.4 - 3) - 0}{\sqrt{\frac{(0.69)^2}{20} + \frac{(0.79)^2}{20}}} = Z = \frac{6.4 - 0}{\sqrt{\frac{0.4761}{20} + \frac{0.6241}{20}}}$$

$$Z = \frac{6.4 - 0}{\sqrt{\frac{0.4761}{20} + \frac{0.6241}{20}}} \quad Z = \frac{6.4}{\sqrt{0.023 + 0.031}} \quad Z = \frac{6.4}{\sqrt{0.054}} \quad Z = \frac{6.4}{0.23} = 27.82$$

5. Nivel de confianza: NC = 95% $Z \geq = 1.96$

$$27.82 > 1.96$$

Presentación de resultados

Pacientes 20	\bar{X}	\bar{Y}	S_1	S_2	Z	Comparación $Z > Z_{\alpha/2}$	Efectividad de la terapia
Dolor	9.4	3	0.69	0.79	27.82	27.82 > 1.96	Si

**ANÁLISIS DE DATOS PARES
APLICACIÓN DE LASER TERAPEUTICO**

No.	Dolor	Evaluación inicial	Evaluación Intermedia	Diferencia d_i	Diferencia d	(Diferencia) ² $(d)^2$
	Evaluados	X1	Y1	X1 - Y1	$d_i - \bar{d}$	$(d_i - d)^2$
1	Celso	10	4	6	1.3	1.3
2	Maximiliano	10	4	6	1.3	1.3
3	Gaspar	9	4	5	0.3	0.3
4	Federico	9	5	5	0.3	0.3
5	Audilio	9	4	5	0.3	0.3
6	Hilma	10	5	5	0.3	0.3
7	Justina	10	5	5	0.3	0.3
8	Sandra	9	5	4	-0.7	0.7
9	Lilian	9	5	4	-0.7	0.7
10	Marcotulio	10	4	6	1.3	1.3
11	Luis	8	4	4	-0.7	0.7
12	Kevin	9	4	4	-0.7	0.7
13	Juan	10	5	5	0.3	0.3
14	Hilda	8	5	4	-0.7	0.7
15	Mario	8	5	3	-1.7	1.7
16	Patricia	10	5	5	0.3	0.3
17	Juana	8	5	3	-1.7	1.7
18	Nohemi	9	4	5	0.3	0.3
19	Roberto	9	4	5	0.3	0.3
20	Carol	10	5	5	0.3	0.3
N=20		184		∑ = 94		∑ =13.8

Análisis de datos pares

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N}$

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N} = \frac{94}{20} = 4.7$$

2. Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.

Desviación típica o estándar para la diferencia ente la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{13.8}{20-1}} = \sqrt{\frac{13.8}{19}} = \sqrt{0.73} = 0.85$$

3. Valor estadístico de prueba: $t = \frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}}$

$$\frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}} = \frac{(4.7) - (0)}{\frac{0.85}{\sqrt{20}}} = \frac{4.7}{0.19} = 24.74$$

4. Grados de libertad: g.l = N - 1 20-1= 19
Valor de t a los niveles de confianza del 95%

5. Efectividad de la terapia $t > T$
24.74 > 2.093

Presentación de resultados

Dolor	\bar{d}	Sd	t	g . l n - 1	T	Comparación t > T	Efectividad de la terapia
Pacientes 20	4.7	0.85	24.74	19	2.093	24.74 > 2.093	Si

**ANÁLISIS DE DATOS PARES
APLICACIÓN DE LASER TERAPÉUTICO**

No.	Dolor	Evaluación inicial	Evaluación final	Diferencia d_i	Diferencia d	(Diferencia) ² $(d)^2$
	Evaluados	X1	Y1	X1 - Y1	$d_i - \bar{d}$	$(d_i - d)^2$
1	Celso	10	1	9	1	1
2	Maximiliano	10	1	9	1	1
3	Gaspar	9	1	8	0	0
4	Federico	9	2	7	-1	1
5	Audilio	9	1	8	0	0
6	Hilma	10	1	9	1	1
7	Justina	10	1	9	1	1
8	Sandra	9	1	8	0	0
9	Lilian	9	1	8	0	0
10	Marcotulio	10	1	9	1	1
11	Luis	8	1	7	-1	1
12	Kevin	9	2	7	-1	1
13	Juan	10	1	9	1	1
14	Hilda	8	1	7	-1	1
15	Mario	8	1	7	-1	1
16	Patricia	10	1	9	1	1
17	Juana	8	1	7	-1	1
18	Nohemi	9	2	7	-1	1
19	Roberto	9	2	7	-1	1
20	Carol	10	1	9	1	1
N=20		184		∑ = 160		∑ =16

Análisis de datos pares

1. Se establece la media aritmética de las diferencias: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N}$

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{N} = \frac{160}{20} = 8$$

2. Se establece la desviación típica o estándar para la diferencia entre el tiempo uno y el tiempo dos.

Desviación típica o estándar para la diferencia ente la evaluación inicial antes de aplicar la terapia y la evaluación final después de aplicar la terapia.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{16}{20-1}} = \sqrt{\frac{16}{19}} = \sqrt{0.84} = 0.91$$

3. Valor estadístico de prueba: $t = \frac{\bar{d} - \Delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}}$

$$\frac{\bar{d} - \delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{N}}} = \frac{(8) - (0)}{\frac{0.91}{\sqrt{20}}} = \frac{8}{4.47} = \frac{8}{0.20} = 40$$

4. Grados de libertad: g.l = N - 1 20-1= 19
Valor de t a los niveles de confianza del 95%

5. Efectividad de la terapia: $t > T$ es efectiva
40 > 2.093

Se acepta la hipótesis alterna H_o.

Presentación de resultados

Dolor	\bar{d}	<i>Sd</i>	<i>t</i>	g . l n - 1	T	Comparación <i>t</i> > T	Efectividad de la terapia
Pacientes 20	8	0.91	40	19	2.093	40 > 2.093	Si

Interpretación: Según el resultado estadístico, la media aritmética para el grupo de pacientes que recibieron el tratamiento de láser terapéutico fue de 8. Estableciéndose de esta manera la efectividad del tratamiento de fisioterapia por medio de la aplicación de láser terapéutico en hernias de columna vertebral, por lo que estadísticamente se demuestra la efectividad de la terapia, y se acepta la Ho: Los beneficios de la aplicación de láser terapéutico son más efectivos que los de ultrasonido terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral.

DIFERENCIA DE MEDIAS APLICACIÓN LASER TERAPEUTICO

Muestra 20 pacientes	Evaluación Inicial Antes	Evaluación Final Después	Diferencia D	Diferencia (d) ²	Diferencia d	Diferencia (d) ²
	X_1	Y_1	$(X_1 - \bar{X})$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$(Y_1 - \bar{Y})$	$(Y_1 - \bar{Y})^2$
1.Celso	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
2.Maximiliano	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
3.Gaspar	9	1	-0.2	0.04	-0.2	0.04
4.Federico	9	2	-0.2	0.04	0.8	0.64
5.Audilio	9	1	-0.2	0.04	-0.2	0.04
6.Hilma	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
7.Justina	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
8.Sandra	9	1	-0.2	0.04	-0.2	0.04
9.Lilian	9	1	-0.2	0.04	-0.2	0.04
10.Marcotulio	10	1	0.8	0.68	-0.2	0.04
11.Luis	8	1	-1.2	1.44	-0.2	0.04
12.Kevin	9	2	-0.2	0.04	0.8	0.64
13.Juan	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
14.Hilda	8	1	-1.2	1.44	-0.2	0.04
15.Mario	8	1	-1.2	1.44	-0.2	0.04
16.Patricia	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
17.Juana	8	1	-1.2	1.44	-0.2	0.04
18.Nohemí	9	2	-0.2	0.04	0.8	0.64
19.Roberto	9	2	-0.2	0.04	0.8	0.64
20.Carol	10	1	0.8	0.64	-0.2	0.04
M=20 N= 20	$\Sigma=184$	$\Sigma= 24$		$\Sigma= 10.64$		$\Sigma=3.56$

DIFERENCIA DE MEDIAS

6. Se establece el Nivel de Confianza: NC= 95% $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

7. Se establece el promedio muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia $\bar{X} = \frac{184}{20} = 9.2$

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia $\bar{Y} = \frac{24}{20} = 1.2$

8. Se establece la desviación típica o estándar muestral:

Muestra 1: antes de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{m-1}} = S = \sqrt{\frac{10.64}{20-1}} = \sqrt{\frac{10.64}{19}} = \sqrt{0.56} = 0.74$$

Muestra 2: después de la aplicación de la terapia

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} = S = \sqrt{\frac{3.56}{20-1}} = \sqrt{\frac{3.56}{19}} = \sqrt{0.18} = 0.42$$

9. Valor estadístico de prueba Z:

Fórmula de la diferencia de medias:

$$Z = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - \Delta^0}{\sqrt{\frac{(S_1)^2}{m} + \frac{(S_2)^2}{n}}}$$

$$Z = \frac{(9.2 - 1.2) - 0}{\sqrt{\frac{(0.74)^2}{20} + \frac{(0.42)^2}{20}}} = Z = \frac{8 - 0}{\sqrt{\frac{0.5476}{20} + \frac{0.1764}{20}}}$$

$$Z = \frac{8 - 0}{\sqrt{\frac{0.5476}{20} + \frac{0.1764}{20}}} = Z = \frac{8}{\sqrt{0.027 + 0.008}} = Z = \frac{8}{\sqrt{0.035}} = Z = \frac{8}{0.18} = 44.44$$

10. Nivel de confianza: NC = 95% $Z \geq = 1.96$

44.44 > 1.96 **Se acepta la hipótesis alterna H_o**

Presentación de resultados

Pacientes 20	\bar{X}	\bar{Y}	S_1	S_2	Z	Comparación $Z > Z_{\alpha/2}$	Efectividad de la terapia
Dolor	9.2	1.2	0.74	0.42	44.44	44.44 > 1.96	Si

APLICACIÓN DE LASER TERAPEUTICO
Media aritmética de la escala
Gráfica numérica visual del dolor

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1		00	00
2		00	00
3		00	00
4		00	00
5		00	00
6		00	00
7		00	00
8		04	32
9	 	08	72
10	 	08	80
		N =15	∑ =184

Evaluación inicial

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_1}{N} = \frac{184}{20} = 9.2 = 9 \text{ grados de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 9 grados.

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1		00	00
2		00	00
3		00	00
4	 	09	36
5	 	11	55
6		00	00
7		00	00
8		00	00
9		00	00
10		00	00
		N =20	∑ = 91

Evaluación Intermedia

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_1}{N} = \frac{91}{20} = 4.5 = 5 \text{ grados de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 5 grados.

Xi	Tabulación	f	f . Xi
1	 	16	16
2		04	08
3		00	00
4		00	00
5		00	00
6		00	00
7		00	00
8		00	00
9		00	00
10		00	00
		N =20	∑ = 24

Evaluación final

$$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot X_1}{N} = \frac{24}{20} = 1.2 = 1 \text{ grado de dolor}$$

Interpretación:

Si todos los pacientes que asistieron al Hospital Privado Huehuetenango, presentaran el mismo grado de dolor este sería de 1 grado.

**DIFERENCIA DE MEDIAS
EVALUACIÓN DE LA ESCALA
GRÁFICA NUMÉRICA VISUAL DEL DOLOR**

Evaluación Final Aplicación de Ultrasonido Terapéutico	Evaluación Final Aplicación de Láser Terapéutico	
3	1	
3	1	
4	1	
3	2	
3	1	
3	1	
2	1	
2	1	
2	1	
2	1	
3	1	
3	2	
4	1	
3	1	
3	1	
4	1	
3	1	
5	2	
2	2	
3	1	
3	1.2	Media aritmética
0.77	0.4	Desviación típica

Interpretación: Según el resultado estadístico, la media aritmética para el grupo de pacientes que recibieron el tratamiento de fisioterapia de la aplicación de Ultrasonido terapéutico fue de 3 a diferencia del grupo que utilizó la aplicación de Láser terapéutico, el obtuvo la media aritmética de 1.2 estableciéndose de esta manera la efectividad del tratamiento de fisioterapia por medio de los beneficios de la aplicación de Láser terapéutico en hernias de columna vertebral, por lo tanto, se comprueba de esta forma que disminuyó la media aritmética en el segundo grupo, por lo que estadísticamente se demuestra la efectividad de la terapia, y se acepta la **H₀**: La aplicación del Láser terapéutico es más efectivo que la aplicación de ultrasonido terapéutico en hernias de columna vertebral.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR: DOLOR

Tabla 1

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Evaluación Final Aplicación de Ultrasonido Terapéutico	20	60	3	0,63
Evaluación Final Aplicación de Láser Terapéutico	20	24	1,2	0,17

Tabla 2

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	32,4	1	32,4	81	4,10
Dentro de los grupos	15,2	38	0,4		
Total	47,6	39			

Interpretación:

Tabla Número 1: Se comprueba estadísticamente la efectividad de la terapia aplicada con láser terapéutico ya que se obtuvo un índice del dolor de 1.2 más bajo que la aplicación del ultrasonido terapéutico que mantuvo un índice de dolor de 3 grados.

Tabla Número 2: al ser $F = 81$ mayor que el valor crítico para $F = 4.10$, se rechaza la Hipótesis Alterna H_1 : Los beneficios de la aplicación de ultrasonido terapéutico son más efectivos que los del láser terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral. Y se acepta la Hipótesis Nula H_0 : Los beneficios de la aplicación de láser terapéutico son más efectivos que los de ultrasonido terapéutico en el tratamiento de hernias en columna vertebral.

MANUAL HANDY CURE

Tabla de contenidos	
Introducción	1
Manual de instrucciones	2
Orientación para el tratamiento con cura práctico	3-5
Seguridad	6
Cuidado y limpieza	6
Solución de problemas	7
Preguntas más frecuentes	7
Información Técnica	8
garantía	9

INTRODUCCION

El tratamiento con cura práctico acelera la recuperación del tejido inflamado, genera renovación de las células y mejorar la micro-circulación.

Handy-cura es un bajo nivel de la terapia con láser (TLBI) dispositivo que combina el bajo nivel de radiación láser de pulso, que pulsa la radiación infrarroja, luz roja visible, y los campos magnéticos estáticos. En conjunto, estos resplandores ofrecen sinérgicos efectos terapéuticos. La incorporación de todas estas radiaciones en un dispositivo ha demostrado para conseguir efectos clínicos rápidos y eficaces dentro de un tiempo relativamente corto.

Es particularmente eficaz en situaciones donde el tejido celular se ha convertido en inflamado. La inflamación del tejido celular es causada por la reducción de micro-circulación. La reducción cambia la cantidad de suministro de sangre a las células. Handy-Cura es particularmente eficaz en situaciones donde el tejido celular se ha convertido en inflamado. La inflamación del tejido celular es causada por la reducción de micro-circulación. La reducción cambia la cantidad de suministro de sangre a las células, lo que resulta en la lesión isquémica. Al reducir el período de isquemia, Handy - Cura reduce la duración de la enfermedad y el dolor que acompaña.

Handy-Cure acelera la recuperación y alivio cuando se usa solo o junto con otras modalidades terapéuticas médicas. Se reduce la necesidad de medicamentos analgésicos y antiinflamatorios.

- Tratamiento no invasivo
- sin dolor
- No tiene efectos secundarios
- Seguro de usar
- Fácil de usar
- compacto

MANUAL DE INSTRUCCIONES

1. Coloque el aparato sobre la palma de su mano (foto 2) y pulse el botón Start / Stop para encender el dispositivo. Cura Handy ejecutar un self.test * (3 luces parpadearán). Cuando se enciende 2 luces verdes Cure práctico está listo para su uso.
2. Pulse el botón Modo para seleccionar el programa de tratamiento como se indica en las directrices de la página 3.
3. Pulse el botón Start / Stop para iniciar el tratamiento. El tratamiento con luz comenzará a parpadear. Utilizar el dispositivo sobre el área a ser tratada por la duración del tratamiento.
4. En conclusión del tratamiento, tratamiento de la luz dejará de parpadear y un pitido corto será escuchado. Pulse el botón Start / Stop para repetir el tratamiento. Es posible detener un tratamiento en cualquier momento pulsando el botón Start / Stop.
5. Apague pulsando en el botón Start / Stop durante 3 segundos

* Importante: se ha programado para ejecutar una prueba automática cada 24 horas. Cuando no se encienda el dispositivo a través de la palma de su mano, los dispositivo emite un sonido y las luces empiezan a parpadear 4. Por favor, apague el dispositivo y el poder de nuevo sobre la palma de su mano.

2

GUIA PARA EL TRATAMIENTO CON HANDY CURE

El usuario puede elegir entre 3 programas que han sido pre-establecidos para el tratamiento de diferentes condiciones para el dolor. Un programa se selecciona pulsando el botón de modo. Cada programa utiliza diferentes frecuencias de pulso, como se muestra en la tabla de abajo. Las frecuencias de impulsos variaciones alteran la profundidad de la luz láser de penetración.

Programa	Variable	50Hz	5 Hz
Tratamiento	Tratamiento Inicial	Dolor agudo	Dolor Crónico
Frecuencia de pulso	pulso 1-250 Hz / seg	50 Hz / seg	5Hz / seg
Duración del Programa	5 minutos	5 minutos	5 minutos

MÉTODO DE TRATAMIENTO

- La serie se extiende a través del tratamiento de 3 semanas (21 días).
- Durante la primera semana, el tratamiento debe continuar con la variable para llevar a cabo el programa. El tratamiento continuará con el programa de 5 Hz/50Hz basado en la tabla en la página 6.
- En caso de dolores crónicos, es recomendable para realizar el tratamiento dos veces al día durante las primeras semanas. En los casos más graves, más se puede necesitar tratamiento para aliviar el dolor.
- Después de completar un tratamiento series (21 días) otra serie se puede tomar después de una escapada de 3 días.
- El tratamiento se puede terminar tan pronto como se sienten un alivio. Aun así, es RECOMENDADO para completar una serie completa.

3

AREA DE TRATAMIENTO

Siempre que sea posible, el tratamiento debe ser siempre sobre la piel desnuda, durante el tratamiento, el dispositivo debe mantenerse en un estado sobrevolando la zona donde se sintió el dolor. Si el área de tratamiento es más ancha, el dispositivo debe ser movido (escaneada) en todo el área de tratamiento, si es necesario, el tratamiento puede ser proporcionada sobre la ropa o más de apósito para heridas.

4

	ÁREA DE TRATAMIENTO Y NÚMERO DE TRATAMIENTOS	Programa semana 1	Programa semana 2
1	Tendón de Aquiles - 2 sesiones de escaneo	Variable	50 Hz
2	Tobillo 2 sesiones de tobillo, adelante y atrás	Variable	50 Hz
3	La articulación del codo (codo de tenista, codo de golf) 2 sesiones, anverso y reverso	Variable	50 Hz
4	Dedos (Non. deformar la artritis, procesos de post traumáticos) 2 sesiones, anverso y reverso	Variable	50 Hz
5	Pies, dedos de los pies 3 sesiones, ambos lados de los tobillos y la parte superior de exploración de los pies	Variable	50 Hz
6	Talón (espolón calcáneo) 2 sesiones posterior de y en el talón	Variable	50 Hz
7	El dolor de espalda (problemas de disco intervertebrales, ciática) 2 sesiones de escaneo inferior de la espalda, una sesión de análisis posterior del muslo	Variable	50 Hz
8	Las migrañas, dolores de cabeza -2 sesiones de exploración posterior del cuello	Variable	50 Hz
9	Espinilla 2 sesiones de exploración	Variable	50 Hz
10	La columna vertebral (columna vertebral Osteocondrosis) -4 sesiones de escaneo zona afectada	Variable	50 Hz
11	Muñeca (síndrome de la escritura, la articulación radiocarpiana) sesiones 2, parte delantera y trasera	Variable	50 Hz
12	Rodilla de 4 sesiones en torno a la rodilla	Variable	50 Hz
13	Cadera 4 sesiones de escaneo	Variable	5 Hz
14	Hombro 2 sesiones de exploración frente y 2 sesiones de análisis posterior de los hombros	Variable	5 Hz

* Los ligamentos artritis o lesión en el tendón, a la abrasión del cartílago tratos en el área del dolor, como se indica en la tabla.

* En caso de dolores crónicos, entre ellos: los músculos, dolor en el tendón y otras lesiones que no se mencionan en el cuadro anterior, se recomienda la realización de 2 sesiones de tratamiento con el programa de la variable durante dos semanas o hasta que el alivio experiencia usted.

5

SEGURIDAD

Le recomendamos que utilice el dispositivo en el estricto cumplimiento de las precauciones de seguridad e instrucciones de uso contenidas en este manual.

Debe ser mantenido y reparado por personal médico Quant Limited u otro personal calificado aprobado por escrito por Medical Limited Quant.

Por favor, revise el manual antes de utilizarla por primera vez. Es importante mantener este manual a mano.

- Radiación láser directa o reflejada se debe impedir el contacto visual directo
- Las mujeres embarazadas no deben aplicarse el dispositivo en la vecindad de la matriz
- No utilizar cerca de un marcapasos
- El tratamiento no se recomienda en los casos de cáncer
- Use gafas protectoras para el tratamiento en la cara o los ojos
- Mantenga el alcance de los niños
- Niños menores de 18 años deben ser tratados bajo la supervisión de un adulto.

CUIDADO Y LIMPIEZA

Es posible limpiar con un paño humedecido. No lo exponga a temperaturas extremas, humedad o luz solar directa. Almacenar el dispositivo a temperatura ambiente.

6

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	FALLO CAUSA POSIBLE	SOLUCION
La luz de la batería es de color rojo	La batería recargable se ha quedado sin poder.	Conectar a la red eléctrica hasta que la luz se pone verde de la batería puede funcionar mientras se recarga
Encienden las 3 luces del programa se muestra	El modo incorrecto de la operación del dispositivo. falla técnica.	Alimentar el dispositivo tal como se especifica en la sección 1, página 2. Póngase en contacto con el distribuidor

Nota: cuando está en funcionamiento, sólo la luz roja es visible para el ojo. Si no hay luz roja, póngase en contacto con el distribuidor.

PREGUNTAS MÁS FRECUENTES

¿Qué se siente durante una sesión de tratamiento?

Algunas personas pueden sentir un ligero efecto de calentamiento, pero por lo general las personas no sienten nada, lo cual es bueno. A pesar de que usted no puede sentir nada durante la sesión de tratamiento, la luz penetra en el tejido y hace el trabajo.

¿Cuántos tratamientos se necesitan?

Esto depende de la severidad de su condición. El tratamiento promedio oscila entre 10 por 14 sesiones. Muchos pacientes experimentan cierto alivio de los síntomas después de 3 - 4 tratamientos y después de varios más que se sentirá una mejora significativa. Es importante recordar que el cuerpo de cada persona es diferente, a fin de mantener el tratamiento hasta que sienta alivio.

¿Podría aumentar mi dolor?

Para un pequeño número de personas, demandar al aumento del flujo sanguíneo, el dolor puede aumentar después de un tratamiento pocos. Si es así, parar y tomar tres días de descanso y luego regresar a un tratamiento diario. Después de un tratamiento de unos pocos que se sienten alivio.

¿Puede el láser quemar?

No. Se trata de un dispositivo láser de clase 1M, el más seguro de todos los tipos de láser.

7

INFORMACION TECNICA

Promedio de energía:
Total de la radiación: 60-90 mW
La radiación láser: 0,4 - 1,4 MW
Radiación infrarroja: 30-90 mW
LEDs rojos de radiación: 10.2 mW

INDUCCIÓN IMANES PERMANENTES

LONGITUD DE ONDA DE:

La radiación láser: 905 nm
La radiación infrarroja 875 nm
Radiación Rojo 635 nm

MÁXIMA POTENCIA LÁSER PULSATING

Equipo de clase II, aplicado de tipo B

Láser clase 1 M (IEC 60825-1)

Calificaciones de alimentación: 13,5 V CC, máx 0,7 A

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso temprano

8

GARANTIA

Médicos garantías cuantitativos limitados que operan en la forma descrita en este manual opera en la forma descrita en este manual para un período de 24 meses a partir de la fecha de compra, cuando se utiliza y mantiene de acuerdo con las instrucciones de este documento. Defectos o daños debidos al mal uso o abuso no están cubiertos por esta garantía.

9



UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTADES DE QUETZALTENANGO
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO TERAPEUTICO VERSUS LASER TERAPEUTICO EN HERNIAS DE COLUMNA VERTEBRAL (ESTUDIO A REALIZARSE EN EL HOSPITAL PRIVADO HUEHUETENANGO EN PACIENTES DE AMBOS SEXOS EN EDADES COMPRENDIDAS DE 35 A 75 AÑOS)

YO _____ DE _____ AÑOS DE EDAD, CON CEDULA DE VECINDAD No de ORDEN. _____ Y DE REGISTRO _____ EXTENDIDA EN _____

En calidad de paciente hago CONSTAR: que Evelyn Rocío López Castillo, practicante de la Licenciatura en fisioterapia, en conjunto con la Jefatura de Centro de Investigaciones de la Universidad Rafael Landívar, en el Hospital Privado Huehuetenango, del Departamento de Huehuetenango, me han informado a mi entera satisfacción de todo el proceso terapéutico e investigativo que se llevará a cabo.

ESTE CONSENTIMIENTO QUE LIBREMENTE OTORGO NO SUPONE RENUNCIA A ALGUNO DE MIS DERECHOS, CONSIDERO QUE HE RECIBIDO LA INFORMACION NECESARIA Y HE TENIDO LA OPORTUNIDAD DE PLANTEAR DUDAS Y QUE ME SEAN RESULTAS.

Estando satisfecho con la información recibida, firmo este consentimiento para recibir el tratamiento fisioterapéutico que se llevará a cabo en el Hospital Privado Huehuetenango. En cualquier momento me reservo el derecho a revocar este consentimiento y no aceptar la realización de la intervención, igualmente autorizo la publicación de resultados que contribuyan a mejorar las condiciones en salud de la población y enriquezcan el conocimiento académico.

Huehuetenango _____ de _____ del 2,012

Firma del paciente.

Firma del Ejecutador.

Cuarta semana:

- **Dosis:** 5 Hz
- **Tiempo:** 14 minutos

PRECAUCIONES

- Uso de gafas protectoras.
- Apagar el irradiador cuando se finalice la sesión.
- Evitar dejar el alcohol cerca del área donde se aplicará el tratamiento.



**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
FACULTADES DE QUETZALTENANGO
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**

Evelyn Rocío López Castillo
Tesisista
Junio, 2013

**PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DE LA
APLICACIÓN DE**

**ULTRASONIDO TERAPÉUTICO Y LÁSER
TERAPÉUTICO EN**

HERNIA

DE COLUMNA VERTEBRAL



ULTRASONIDO TERAPÉUTICO

PASOS A RELIZAR PREVIO AL TRATAMIENTO

- Informar al paciente a cerca del procedimiento.
- Retirar joyas, cinchos, material metálico y celulares.
- Desinfectar el área a tratar con alcohol.
- Si en el área a tratar hay abundante cabello, se debe rasurar.
- Al terminar el tratamiento limpiar los residuos de gel.
- Desinfectar el cabezal.

ULTRASONIDO TERAPÉUTICO HERNIAS CERVICALES

- Dosis: 30 J
- Tiempo:** 10 Minutos en un área de 10 cm²
- ERA:** 5cm²
- Modalidad:** Continuo
- Potencia:** 1W/cm²

- Total de sesiones:** 12
3 veces por semana

ULTRASONIDO TERAPEUTICO

HERNIAS LUMBARES

- Dosis: 30 J
- Tiempo: 10 minutos en un área de 10 cm²
- ERA: 5cm²
- Modalidad: Continuo
- Potencia: 1W/cm²
- Total de sesiones: 12
3 veces por semana

PRECAUCIONES

- Evitar dejar el ultrasonido estacionario.



LASER TERAPÉUTICO

PASOS A REALIZAR PREVIO AL TRATAMIENTO

- Informar al paciente a cerca del procedimiento.
- Retirar joyas, cinchos, material metálico y celulares.
- Desinfectar el área a tratar con alcohol y esperar que se evapore.
- Marcar el área a tratar.
- Colocación de gafas protectoras para el paciente y fisioterapeuta.
- Colocar el láser en el área a tratar y encenderlo.

PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DE LÁSER TERAPÉUTICO EN HERNIAS CERVICALES

Primera semana:

- Dosis: Modalidad Variable
250 Hz
 - Tiempo:** 14 minutos
- Segunda y tercer semana:**
- Dosis:** 50 Hz