



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES  
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"**

**SERVICIO DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

**"EFECTO DEL ULTRASONIDO SOBRE EL PANICULO ADIPOSO  
MODELO PORCINO EXPERIMENTAL"**

**TESIS**

QUE PARA EL OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN :

**CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA**

PRESENTA:

**DR. DANIEL REYES CUREÑO**

ASESOR DE TESIS:

**DRA. FANNY STELLA HERRÁN MOTTA**

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO: **072 2014**



**MEXICO DF**



**2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis representa un logro mas en mi vida, quizá no el único pero si de los más importantes. Durante todo ese camino son muchas las personas especiales que contribuyeron para llegar hasta aquí y a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, cariño, consejos, ayuda y compañía en las diferentes etapas de mi formación, algunas están aquí y otras en mi recuerdo, sin importar donde están quiero decirles gracias por todo lo que me han brindado y formar parte de mi.

**A mis padres:**

Gracias por ayudarme hacer posible un logro más  
El cual no será el ultimo pero quizá el mas  
Importante, gracias por la fe que depositaron  
en mi, por dárme todo sin esperar nada a cambio  
mas que el orgullo de hacer de mi un triunfador.

**A mis hermanos:**

Román y Luly por sus consejos y cariño  
que siempre puedo contar con ellos.

**A mis Asesores:**

Por su confianza, dedicación, Enseñanzas y  
Su guía para concluir este proyecto de mi vida  
Con mención especial al Dr. Antonio Fuente del Campo  
Dr. Ignacio Lugo Beltrán, Dr. Alejandro Duarte y Sánchez,  
y a la Dra. Fanny Stella Herrán Motta.

**A mis Adscritos:**

Por brindarme su Amistad, Apoyo, Consejos  
Y ayuda día a día para formarme como Cirujano  
Plástico y llegar a concluir este logro.

**Dra. Aura Argentina Erazo Valle Solís**  
Subdirectora de Enseñanza e Investigación  
Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"  
ISSSTE

---

**Dr. Arnoldo Raúl Esparza Ávila**  
Jefe de Enseñanza del Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"  
ISSSTE

---

**Dr. Alejandro Duarte y Sánchez**  
Profesor Titular del Curso Universitario de Posgrado en Cirugía Plástica y  
Reconstructiva  
Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"  
ISSSTE

---

**Dr. Ignacio Lugo Beltrán**  
Jefe de Servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva  
Profesor Asociado del Curso Universitario de Posgrado en Cirugía Plástica y  
Reconstructiva  
Centro Médico Nacional 20 de Noviembre"  
ISSSTE

---

**Dra. Fanny Stella Herrán Motta**  
Asesor de tesis  
Jefe de Sección Médica y Profesor Adjunto al Curso de Posgrado en Cirugía Plástica y  
Reconstructiva  
Centro Médico Nacional 20 de Noviembre  
ISSSTE

---

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
INTRODUCCIÓN.....	6
MARCO TEÓRICO.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	9
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	11
DISEÑO .....	12
Definición de las unidades de observación.....	12
Criterios de inclusión.....	13
Criterios de exclusión.....	13
Criterios de eliminación.....	13
Definición de variables y unidades de medida.....	14
Consideraciones éticas.....	15
Consideraciones de bioseguridad.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS.....	20
CONCLUSIÓN.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS.....	36

## INTRODUCCIÓN

El ultrasonido es ampliamente utilizado en la medicina, tanto en aplicaciones diagnósticas como terapéuticas, las ondas de ultrasonido pueden transmitirse fácilmente a través de los tejidos blandos (tejido adiposo) y se utiliza a menudo para la reducción de la capa de tejido graso en la cirugía de contorno corporal, sin embargo no hay reportes de parámetros del ultrasonido que indiquen modificaciones histopatológicas en el tejido adiposo y en la grasa que contienen.

¿Modifica el ultrasonido las características Histomorfológicas de los Adipocitos y de la grasa que contienen?

## MARCO TEÓRICO

El ultrasonido es ampliamente utilizado en la medicina con varias aplicaciones, tanto diagnósticas como terapéuticas, las ondas de ultrasonido pueden transmitirse fácilmente a través de los tejidos blandos (tejido adiposo) y se utilizan a menudo para la reducción de la capa de tejido graso en la cirugía de contorno corporal.

El ultrasonido es una onda de energía de sonido que en presencia de un método (sólido, líquido) se transmite de una molécula a otra y la energía contenida dentro de un transductor se propaga a lo largo del tejido. El Usg de baja frecuencia penetra de forma más profunda a los tejidos que el Usg de alta frecuencia, sin embargo la cantidad de energía aplicada en un sitio específico depende de las características de uniformidad del Usg (frecuencia, intensidad, amplitud) y de los tejidos a través del cual viaja, de esta forma a frecuencias más altas, menos energía disponible de sonido para propagarse en un tejido.

Aunque desde 1978 se han estudiado los efectos del Usg y el uso clínico está bien documentado, el conocimiento de los efectos celulares son relativamente pequeños y la aplicación en tejido adiposo es subjetiva.

Con el objetivo de mejorar el contorno corporal, los procedimientos como la liposucción, han permitido la eliminación del exceso de tejido graso en áreas específicas del cuerpo, para dar forma al mismo, este procedimiento es realizado por Usg (liposucción asistida por ultrasonido) proporcionando resultados satisfactorios

El uso de la tecnología del ultrasonido con el enfoque de emulsionar el tejido adiposo, se introdujo en 1987, así el Usg se utiliza a menudo para mejorar la liposucción para la reducción de grasa, esta técnica se conoce como liposucción asistida por ultrasonido, que se realiza en células de tejido adiposo en una área definida y mediante el Usg se aplican presiones negativas y positivas siendo estas diferencias en la presión la causa

de destrucción de las membranas celulares y por lo tanto la muerte celular sin dañar otros tejidos.

La energía ultrasónica que se utiliza en la liposucción asistida por ultrasonido es relativamente específica para destruir el tejido de baja densidad tal como lo es el tejido adiposo, hay reportes donde se menciona que el Usg altera el tejido mediante una interrupción micro mecánica y cavitación con efecto térmico mínimo, estos efectos provocan micro cavidades y la consecuente destrucción de las células y licuefacción de la misma.

Histológicamente hay reportes sobre una arquitectura lobular en el tejido adiposo sin aplicación de Usg, mientras que en el tejido expuesto a Usg, hay reportes sobre cambios en la membrana de las células (plegamiento entre sí) y lisis de adipocitos, sin embargo no se especifica el tiempo y la frecuencia del Usg que produce estos cambios. Debido a que el modelo porcino, es un modelo apropiado para examinar los efectos de la energía ultrasónica solo la grasa, existen reportes de estudios en cerdos en los que se empleo Usg sobre el tejido graso, aplicando técnicas histopatológicas con nitrógeno líquido y otras con formaldehído y aplicando procedimientos de tinción ( H y E) y a pesar de que el Usg induce efectos biológicos con diferentes parámetros acústicos, tanto a niveles bajos con cambios celulares, hasta altas intensidades ocasionando muerte celular, no hay reportes que relacionen frecuencia y tiempo en los que pueden ser evidentes esos cambios.

## JUSTIFICACIÓN

Vivimos en una cultura preocupada por el peso y el cuerpo (contorno corporal) tanto en norte América como centro y Sudamérica, es una sociedad en la que la obesidad es una epidemia, por lo tanto no es externo que la liposucción es un procedimiento comúnmente realizado en el campo de la cirugía plástica y reconstructiva de todo el mundo, reportes de más de 600,000 procedimientos de liposucción (5%) se realizan al año.

En un intento por mejorar las condiciones postoperatorias del paciente (recuperación del dolor, inflamación y equimosis) y mejorar la contracción de la piel se han desarrollado diferentes formas de liposucción, como la técnica de liposucción asistida por ultrasonido, en la que la energía del Usg se disipa a través del tejido adiposo, cavitando, licuando y mejorándola contracción de la piel.

Existen reportes de estudios en los que se menciona que el Usg induce efectos biológicos, hay reportes sobre cambios en la membrana de la célula y lisis de algunos de los adipocitos sin embargo no se especifica el tiempo y las frecuencias en la utilización del mismo en los que pueden ser evidentes estos cambios.

El objetivo de este estudio es proporcionar bases científicas para poder uniformar criterios en la aplicación del ultrasonido en cuanto a tiempo de utilización y frecuencias basados en el análisis histológico de este proceso

## **HIPÓTESIS**

No requiere de hipótesis por ser un trabajo descriptivo, se generará una

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las frecuencias y el tiempo de ultrasonido con que se observan cambios microscópicos y conocer los cambios microscópicos del pánículo adiposo y de los adipocitos

## **DISEÑO**

Descriptivo, Comparativo, abierto, experimental, prospectivo, longitudinal

Se utilizaran 2 modelos experimentales de los cuales se extraerá un fragmento de tejido adiposo a cada uno, que se subdividirá en 29 biopsias, 24 de ellas serán sometidas a los diferentes parámetros en cuanto a tiempo y frecuencia de Usg y 5 biopsias como grupo control

### **Definición de las Unidades de Observación**

Los modelos experimentales a utilizar serán cerdos, adultos, sanos del bioterio de la unidad de investigación del hospital centro médico nacional 20 de Noviembre, de alguno de los cursos de capacitación impartidos por la unidad de investigación, Se les extraerá una porción de tejido adiposo, que se subdividirá en fragmentos los cuales serán sometidos a diferentes frecuencias del ultrasonido en distintos periodos de tiempo (ver tabla). Los modelos experimentales a utilizar serán cerdos disponibles de alguno de los cursos de capacitación impartidos en la unidad de investigación y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de nuestro estudio, por lo que este protocolo al ser un análisis histopatológico no requiere de control y manejo posterior de los modelos experimentales. Los cerdos que se utilizan en este protocolo al ser utilizados en los cursos de capacitación de la unidad de investigación, su destino final depende de dichos cursos

Frec. Tiempo	Frecuencia Baja			Frecuencia Media			Frecuencia Alta	
	0.5 hertz	1.1 hertz	1.4 hertz	1.8 hertz	2.4 hertz	2.9 hertz	3.3 hertz	3.6 hertz
5 min.								
10 min.								
15 min.								

Como grupo control se destinara 5 biopsias de tejido adiposo a las cuales no se aplicara ultrasonido pero serán manejadas de la misma forma que el resto de las biopsias para su análisis histopatológico.

### **Criterios de inclusión**

Cerdos de raza York albino

Adultos

Sanos

Ambos sexos

Peso entre 25-30 Kg.

Cerdos sin antecedentes de ultrasonografía previa

### **Criterios de exclusión**

cerdos con alguna patología previa que conlleve a complicaciones relacionadas con el procedimiento quirúrgico.

Cerdos que por alguna situación hayan sido sometidos a ultrasonografía previa

### **Criterios de eliminación**

Cerdos que presenten complicaciones anestésicas que conlleven a alteraciones relacionadas con la misma.

Muerte del cerdo por cualquier causa no relacionada al proyecto

Cerdos que al ser disponibles de algunos de los cursos de capacitación impartidos en la unidad de investigación, estén expuestos a algún tipo de fármaco, material de contraste, estudio de gabinete que modifique el estudio.

### **Definición de variables y unidades de medida**

Variables Independientes

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Forma de medición</b>
Frecuencias de Ultrasonido	Cuantitativa, Intervalo	Hertz
Tiempo de aplicación	Cuantitativa, Intervalo	Minutos
Tiempo quirúrgico	Cuantitativa, Intervalo	Minutos
Aplicación de Adrenalina	Cuantitativa, Intervalo	Miligramos
Aplicación de Xilocaina	Cuantitativa, Intervalo	Miligramos
Peso	Cuantitativa, Intervalo	Gramos

## Variables Dependientes

<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Forma de medición.</b>
Cambios del Adiposito	Cualitativa, nominal	Presente ó Ausente
Respuesta tisular al USG.	Cualitativa, nominal	Presente ó Ausente
Respuesta Tisular al USG	Cualitativa, ordinal	Leve, Moderada ó Severa.]
Necrosis grasa	Cualitativa, nominal	Presente ó Ausente
Lisis del adiposito	Cualitativo, Ordinal	Leve, Moderada ó Severa

## Consideraciones éticas

Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Titulo segundo, Capitulo I, Artículo 17, Sección I Investigación sin riesgo, no requiere consentimiento informado.

Titulo séptimo de la Investigación que incluya la utilización de animales de experimentación. Capitulo único. Artículos 121-126.

## **Consideraciones de bioseguridad**

El siguiente protocolo es realizado en cerdos como modelo experimental, dicha investigación como lo plantea el objetivo general, es determinar los cambios microscópicos ( histopatológicos ) en el tejido adiposo, por lo cual como parte del procedimiento descrito en el punto 7.7 (descripción de la técnica ) únicamente se extrae un rectángulo de 20 x 25 cm de la región dorsal del cerdo ( misma área cruenta a la que se realiza hemostasia y posterior colocación de parche hidrocoloide ) para la posterior aplicación de las variantes Ultrasonograficas en cuanto a frecuencia y tiempo de aplicación en el fragmento extraído.

Los modelos experimentales a utilizar serán cerdos disponibles de alguno de los cursos de capacitación impartidos en la unidad de investigación y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de nuestro estudio, por lo que este protocolo al ser un análisis histopatológico no requiere de control y manejo posterior de los modelos experimentales.

los cerdos que se utilizan en este protocolo al ser utilizados en los cursos de capacitación de la unidad de investigación, su destino final depende de dichos cursos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO:

La cirugía se realizara en condiciones estériles, bajo anestesia general con Clorhidrato de Metomidato a dosis de 4 mg/Kg. y Azaperona a dosis de 1 mg/Kg., previa asepsia y antisepsia de la región dorsal ( utilizando como solución antiséptica Iodopovidona al 1%), se procederá a delimitar el sitio de extracción del tejido adiposo, para lo cual se dibujara con azul de metileno, un rectángulo de 20 x 25 cm. aproximadamente, localizado en la región dorsal del cerdo a nivel del músculo del lomo ó ( longissimus dorsi ) y la fascia toracolumbar siendo mayor el espesor de la capa de grasa en este sitio.

Se procederá a infiltrar el sitio elegido, con solución vasoconstrictora ( Lidocaína 2% y Epinefrina 1:100,000 ), acto seguido se realizaran las incisiones en el área delimitada del rectángulo, disecando el tejido celular subcutáneo en toda su extensión en sentido céfalo-caudal hasta la fascia toracolumbar, se corroborara hemostasia para finalmente realizar colocación de parche hidrocoloide en el área cruenta..

A cada cerdo se le realizara extracción de tejido adiposo el cual será dividido en 29 fragmentos, 5 biopsias como grupo control y 24 fragmentos iguales para la aplicación del Usg, a cada porción de tejido aplicaremos variantes Ultrasonograficas en cuanto a frecuencias y tiempo de aplicación del mismo (frecuencia baja, medias, alta y tiempos de 5, 10, 15 min. Aproximadamente) se tomaran muestras histológicas del tejido adiposo expuesto al ultrasonido, las cuales se incluirán tanto en formol como en nitrógeno liquido para su posterior proceso en patología todo esto con el objetivo de asegurar que el tejido no tenga cambios como consecuencia de su extracción y ausencia de perfusión y poder estudiar los cambios morfológicos de los adipocitos y las alteraciones de la grasa que contienen.

Técnica para el procesamiento de las biopsias.

Los 24 fragmentos o biopsias, se dividirán en 2 partes y se procesaran mediante 2 técnicas, la técnica en parafina y técnica de congelación mediante nitrógeno líquido para su posterior estudio histopatológico. Y se realizaran un grupo control de 5 biopsias, cada una de las muestras serán sometidas a diferentes técnicas de tinción (tinción de rutina con hematoxilina y eosina, rojo oleoso y otras por determinar.

Se utilizara nitrógeno líquido para el mejor manejo de tejido graso y posterior inclusión.

Técnica en Congelación:

El tejido adiposo obtenido, se procesara mediante técnica de nitrógeno líquido, el fragmento en estudio se orientara y colocara en la plataforma de congelación en el criostato y una vez congelado se realizaran cortes de 5 a 8 micrómetros para su posterior tinción y estudio histológico.

Técnica de ultrasonido. De acuerdo a los escritos establecidos se aplicaran para el estudio frecuencias de ultrasonido (baja, media y alta) las cuales serán proporcionadas por el ultrasonido de baja frecuencia, Pinter- Cosmetic. Cumputer Ultra-Sonic.

## Recursos humanos

DR Daniel Reyes Cureño.....Residente de la subespecialidad en cirugía plástica y reconstructiva, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre1CPYR

Dra. Fanny Stella Herrán Motta.....Adscrito al servicio de cirugía plástica y reconstructiva, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre

Dra. Maria Teresa Gorraes de la Mora..... Jefa del Servicio de Anatomía Patológica

Dr. Alejandro Vázquez Ramírez..... MVZ, Jefe del Depto. de Bioterio

## **Recursos materiales**

Este protocolo de estudio será efectuado con animales de acuerdo con el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud.

Los modelos experimentales a utilizar serán cerdos disponibles de alguno de los cursos de capacitación impartidos en la unidad de investigación y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión de nuestro estudio, por lo que este protocolo al ser un análisis histopatológico no requiere de control y manejo posterior de los modelos experimentales ni se requerirá de su manutención ni estancia en el bioterio de la unidad.

Los cerdos que se utilizan en este protocolo al ser utilizados en los cursos de capacitación de la unidad de investigación, su destino final depende de dichos cursos.

## RESULTADOS

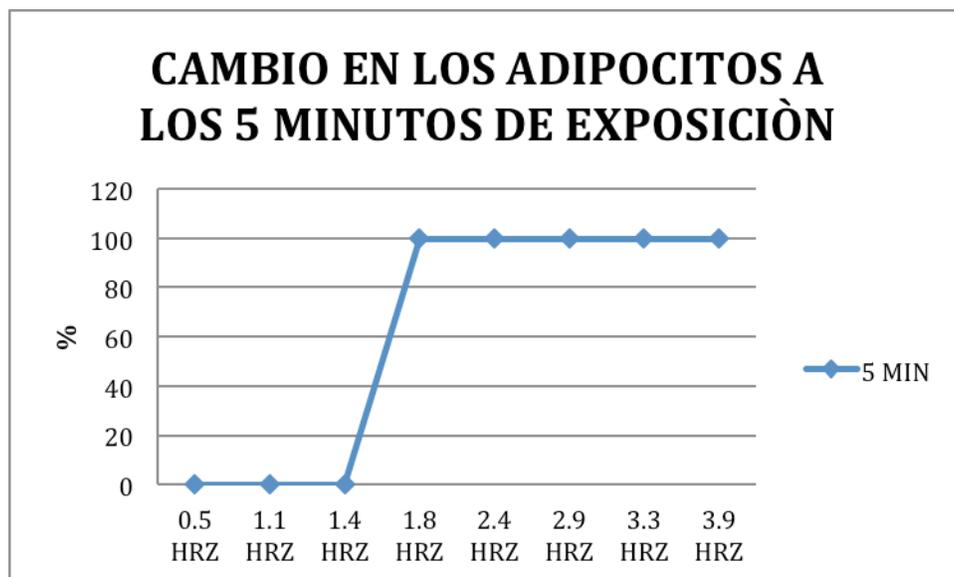
TIEMPO EN MINUTOS	HERZ									Total
	0.5	1.1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.3	3.9		
5 CAMBIOS AUSENTE	100.0%	100.0%	100.0%							37.5%
ADIPOCITOS PRESENTE				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	62.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10 CAMBIOS PRESENTE	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ADIPOCITOS										
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15 CAMBIOS AUSENTE	100.0%									12.5%
ADIPOCITOS PRESENTE		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	87.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

TIEMPO EN MINUTOS	HERZ									Total
	0.5	1.1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.3	3.9		
5 RESPUESTA AL USG	100.0%	100.0%	100.0%							37.5%
AUSENTE						100.0%	100.0%	100.0%		37.5%
PRESENTE				100.0%	100.0%					25.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10 RESPUESTA AUSENTE	100.0%	100.0%	100.0%					100.0%	100.0%	62.5%
AL USG PRESENTE				100.0%	100.0%	100.0%				37.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15 RESPUESTA AL USG	100.0%									12.5%
AUSENTE				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	62.5%
PRESENTE		100.0%	100.0%							25.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

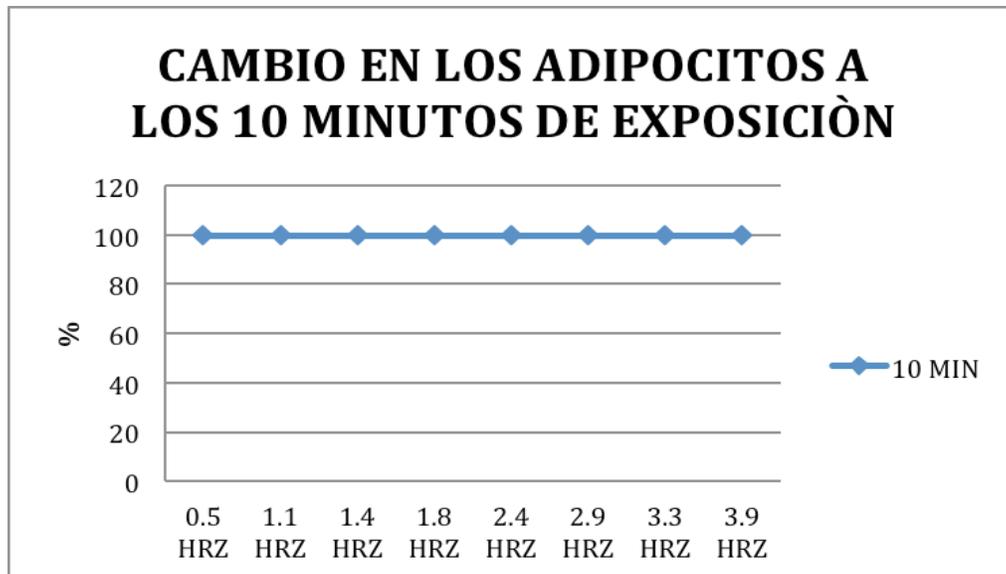
TIEMPO EN MINUTOS	HERZ								Total	
	0.5	1.1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.3	3.9		
5 RESPUESTA LEVE TISULAR USG				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	62.5%
MODERADO	100.0%	100.0%	100.0%							37.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10 RESPUESTA LEVE TISULAR USG	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15 RESPUESTA LEVE TISULAR USG		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	87.5%
MODERADO	100.0%									12.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

TIEMPO EN MINUTOS	HERZ								Total	
	0.5	1.1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.3	3.9		
5 NECROSIS AUSENTE GRASA	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10 NECROSIS AUSENTE GRASA	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15 NECROSIS AUSENTE GRASA	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

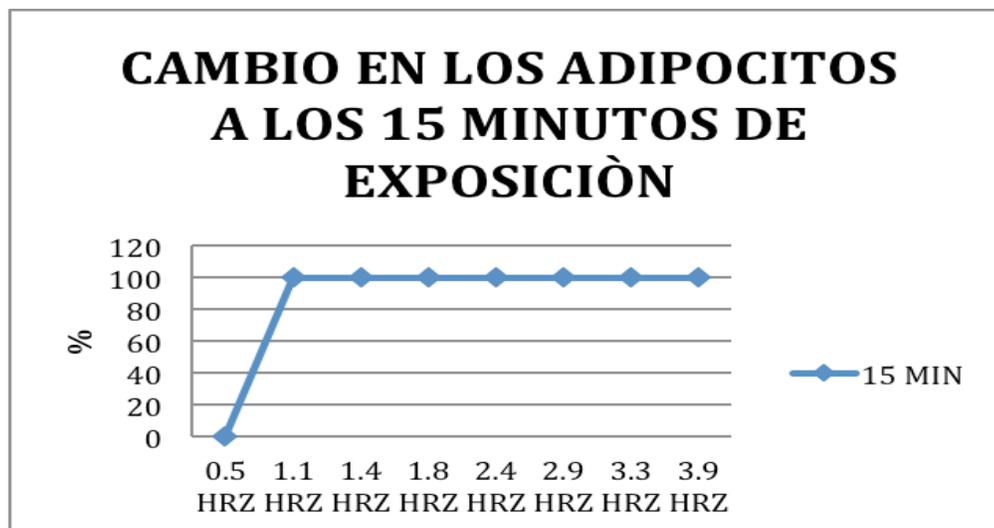
TIEMPO EN MINUTOS	HERZ								Total
	0.5	1.1	1.4	1.8	2.4	2.9	3.3	3.9	
5 LISIS ADIPOCITO	100.0%	100.0%	100.0%						37.5%
LEVE				100.0%	100.0%				25.0%
MODERADO						100.0%	100.0%	100.0%	37.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10 LISIS ADIPOCITO		100.0%		100.0%	100.0%	100.0%			50.0%
LEVE							100.0%		50.0%
MODERADO	100.0%		100.0%					100.0%	50.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
15 LISIS ADIPOCITO	100.0%								12.5%
LEVE		100.0%	100.0%						25.0%
MODERADO				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	62.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%



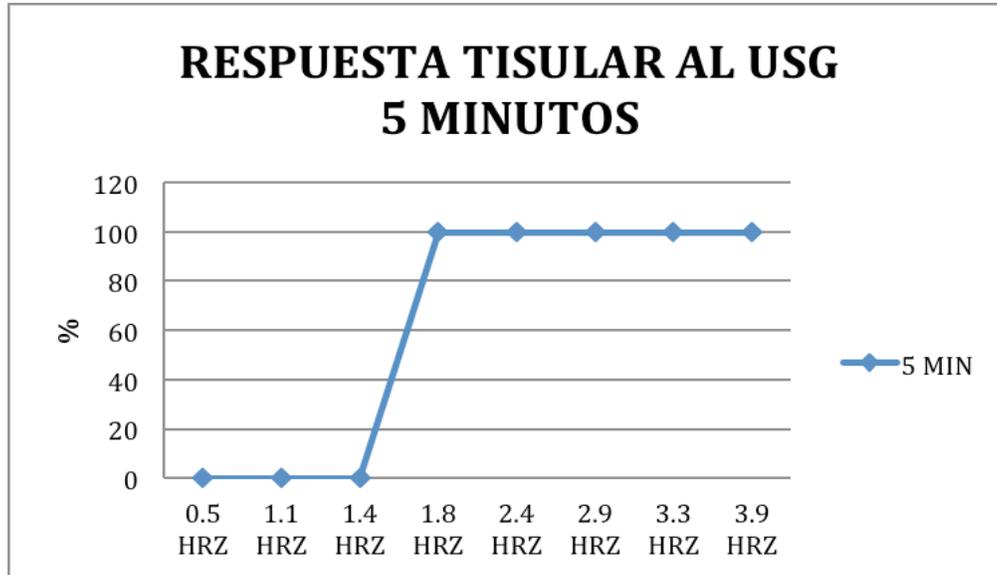
Con exposición de 5 minutos los cambios en los adipocitos se observan desde los 1.8 hertz y se mantiene a dosis mayores.



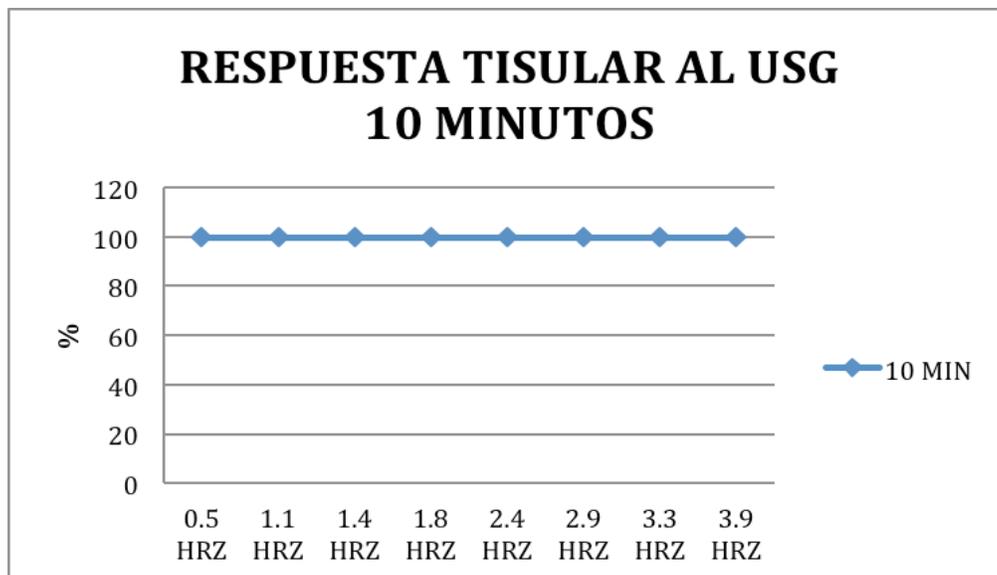
Con exposición de 10 minutos los cambios en los adipocitos se observan desde los 0.5 hertz y se mantiene a dosis mayores.



Con exposición de 15 minutos los cambios en los adipocitos se observan desde los 1.1 Hertz y se mantiene a dosis mayores



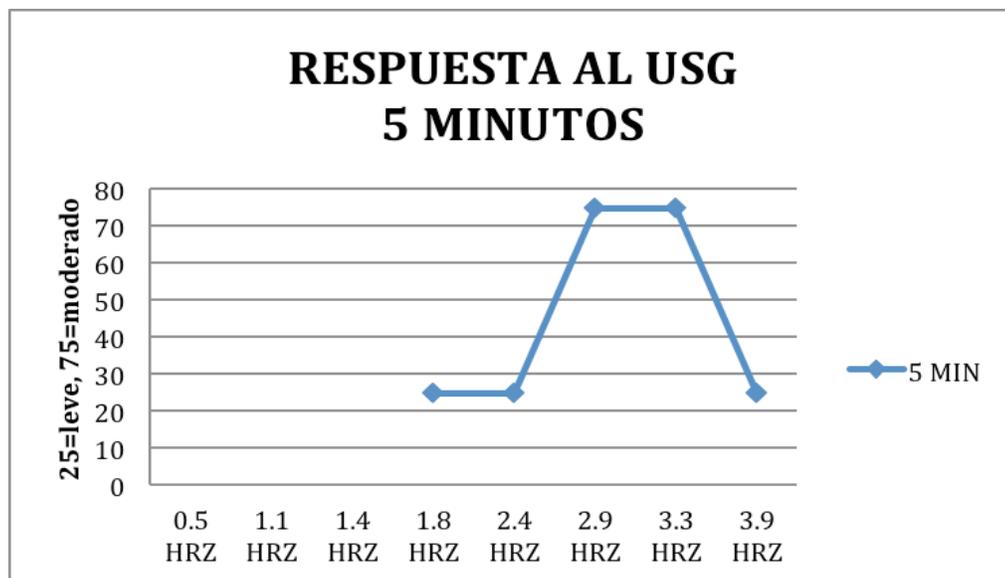
Con exposición de 5 minutos la respuesta tisular al USG se observan desde los 1.8 Hertz y se mantiene a dosis mayores.



Con exposición de 10 minutos la respuesta tisular al USG se observan desde los 0.5 Hertz y se mantiene a dosis mayores.



Con exposición de 15 minutos la respuesta tisular al USG se observan desde los 1.1 Hertz y se mantiene a dosis mayores.



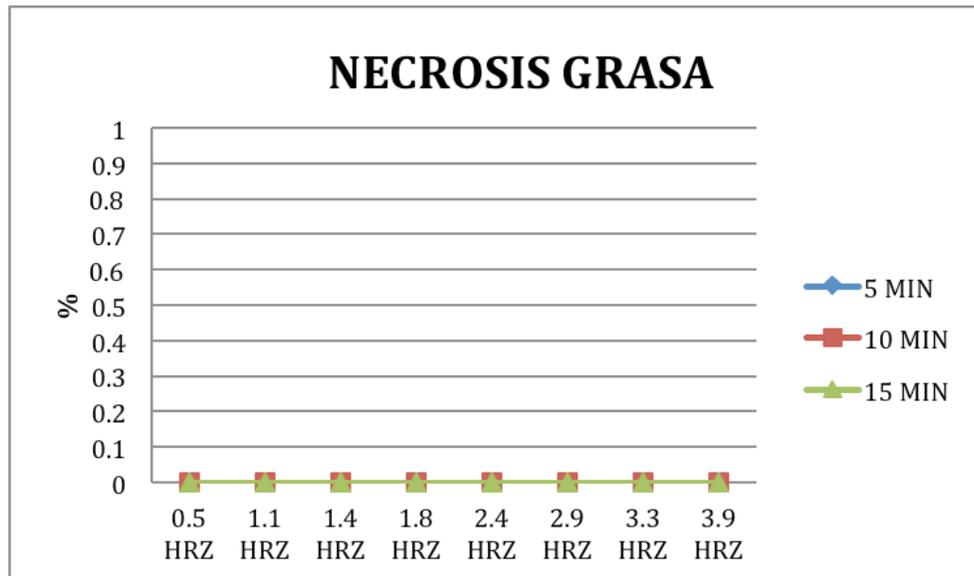
Con exposición de 5 minutos se observa respuesta moderada al USG a los 2.9 y 3.3 hertz, la respuesta es leve para los 3.9 hertz.



Con exposición de 10 minutos se observa respuesta moderada al USG desde los 0.5 a 1.4 hertz, la respuesta es leve desde los 1.8 a 2.9 hertz., es moderado para mayor exposición.



Con exposición de 15 minutos se observa respuesta leve al USG a los 1.1 y 1.4 hertz, moderada a los 1.8 hertz y más



No se observó necrosis grasa a ningún nivel de exposición ni de de tiempo



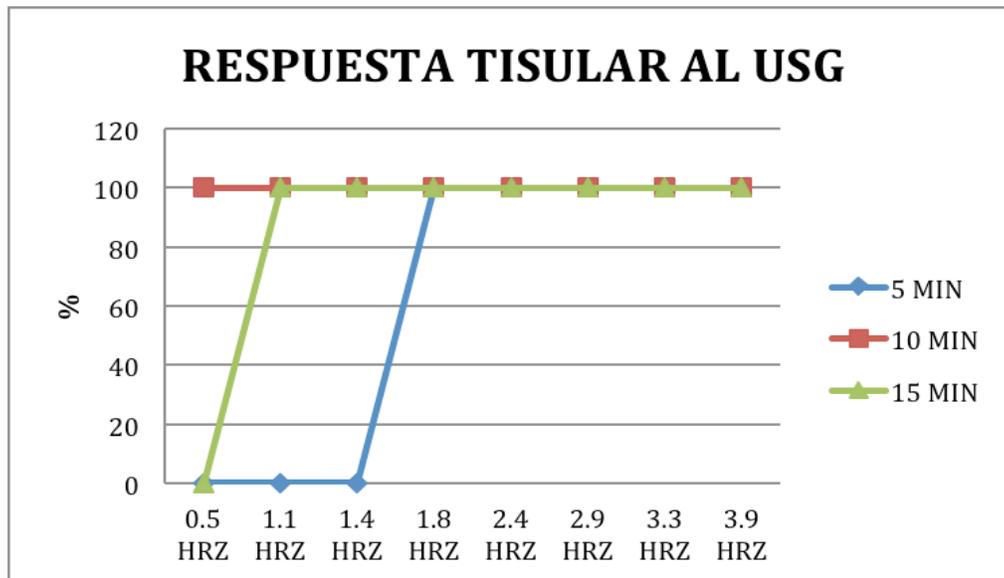
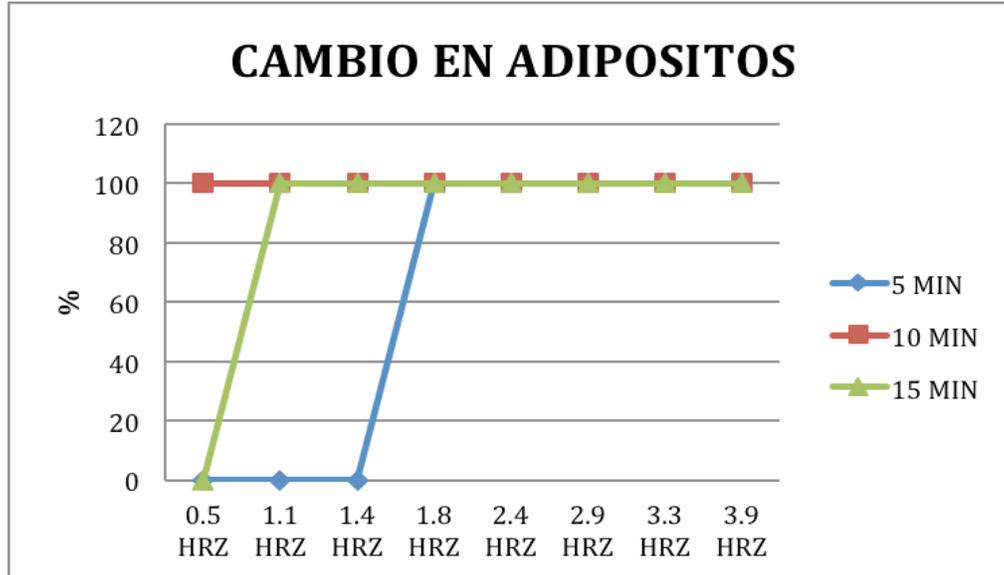
Con exposición de 5 minutos se observa lisis de adipocitos con respuesta moderada a los 2.9 y 3.3 hertz, la respuesta es leve para los 3.9 hertz.

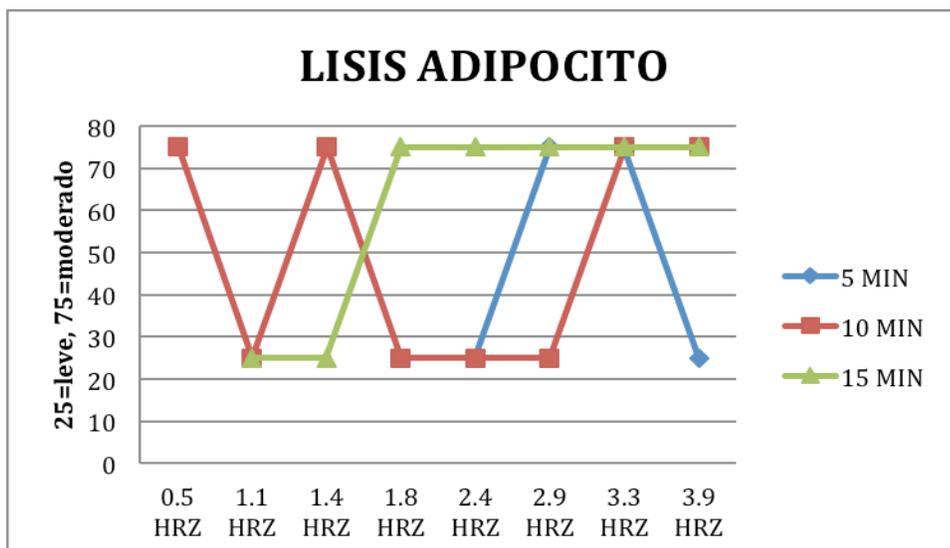
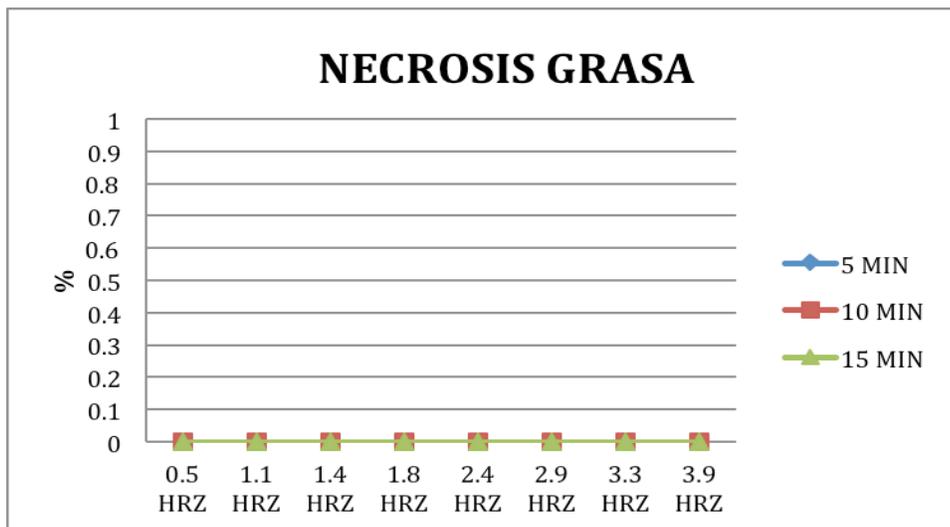
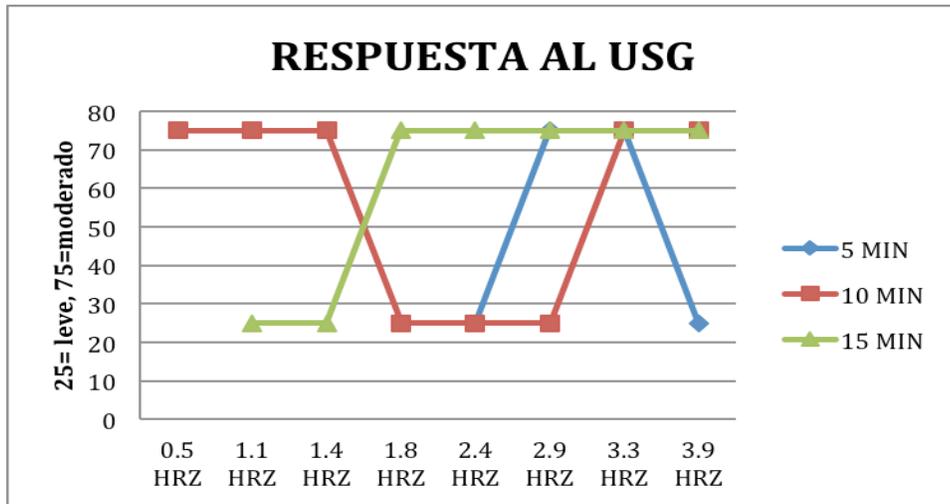


Con exposición de 10 minutos se observa lisis de adipocitos con un patrón no definido de leve a moderado desde los 0.5 Hertz hasta los 2.9, se observa lisis de adipocitos moderado desde los 3.3 Hertz en adelante.



Con exposición de 15 minutos se observa lisis de adipocitos con respuesta moderada a los 1.8 y se mantiene a mayor exposición.





## CONCLUSIONES

El siguiente estudio después de un análisis histopatológico de 24 fragmentos de tejido adiposo sometidos a diferentes frecuencias de ultrasonido y tiempo determinado, así como 5 fragmentos de tejido adiposo de control nos permitieron observar lo siguiente:

En todos los fragmentos se observaron aproximadamente 10 campos por laminilla a gran aumento o alto poder (40x y 10x) ya que este tipo de observación de campo es significativa y podría considerarse suficiente (tipo de observación útil para la valoración de cuentas mitóticas en las neoplasias malignas)

Los fragmentos de tejido adiposo de control en el estudio histopatológico reportaron tejido adiposo maduro, vascularizado con escasos septos fibrosos que corresponden a características histológicas normales.

En los fragmentos que fueron expuestos a un tiempo de 5 min, los cambios en los adipocitos y la respuesta tisular al ultrasonido fueron observados al 100% con frecuencias de 1.8 hertz y se mantuvieron igual a dosis mayores, sin embargo al estar expuesto a mayor tiempo es decir 10 minutos, desde una frecuencia menor como 0.5 hertz, tanto los cambios en los adipocitos como la respuesta tisular al ultrasonido se observaron de forma mas temprana al 100%

Al exponer el tejido a 15 minutos con frecuencias de 1.1 hertz ya se pudieron encontrar cambios significativos en los adipocitos, en los 10 campos como fueron observadas todos los fragmentos.

En los 24 fragmentos procesados, No se observó necrosis grasa a ninguna frecuencia de exposición a ultrasonido ni en ningún intervalo de tiempo.

La respuesta del tejido al ultrasonido y lisis del adipocito fue catalogada como moderada a frecuencias de 2.9 y 3.3 hertz al exponer al tejido durante 5 minutos, así como presentó respuesta moderada al aplicar menor frecuencia como 0.5 y 1.4 hertz pero con mayor tiempo de exposición como fueron 10 minutos.

Y la respuesta del tejido al ultrasonido y lisis del adipocito se observo leve con frecuencias de 3.9 hertz, expuesto durante 5 minutos, y al exponerlo a mayor tiempo como 10 min se requirió de menor frecuencias como 1.8 y 2.9 hertz

Con exposición de 10 minutos se observa lisis de adipocitos con un patrón no definido de leve a moderado desde los 0.5 hertz hasta los 2.9, se observa lisis de adipocitos moderado desde los 3.3 hertz en adelante.

Sin embargo al exponer el tejido durante 15 minutos a frecuencias de 1.1 y 1.4 hertz la repuesta del tejido al ultrasonido fue leve al igual que la lisis de los adipocitos y se observo una respuesta moderada al aplicar el mismo tiempo con frecuencias de 1.8 hertz.

Por lo anterior podemos concluir que si exponemos al tejido a mayor tiempo de ultrasonido requerimos de menor frecuencia en hertz, para visualizar cambios histopatológicos en el tejido adiposo. Sin embargo en caso de requerir aplicar mayor frecuencia al tejido adiposo con menor tiempo de exposición podemos observar tales cambios

De tal manera que dentro de los datos mas significativos podemos estimar 2 formas de aplicación del ultrasonido en el tejido adiposo trans operatoriamente que de manera demostrable producirá cambios histopatológicos, una de ellas es la aplicación de 5 minutos a frecuencias que van desde 1.8 hasta 3.3 hertz de ultrasonido y la otra es con la aplicación de 10 minutos a frecuencias de 0.5 a 1.4 hertz de ultrasonido con las cuales podemos tener resultados en el tejido adiposo

Inicialmente el estudio se planteo realizarlo procesando los fragmentos mediante 2 técnicas histopatológicas (parafina, con tinción de rutina Hematoxilina y Eosina y técnica por congelación mediante Nitrógeno liquido con tinción por rojo oleoso) sin embargo todos los cortes por congelación se reportaron con artificios secundarios al proceso técnico, por lo que tales fragmentos no fueron valorables para el estudio abortando tal técnica y procesando todas las muestras con técnica de parafina.

## BIBLIOGRAFÍA

**Biological effects of low frequency high intensity ultrasound application on ex vivo human adipose tissue**

Palumbo P. Cinque B. Miconi G. La Torre C. Zoccali G. Vrentzos N. Vitale AR. Leocata P. Lombardi D. Lorenzo C. D'Angelo B. Macchiarelli G. Cimini A. Cifone MG. Giuliani M.

**Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device: preclinical studies in a porcine model.** Jewell ML. Desilets C. Smoller BR. *Aesthetic Surgery Journal*. 31(4):429-34, 2011 May. Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] UI: 21551434 Authors Full Name Jewell, Mark L. Desilets, Charles. Smoller, Bruce R.

**Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device for ablating subcutaneous adipose tissue for noninvasive body contouring: safety studies in human volunteers.**

Gadsden E. Aguilar MT. Smoller BR. Jewell ML. *Aesthetic Surgery Journal*. 31(4):401-10, 2011 May. [Clinical Trial. Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't]UI: 21551431 Authors Full N Gadsden, Ernesto. Aguilar, Maria Teresa. Smoller, Bruce R. Jewell, Mark L.

**Ultrasound velocity and attenuation of porcine soft tissues with respect to structure and composition: I. Muscle.** Koch T. Lakshmanan S. Brand S. Wicke M. Raum K. Morlein D. *Meat Science*. 88(1):51-8, 2011 May. [Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] UI: 21196084 Authors Full Name Koch, Tim. Lakshmanan, Sannachi. Brand, Sebastian. Wicke, Michael. Raum, Kay. Morlein, Daniel

**High-intensity focused ultrasound effectively reduces waist circumference by ablating adipose tissue from the abdomen and flanks: a retrospective case series.** Fatemi A. Kane MA. *Aesthetic Plastic Surgery*. 34(5):577-82, 2010 Oct. [Journal Article] UI: 20383499 Authors Full Name Fatemi, Afschin. Kane, Michael A C.

**Early results using ultrasound-assisted liposuction as a treatment for fat necrosis in breast reconstruction.** Hassa A. Curtis MS. Colakoglu S. Tobias AM. Lee BT. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 126(3):762-8, 2010 Sep. Journal Article] UI: 20463623 Authors Full NameHassa, Agnieszka. Curtis, Michael S. Colakoglu, Salih. Tobias, Adam M. Lee, Bernard T.

**Nonsurgical body contouring with focused ultrasound.** Hotta TA. *Plastic Surgical Nursing*. 30(2):77-82; quiz 83-4, 2010 Apr-Jun. [Journal Article] UI: 20543638 Authors Full NameHotta, Tracey A.

**High-intensity focused ultrasound effectively reduces adipose tissue.** Fatemi A. *Seminars in Cutaneous Medicine & Surgery*. 28(4):257-62, 2009 Dec. [Journal Article] UI: 20123425 Authors Full NameFatemi, Afschin.

**Characterization of nonthermal focused ultrasound for noninvasive selective fat cell disruption (lysis): technical and preclinical assessment.** Brown SA. Greenbaum L. Shtukmaster S. Zadok Y. Ben-Ezra S. Kushkuley L. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 124(1):92-101, 2009 Jul. [Journal Article] UI: 19346998 Authors Full NameBrown, Spencer A. Greenbaum, Lior. Shtukmaster, Stella. Zadok, Yehuda. Ben Ezra, Shmuel. Kushkuley, Leonid.

**High-frequency ultrasound evaluation of cellulite treated with the 1064 nm Nd:YAG laser.** Bousquet-Rouaud R. Bazan M. Chaintreuil J. Echague AV. *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*. 11(1):34-44, 2009 Mar. [Journal Article. Randomized Controlled Trial] UI: 19214861 Authors Full NameBousquet-Rouaud, Regine. Bazan, Marie. Chaintreuil, Jean. Echague, Agustina Vila.

**External ultrasound-assisted lipectomy: effects on abdominal adipose tissue.** D'Andrea F. Ferraro GA. Nicoletti GF. De Francesco F. *Plastic & Reconstructive Surgery*. 121(5):355e-356e, 2008 May. [Journal Article] UI: 18453965 Authors Full NameD'Andrea, Francesco. Ferraro, Giuseppe A. Nicoletti, Gian Franco. De Francesco, Francesco.

**Histologic effects of external ultrasound-assisted lipectomy on adipose tissue.** Ferraro GA. De Francesco F. Nicoletti G. Rossano F. D'Andrea F. *Aesthetic Plastic Surgery*. 32(1):111-5, 2008 Jan. [Evaluation Studies. Journal Article] UI: 17882478 Authors Full NameFerraro, Giuseppe A. De Francesco, Francesco. Nicoletti, Gianfranco. Rossano, Ferdinando. D'Andrea, Francesco.

**Nonlinear absorption in biological tissue for high intensity focused ultrasound.**

Liu X. Li J. Gong X. Zhang D. *Ultrasonics*. 44 Suppl 1:e27-30, 2006 Dec 22. [In Vitro. Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] UI: 16844166 Authors Full NameLiu, Xiaozhou. Li, Junlun. Gong, Xiufen. Zhang, Dong.

# ANEXOS

