



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL ASOCIADO A  
TRATAMIENTO DE LIPÓLISIS LÁSER, EN PACIENTES CON  
SOBREPESO, ENTRE 18 Y 45 AÑOS.**

CAMILA ALEJANDRA BOBADILLA CANALES  
SEBASTIAN RODRIGO MARCHANT FUENTES

Tesis presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad  
Finis Terrae para optar al Grado académico de Licenciado en Kinesiología

Profesor Guía: Klgo. Esteban Fortuny Pacheco.

Santiago, Chile  
2017.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a nuestras familias, amigos y a todos los que nos brindaron su apoyo y ánimo durante este proceso.

También agradecer al Profe Fortuny por darnos las herramientas para llevar a cabo este estudio.

Este logro también es de ustedes.

**Cami y Seba.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	viii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	2
2.1. Ácidos grasos	2
2.1.1 Lípidos	2
2.2 Tejido adiposo	3
2.3 Sobrepeso y obesidad	4
2.3.1 Grasa visceral y subcutánea	5
2.4 Evaluación de composición corporal	6
2.5 Vías de oxidación de ácidos grasos	8
2.6 Láser	9
2.6.1 Tipos de láser	9
2.6.2 Terapia	10
2.6.3 Mecanismo de acción	10
2.7 Investigación	12
2.7.1 Planteamiento del problema	12
2.7.2 Pregunta de investigación	12
2.7.3 Objetivo general	13
2.7.4 Objetivo específico	13
2.7.4 Hipótesis	14
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Diseño de investigación	15
3.2 Universo y tipo de muestreo	15

3.3 Tamaño de la muestra	16
3.4 Criterios de inclusión y exclusión	16
3.5 Metodología de la obtención de los datos y de la intervención realizada	17
3.6 Variables de estudios	19
3.6.1 Variables dependientes	19
3.6.2 Variables independientes	20
3.6.3 Variables desconcertantes	20
3.7 Análisis Estadístico	21
3.8 Conflictos de interés	21
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	22
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN	34
5.1 Número de sujetos intervenidos	34
5.2 Número de sesiones	34
5.2 Parámetros y dosis empleados en el tratamiento	35
5.3 Diferencias en las mediciones de circunferencia de cintura	35
5.4 Diferencias en peso	36
5.5 Low level laser therapy como terapia aislada	36
5.6 Área de grasa visceral	37
5.7 Porcentaje de grasa	37
5.8 Variables desconcertantes	38
CONCLUSIÓN	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Esquema N°1: Selección de la muestra	22
Figura N°1: Pruebas de normalidad grupo de tratamiento	23
Figura N°2: Pruebas de muestras relacionadas	24
Figura N°3: Media de AGV de grupo control y tratamiento	25
Figura N°4: Media de AGV en grupo de tratamiento	26
Figura N°5: Media de circunferencia de cintura en grupo control y tratamiento	27
Figura N°6: Cambios de circunferencia de cintura en grupo de tratamiento	28
Figura N°7: Media del porcentaje de grasa en grupo control y grupo de tratamiento	29
Figura N°8: Cambios en porcentaje de grasa en grupo de tratamiento	30
Figura N°9: Análisis estadístico del grupo control	31
Figura N°10: Análisis estadístico del grupo de tratamiento	32
Figura N°11: Cambios en la media de circunferencia de cintura de grupo de tratamiento, sesión a sesión	33

## RESUMEN

**Objetivo:** En este estudio se describe el impacto que tiene en la composición corporal, el tratamiento con lipoláser. Su fácil modo de aplicación y buenos resultados descritos en la literatura, han comenzado a masificar el uso de esta tecnología, especialmente con fines estéticos. Sin embargo, la insuficiencia de datos objetivos sobre los reales cambios que existen en la composición corporal y si puede ser este un recurso adicional como parte de los tratamientos en pacientes con sobrepeso. **Método:** Los sujetos fueron separados aleatoriamente en grupo control y grupo de estudio. Se les realizaron evaluaciones, donde se obtuvo el Índice de masa corporal, circunferencia de cintura, peso y talla. También se realizó una evaluación de bioimpedancia, obteniendo los datos de porcentaje de grasa y el área de grasa visceral. El tratamiento de lipoláser solo se realizó en grupo de tratamiento con el equipo lipolaser Slimming Plus de marca Suslaser, realizando 5 sesiones de 25 minutos cada una. Estas sesiones fueron realizadas durante 3 semanas con mínimo un día de separación entre sesión y sesión. Al grupo control solo se le realizaron evaluaciones en la primera, tercera y quinta sesión, acorde al grupo de tratamiento. **Resultados:** Al terminar el tratamiento en la quinta sesión, y comparar los datos del grupo de tratamiento y grupo control, se evidenció una disminución en la circunferencia de cintura. En cuanto al porcentaje de grasa y área de grasa visceral, no se encontraron cambios significativos. **Conclusiones:** El estudio logró identificar cambios significativos en la disminución en las mediciones de circunferencia de cintura ( $P < 0.05$ ). Al ser un tratamiento que se realizó en 5 sesiones, se recomienda seguir investigando sobre este método, con una aplicación por un tiempo prolongado. **Palabras claves:** Láser, Lipoláser, bioimpedancia, sobrepeso, metabolismo de grasas.

## ABSTRACT

**Objective:** This study describes the impact of lipolaser treatment on body composition. Its easy application and good results described in the literature, have begun to massify the use of this technology, especially for aesthetic purposes. However, the lack of objective data on the actual changes that exist in body composition and whether this may be an additional resource as part of the treatments in overweight patients. **Method:** Subjects were randomly assigned to control group and study group. They were evaluated, where the body mass index, waist circumference, weight and height were obtained. A bioimpedance assessment was also performed, obtaining the percentage of fat and the visceral fat area. Lipolaser treatment was only performed in a treatment group with the Liplaser Slimming Plus brand Suslaser, performing 5 sessions of 25 minutes each. These sessions were conducted for 3 weeks with a minimum of one day of separation between session and session. The control group was only evaluated in the first, third and fifth sessions, according to the treatment group. **Results:** At the end of treatment in the fifth session, and comparing the data of the treatment group and control group, a decrease in the waist circumference was evidenced. As for fat percentage and visceral fat area, no significant changes were found. **Conclusions:** The study was able to identify significant changes in the decrease in waist circumference measurements ( $P < 0.05$ ). Being a treatment that was realized in 5 sessions, it is recommended to continue investigating on this method, with an application for an extended time. **Key words:** Laser, Lipolaser, bioimpedance, overweight, fat metabolism.

## GLOSARIO Y ABREVIATURAS

%: Porcentajes

ACAC: Aminociclopropanocarboxilato-oxidasa

AGV: Área de grasa visceral

ATP: Adenosin trifosfato

cAMP: Adenosin monosfato cíclico

cm: Centímetros

cm<sup>2</sup>: Centímetros cuadrados

Co<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

IDF: Federación internacional de diabetes

IMC: Índice de masa corporal

Kg: Kilogramos

LLLT: Terapia láser de bajo nivel

mW: Mili watts

nm: Nanómetro

RNM: Resonancia nuclear magnética

R.U.N: Registro único nacional

TAC: Tomografía axial computarizada

# **CAPÍTULO 1.**

## **INTRODUCCIÓN**

El sobrepeso es una condición que está presente en una gran cantidad de personas a nivel mundial, y la afectación mayoritaria es el exceso de grasa localizada en zonas específicas del cuerpo como lo son la zona abdominal, brazos, espalda y extremidad inferior. Si se pone atención directamente sobre la grasa que se encuentra en la zona abdominal encontraremos que es un gran problema, no solo estético provocando molestias físicas y psicológicas, sino que hay un trasfondo más fuerte, que es el de los problemas a nivel cardiovascular. Existen diferentes métodos para eliminar esta grasa, como lo es el ejercicio, con o sin dieta alimentaria (Krueger et al, 2014).

El agitado ritmo de vida en las ciudades civilizadas ha hecho que pocas personas aparten tiempo para realizar ejercicio, buscando métodos más fáciles y simples, incurriendo desde técnicas quirúrgicas al uso de agentes físicos que supuestamente promueven la lipólisis. Dentro de este último aspecto, ha tenido gran crecimiento el uso de la terapia láser (Baile & González, 2011).

La literatura presenta varios estudios de caso, sin embargo, no existen registros que evalúen realmente su impacto en la composición corporal. Se desconoce si este tipo de métodos promueve la oxidación o de alguna forma indirecta favorece el desplazamiento o movilización de los ácidos grasos a otras zonas corporales. En la siguiente investigación se evaluó precisamente esto, a cada sujeto de estudio se le aplicó el tratamiento de lipo-láser en la zona abdominal y al finalizar el tratamiento se realizó una comparación de los parámetros de análisis de composición corporal pre/post tratamiento, para de esta manera poder evidenciar el efecto (Krueger et al, 2014).

## **CAPÍTULO 2.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **ÁCIDOS GRASOS**

Los ácidos grasos son las principales fuentes de energía del organismo, los podemos encontrar en el tejido adiposo y muscular (Baile & González, 2011; Pasca et al, 2012). Se denominan triglicéridos cuando están en el músculo y en el tejido adiposo, y si están en la sangre son llamados lipoproteínas. Estos están condicionados a cambios hormonales mediados por insulina, si la insulina está elevada se inhibe la disponibilidad de ácidos grasos y si está muy baja, aumenta la oxidación de lípidos (Baile & González, 2011; Jackson et al, 2010).

Existen dos tipos de ácidos grasos, los saturados como el palmítico que es un ácido graso saturado y por otro lado están los insaturados, como el ácido oleico y los poli-insaturados y esenciales (Pasca et al, 2012).

#### **Lípidos**

Hay tres tipos de lípidos: los derivados, compuestos y los simples, siendo estos últimos los ácidos grasos. Siempre se almacenan en forma de triglicéridos (Cuevas & Reyes, 2005)

Los lípidos también se pueden clasificar en grasas trans, lípidos compuestos y lípidos derivados. Las grasas trans, o también llamadas hidrogenadas, son las están relacionadas con cáncer y enfermedades coronarias (Cuevas & Reyes, 2005).

Los lípidos compuestos son los fosfolípidos y lipoproteínas y los lípidos derivados son los esteroides y el colesterol, si tenemos un déficit en este último habrá una detención en la producción de hormonas sexuales. (Cuevas & Reyes, 2005).

La formación de un ácido graso ocurre en el hígado y en menor cantidad en el tejido adiposo, a partir de la glucosa. Cuando hay un aumento de acetil-coA se forma Malonil-coA gracias a la función de la enzima aminociclopropanocarboxilato oxidasa (ACAC), la cual cataliza la reacción para obtener malonato, y regular así la síntesis de ácidos grasos y su oxidación (Cuevas & Reyes, 2005).

## **TEJIDO ADIPOSO**

El tejido adiposo es reconocido como un órgano multifuncional (Carnero et al., 2014), ya que además de cumplir su función de almacén de los depósitos de grasa, el adipocito maduro es considerado un órgano endocrino y paracrino, que secreta sustancias bioactivas que controlan las funciones de otros órganos. Se han denominado como adipocinas, y ejercen una profunda influencia en los fenómenos proinflamatorios y protrombóticos, que desencadenan el proceso ateromatoso y la diabetes (Bastarrachea, et al, 2005).

## **SOBREPESO Y OBESIDAD**

El sobrepeso es la acumulación excesiva de grasa en el cuerpo y que puede ser perjudicial para la salud (Arrebola et al, 2013; Peña et al, 2001), por otro lado la obesidad implica un exceso de grasa corporal, este exceso de grasa corporal, principalmente visceral, se correlaciona con la aparición de la enfermedad arterial coronaria y también parece ser el factor desencadenante de la resistencia a la insulina e hiperinsulinemia compensatoria, consideradas como el factor central en la fisiopatología del síndrome metabólico (Bastarrachea et al., 2005; Quirantes et al., 2009).

Se ha demostrado que la obesidad y sobrepeso genera riesgos a la salud, los cuales están relacionados con las zonas de depósitos de la grasa corporal, sobre todo con la grasa que se dispone en la zona superior del tronco (Duelo et al, 2009). Alguna de las patologías más importantes asociadas, son la resistencia a la insulina, el síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, dislipidemias, enfermedades cardiovasculares y enfermedades hepáticas, entre otras (Marín et al., 2011).

Las personas aumentan su peso cuando el cuerpo ingiere más calorías de las que consume o elimina durante el día, estas calorías agregadas se almacenan como grasa (Ebbert & Jensen, 2013). La cantidad de sobrepeso que lleva a la obesidad no se acumula en unas pocas semanas o meses, dado que para llegar a la condición de obesidad se necesitan varias calorías ingeridas en exceso durante años (Ebbert & Jensen, 2013).

El sobrepeso puede ser hereditario, pero es difícil determinar hasta qué punto depende de los genes, ya que en muchas familias se come lo mismo, compartiendo los mismos hábitos alimenticios y no todos los miembros presentan sobrepeso (Krueger et al., 2014). En la mayoría de los casos los problemas

relacionados con el peso nacen por una combinación de factores genéticos y de hábitos (Ebbert & Jensen, 2013).

El sobrepeso es nocivo tanto para el cuerpo y la mente, ya que producto de este sobrepeso las articulaciones del cuerpo sufren por la gran carga sobre ellas, desencadenando otras enfermedades. Adicionalmente las personas tienden a cansarse de forma más precoz por lo cual la resistencia cardiovascular se ve afectada (Ebbert & Jensen, 2013).

En la actualidad diversos estudios de medición de grasa corporal sugieren que el mayor riesgo de salud, está asociado particularmente con los depósitos de grasa visceral (Pérez et al., 2010).

### **Grasa visceral y subcutánea**

La grasa visceral está contenida en las cavidades corporales envolviendo órganos y sobre todo la zona abdominal, la cual consta de grasa mesentérica y grasa de los epiplones (Goedecke & Micklesfield, 2014). Normalmente los depósitos de grasa visceral están cerca del 6% en mujeres y 20% en hombres del total de grasa corporal (Pérez et al., 2010).

Con respecto a la grasa subcutánea, se encuentra inmediatamente bajo la piel regional. En el cual el principal sitio de acumulación es en las regiones femorales y glúteas (Pérez et al., 2010).

Se ha comprobado que la disminución de la grasa visceral es posible a partir de estrategias nutricionales o aumento del ejercicio físico (Marín et al, 2011), esto permite una mejoría en la calidad de vida del individuo, un cambio en el comportamiento del metabolismo intermediario y una disminución de los factores de riesgo de enfermedades macrovasculares (Pérez et al., 2010).

## EVALUACIÓN DE COMPOSICIÓN CORPORAL

El crecimiento del tejido adiposo significa un aumento en el tamaño de los adipocitos y la formación de nuevos adipocitos. Por lo tanto, se han tomado diversas formas de medición de esta, en las cuales se puede mencionar la medición de la circunferencia de cadera y antropometría, las cuales se ha demostrado no ser muy cuantificables ya que no pueden medir la cantidad de grasa visceral. Así como también nuevas mediciones que se están adoptando actualmente mediante imágenes como la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia nuclear magnética (RNM), siendo esta última el “Gold estándar” (Marín et al., 2011).

Para determinar si una persona tiene sobrepeso se utiliza comúnmente la medición del Índice de Masa Corporal (IMC), esto se realiza midiendo y pesando a la persona, posterior a esto se divide el peso en kilogramos (KG) entre el cuadrado de la talla en metros ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ). La Organización Mundial de la Salud indica que si el IMC es igual o superior a 25 hasta 29.9; existiría sobrepeso (Borba et al., 2008).

La medición del IMC puede estar sesgada, ya que una persona con mucha musculatura puede tener un IMC elevado sin tener sobrepeso, ya que el exceso de peso se debe a masa magra y no a grasa (Borba et al., 2008).

La medición de circunferencia de cintura es un método útil y práctico para evaluar en la clínica el riesgo cardiovascular de pacientes con sobrepeso u obesidad (Moreno, 2010). La medición debe realizarse con el paciente de pie y una respiración normal. La huincha debe situarse a nivel de la línea media axilar, entre el borde costal y la cresta iliaca. Se recomienda realizar 2 mediciones y promediarlas para un mejor resultado (Moreno, 2010).

El 2005, la Federación Internacional de Diabetes (IDF), determinó un punto de corte para determinar la obesidad abdominal con cinta métrica. Considerando de mayor riesgo cifras iguales o mayor a 94 cm en hombres y mayores o iguales a

80 en mujeres en una población de origen europeo (Moreno, 2010). La encuesta nacional de la salud realizada en Chile el año 2003 mostró que alrededor del 19% de los hombres y 25% de las mujeres presentaba obesidad, el cual aumentaba con la edad hasta alrededor de los 60 años. Con respecto al promedio de la circunferencia de cintura de la población chilena es de un 90,7 cm en hombres y 86,2 en mujeres (Moreno, 2010; Serrano et al, 2012).

La bioimpedancia es otra técnica de medición que fue promovida en el año 1959 por Nyboer (Serrano, et al, 2012), esta es más completa ya que gracias a un estudio, entrega las características corporales de una persona, es capaz de adquirir una valoración semi-cuantitativa del estado general, en proporción al peso corporal específico de cada persona, lo que hace que esta técnica sea mucho más confiable que las antes mencionadas (Sánchez & Barón, 2009).

Lo que hace la bioimpedancia es identificar reservas proteicas, magras y grasas, y corresponde a una técnica no invasiva y de simple ejecución, no se necesitan gran entrenamiento en la técnica, por lo tanto, es reproducible siguiendo un patrón estandarizado de evaluación (Serrano et al, 2012)

Para la realización de la bioimpedancia, el sujeto se debe poner en posición horizontal con las piernas separadas 45° y los brazos separados del cuerpo unos 30°. Esta posición la debe mantener entre 5 a 10 minutos, para distribuir de forma equitativa los fluidos corporales (Mendías, Alonso de Porras, Barcia, Sánchez, Jiménez, Lara & Chaín, 2008)

Si bien existen sistemas de Bioimpedancia de mano, ampliamente utilizados en gimnasios y centros de acondicionamiento físico, dichas tecnologías tienen solo una frecuencia de análisis, no permitiendo tener un valor del agua intra/extracelular. Por otro lado, no evalúan de manera total la composición corporal pues se basan en puntos muy próximos, ambas manos (Mendías, Alonso de Porras, Barcia, Sánchez, Jiménez, Lara & Chaín, 2008). Existen tecnologías de uso profesional, empleadas en Clínica y en investigaciones, que utilizan varias frecuencias y que permiten tener una evaluación total (Serrano et al, 2007)

## VÍAS DE OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Los lípidos se encuentran en el músculo y tejido adiposo en forma de triglicéridos. Los triglicéridos están compuestos por 3 ácidos grasos y un glicerol, por lo que se le denomina a este proceso lipólisis, ocurriendo solo en el músculo y tejido adiposo. La regulación de este proceso depende de la insulina (inhibidor) y las catecolaminas (activador) (McMillan N., 2009).

El sobrepeso se puede pausar o evitar manteniendo un peso y dieta adecuado y realizando ejercicios de forma constante. Lo que se recomienda es realizar ejercicio durante 30 y 60 minutos diarios, la Organización Mundial de la Salud sugiere sesiones de intensidad moderada, es decir, al 75% de la frecuencia cardíaca máxima por lo menos 35 minutos (McMillan, 2009). En esta condición la oxidación de grasa durante el ejercicio puede llegar a 6 gramos por minuto, la cual aumenta con la ingesta previa de carbohidratos (McMillan, 2009; Jalian & Avram., 2012). También está la opción de realizar ejercicios de fortalecimiento muscular o ejercicios intermitentes de alta intensidad, ya que favorece la utilización del tejido adiposo como energía después de la sesión (McMillan, 2009; Jalian & Avram., 2012).

De forma fisiológica la lipólisis ocurre en respuesta al ejercicio a baja intensidad (65-70% de capacidad aeróbica máxima) o luego de pasado 6 o más horas después de una comida (McMillan, 2009).

Con respecto a las vías de oxidación, cuando ocurre la lipólisis, el glicerol se va al hígado donde es metabolizado en el proceso de la neoglucogenesis, y los ácidos grasos son  $\beta$ -oxidados en el músculo e hígado para formar Acetil-CoA y entrar al ciclo de krebs y de esta forma, formar ATP (McMillan, 2009; Jalian & Avram., 2012).

Hoy en día se encuentran diferentes opciones que favorecen la lipólisis o destrucción de los ácidos grasos, como lo puede ser el uso de ondas mecánicas o

de láser. Existen diferentes tipos de láser y para diferentes condiciones, ya que su uso puede ser para el tratamiento del dolor, la estimulación celular, favorecer procesos de reparación o para el tratamiento de manchas en la piel y/o estrías (Stervo et al, 2015)

## **LÁSER**

La emisión de láser en los tejidos es una herramienta para el manejo de procesos inflamatorios y lesiones en los tejidos corporales. Esta luz (fotones) es absorbida por el tejido y produce una interacción bioquímica aumentando las reservas de ATP, mejorando así el consumo de oxígeno y normalizando la estructura del tejido lesionado (Canales M., 2007).

El láser se puede utilizar como analgésico (Caruso M. et al, 2010) y antiinflamatorio (Canales M., 2007; Trelles et al, 2013) por lo cual es un método utilizado en diferentes áreas médicas como en reumatología, neurología y ortopedia (Canales M., 2007; Trelles et al, 2013).

### **Tipos de láser**

Hay diferentes tipos de láser como puede ser el de helio-neón que es comúnmente utilizado en problemas del sistema músculo-esquelético o en tratamientos de la piel (Jackson et al, 2009). El láser de CO2 es un láser de gas, que es muy utilizado para cirugías como láser-bisturí (Llanos et al., 2007; Martínez & Trelles, 2010), por lo que es utilizado en cirugías oncológicas, neurocirugía y dermatología. El láser de argón es utilizado en dermatología, para la eliminación de tatuajes y también su uso está enfocado en lesiones de carácter oftalmológico (Jackson et al, 2004). El láser de Neodimio-Yag junto con el láser de CO2 es otro

tipo de láser de carácter quirúrgico (Neira, Jackson, Dedo, Ortiz & Arroyave, 2001).

### **Terapia de láser de bajo nivel (Low level laser therapy)**

Según el estudio de Avci, Nyame, Gupta, Sadasivam & Hamblin (2013) donde se analizaron los resultados de diferentes estudios sugieren que la terapia de láser de baja intensidad tiene un gran potencial para ser utilizado en grasa y en la reducción de la celulitis. Así como en la mejora de perfil lipídico en sangre, sin efectos secundarios significativos, esto a través de la activación de la cascada que podría causar la inducción de la apoptosis de los adipocitos y posterior liberación de los lípidos (Mordon, Wassmer, Reynaud & Zemmouri, 2008).

Diferentes observaciones, han comprobado que el uso de terapia láser de baja intensidad como único tratamiento no logra obtener resultados satisfactorios a largo plazo en la reducción del tejido adiposo, esto debido mayormente a estilos de vida sedentarios y a una actividad física inadecuada. (Savoia et al, 2013)

### **Mecanismo de acción del láser de baja intensidad en tejido adiposo**

La terapia láser de baja intensidad ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de ciertos procedimientos cosméticos, incluyendo la liposucción. Estudios mediante imágenes electrónicas han demostrado un colapso en la membrana celular del adipocito provocados por la formación de poros en ella posterior a la irradiación de láser de 635 nm (Caruso, Guillot, Podichetty, Mashtalir, Dhurandhar, Dubuisson & Greenway F, 2010; Jackson, Dedo, Roche, Turok & Maloney, 2009)

Este tipo de terapia tiene un efecto directo en la actividad bioquímica del adipocito, estimulando la mitocondria, para aumentar el adenosíntrifosfato (ATP) y así estimular la síntesis de adenosin monosfato cíclico (cAMP) ((Mulholland, Paul

& Chalfoun, 2011). Este último, estimula la formación de ácidos grasos y glicerol a partir del triglicérido, logrando atravesar así la membrana celular a través de los poros formados (Mulholland, Paul & Chalfoun, 2011).

## **INVESTIGACIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La terapia láser de bajo nivel (LLLT) es una modalidad de emisión láser ampliamente utilizada para remodelación y reducción de tejido adiposo. Según nuestros conocimientos no existe evidencia en la literatura que indique su impacto en la modificación de parámetros de composición corporal, como área de grasa visceral o porcentaje de grasa, suponiendo dudas a su impacto positivo o negativo en el organismo. Lo anterior deja duda de si esta tecnología puede generar cambios externos o estéticos positivos, a expensas de generar mayores riesgos metabólicos o cardiovasculares. Por otro lado, se sostiene que este tipo de tecnologías puede generar cambios en las medidas de los usuarios, en pocas sesiones de tratamiento, sin embargo, no es un aspecto que haya sido cuantificado. Se hace relevante contar con una investigación que analice datos de composición corporal, cambios en medidas antropométricas y el impacto de este tipo de tratamientos, como así también el impacto de un número limitado de sesiones, como lo indican quienes impulsan y sugieren su uso en la práctica clínica.

### **Pregunta de investigación**

¿Genera un cambio en la composición corporal el uso de terapia laser, al ser usada de forma aislada, en pacientes con sobrepeso entre 18 y 45 años?

## **Objetivo General**

- Evaluar el impacto de la terapia laser sobre el área de grasa visceral, porcentaje de grasa y circunferencia de cintura en pacientes con sobrepeso, entre 18 y 45 años.

## **Objetivos Específicos**

- Determinar el porcentaje de grasa pre tratamiento y en las sesiones 1, 3 y 5
- Determinar el área de grasa visceral pre tratamiento y en las sesiones 1, 3 y 5.
- Comparar medidas de área de grasa visceral pre tratamiento y en las sesiones 1, 3 y 5.
- Comparar medidas de circunferencia de cintura pre tratamiento y en las sesiones 1, 3 y 5
- Comparar porcentaje de grasa pre tratamiento y en las sesiones 1, 3 y 5.

## HIPÓTESIS

- H1: Un tratamiento de 5 sesiones de lipoláser de características continuo, con potencia de 90mw y con una duración de 25 minutos disminuye la circunferencia de cintura.
- H2: Un tratamiento de 5 sesiones de lipoláser de características continuo, con potencia de 90mw y con una duración de 25 minutos aumenta el área de grasa visceral.
- H3: Un tratamiento de 5 sesiones de lipoláser de características continuo, con potencia de 90mw y con una duración de 25 minutos disminuye el porcentaje de grasa.
- H0: Un tratamiento de 5 sesiones de lipoláser de características continuo, con potencia de 90mw y con una duración de 25 minutos aumenta la circunferencia de cintura, porcentaje de grasa y disminuye el área de grasa visceral

## **CAPÍTULO 3**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Diseño de la Investigación**

El diseño de nuestro estudio es:

- Analítico
- Longitudinal
- Cuasi experimental
- Prospectivo

#### **Universo y tipo de muestreo**

- Universo: Personas que residan en Santiago de Chile.
- Población Objetivo: Hombres y mujeres con sobrepeso que tenga entre 18 y 45 años.
- Muestra: 30 sujetos.
- Tipo de muestreo: No probabilístico, por conveniencia.

## **Tamaño de la muestra**

La muestra se compone de 30 personas tanto hombres como mujeres entre las edades de 18 y 45 años, perteneciente a la ciudad de Santiago, Chile.

Los nombres de las 30 personas fueron ingresados a la página web [www.alazar.info/generador-de-datos-aleatorios](http://www.alazar.info/generador-de-datos-aleatorios) para determinar quiénes formarían parte del grupo de estudio y control, siendo los 15 primeros el grupo de estudio y los 15 restantes el grupo control. Todos los participantes, tanto del grupo de estudio como control, cumplen con los criterios de inclusión.

## **Criterios de inclusión**

- Sujetos de 18 años a 45 años de edad
- Sujetos con IMC entre 25 - 29.9
- Disponibilidad para asistir a las cinco sesiones de duración del tratamiento

## **Criterios de exclusión**

- Sujetos que no cumplan con los criterios de inclusión
- Sujetos con hipertensión arterial y dislipidemias
- Personas con patologías en la piel
- Mujeres embarazadas
- Sujetos que hayan tenido o tengan cáncer de piel
- Sujetos que se hayan sometido a cirugía abdominal hace menos de 12 meses

## **Metodología de la obtención de los datos y de la intervención realizada**

Para reunir la muestra se realizó un seguimiento de sujetos que fueran potenciales candidatos para el estudio. A los cuales se les informó de los criterios de inclusión y exclusión, y se les realizó las mediciones pertinentes para confirmar o rechazar su participación en el estudio por medio del consentimiento informado (Ver anexo I), el cual entregó la información de forma más detallada.

La metodología que se utilizó para la obtención de los datos fue a través de una evaluación inicial, donde se cuantificó el peso, talla, circunferencia de cintura e IMC, basándose en esto, se logró verificar si cumplen con los criterios de inclusión para poder ser seleccionados.

La evaluación inicial consistió en la medición del peso corporal, a través de una balanza digital marca Omron, la medición de la talla en centímetros, medición de la circunferencia de cintura con una cinta métrica, donde se cuantificó la circunferencia de cintura alta, media y baja (Moreno, 2010). Esto se realizó marcando la línea media del ombligo y desde ahí se midió 5 centímetros sobre y bajo esta marca para medir las circunferencias de cintura alta y baja respectivamente, al terminar estas mediciones se sacó el promedio entre los tres valores (Moreno, 2010) (ver anexo VI).

Posteriormente se realizó la medición de bioimpedancia (Ver Anexo III) con el equipo InBody s10, esta medición se realizó con el paciente en posición supina sobre una camilla durante 5 minutos (Mendías, Alonso de Porras, Barcia, Sánchez, Jiménez, Lara & Chaín, 2008) para equilibrar la cantidad de agua que pueda existir en el cuerpo y se retiraron todos los objetos de metal y electrónicos que posee el paciente como anillos, celulares, pulseras o lentes ya que podrían interferir en la medición (Mendías, Alonso de Porras, Barcia, Sánchez, Jiménez, Lara & Chaín, 2008). Durante los 5 minutos de espera, en el equipo se ingresan datos del paciente como talla en centímetros, peso corporal, registro único nacional (r.u.n.), edad y sexo del paciente. Terminados los 5 minutos se limpia con alcohol las zonas donde se ubican los electrodos, siendo estas zonas el dedo

medio y pulgar en ambas extremidades superiores y la zona bajo los maléolos en extremidad inferior. La medición con bioimpedancia es de corta duración y al terminar entrega diversos datos sobre la persona evaluada, nosotros nos enfocamos en el porcentaje de grasa y área de grasa visceral.

Luego de tener todas las mediciones realizadas, se aplicó el tratamiento de lipo láser al grupo de tratamiento, en el cual el paciente se posicionó supino sobre una camilla con el abdomen descubierto, se utilizaron 8 electrodos a nivel abdominal, donde los dos centrales se localizan inmediatamente laterales al ombligo y los siguientes electrodos iban uno al lado del otro, quedando cubierta por completo la zona abdominal, también se utilizaron 2 electrodos de menor tamaño a nivel inguinal (Thornfeldt, Thaxton P, Hornfeldt, 2016).

El tratamiento de lipo láser (Ver Anexo II) es de características continuo, intensidad de 90 miliwatts y una duración de 25 minutos por sesión (Thornfeldt, Thaxton P, Hornfeldt, 2016). Este tratamiento se realizó durante 3 semanas, donde las sesiones eran según disponibilidad de los participantes, con mínimo un día de separación entre sesión y sesión.

Las mediciones de peso, talla y circunferencia de cintura se realizaron en cada sesión en el grupo de tratamiento, mientras que las mediciones de bioimpedancia se realizaron pretratamiento, en la tercera y quinta sesión acorde al grupo de tratamiento

## **Variables de estudio**

### **Variable Dependiente:**

#### 1. Cambio en la circunferencia de cintura:

Definición conceptual: Medición de factores de riesgo cardiometabólico y cardiovasculares tanto en hombres como mujeres (Moreno, 2010).

Definición operacional: Se marca el punto medio del ombligo y desde ahí se miden 5 centímetros sobre y bajo el ombligo para medir circunferencia de ombligo alta, media y baja. Al tener las 3 mediciones, se saca el promedio de estas.

Indicador: Centímetros (cm) a través de cintra métrica.

Escala: Cuantitativa, nominal y continua

#### 2. Porcentaje de grasa corporal:

Definición conceptual: Corresponde a la cantidad de grasa en relación con el peso total del cuerpo.

Definición operacional: A través del equipo de bioimpedancia.

Indicador: Porcentaje (%).

Escala: Cuantitativa, nominal y continua

#### 3. Área de grasa visceral:

Definición conceptual: Cantidad de tejido adiposo, localizado en abdomen y órganos.

Definición operacional: A través del equipo de bioimpedancia.

Indicador: Centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>).

Escala: Cuantitativa, nominal y continua

### **Variables Independientes**

#### 1. Terapia Láser:

Definición conceptual: Terapia de características no invasivas atérmica (Avci, Nyame, Gupta, Sadasivam & Hamblin, 2013).

Definición Operacional: Equipo de láser, con electrodos y fuente de energía

Indicador: Intensidad medida en miliwatts (mW)

Escala: Cuantitativa, ordinal y discontinua

### **Variables desconcertantes:**

1. Peso corporal (kg)
2. Dieta
3. Ejercicio
4. Horario de tratamiento

## **Análisis Estadístico**

Los sujetos del grupo de tratamiento fueron medidos sesión a sesión, mientras que el grupo control solo fue medido en la sesión 1, 3 y 5 correspondiente al grupo de tratamiento, los datos obtenidos fueron ingresados inmediatamente a una planilla Excel . Una vez realizadas todas las mediciones y finalizado el tratamiento, los datos fueron ingresados al programa spss donde se ingresaron los datos a analizar de las variables circunferencia de cintura, porcentaje de grasa y área de grasa visceral, comparando la primera y tercera medición del grupo de tratamiento (Ver anexo V). Todo esto con el fin de corroborar si los cambios ocurridos son estadísticamente significativos con el uso de nuestra variable independiente. Se utilizó shapiro-wilk para de esta manera estimar la distribución de nuestra muestra y determinar si sigue una distribución normal, para finalmente utilizar el t-student determinando el nivel de significancia con un valor  $P < 0,05$ . También se analizaron los cambios ocurridos en la primera, segunda y tercera medición del grupo control (Ver anexo IV) y grupo de tratamiento, para de esta manera lograr visualizar los cambios ocurridos de nuestras variables dependientes en las tres mediciones realizadas.

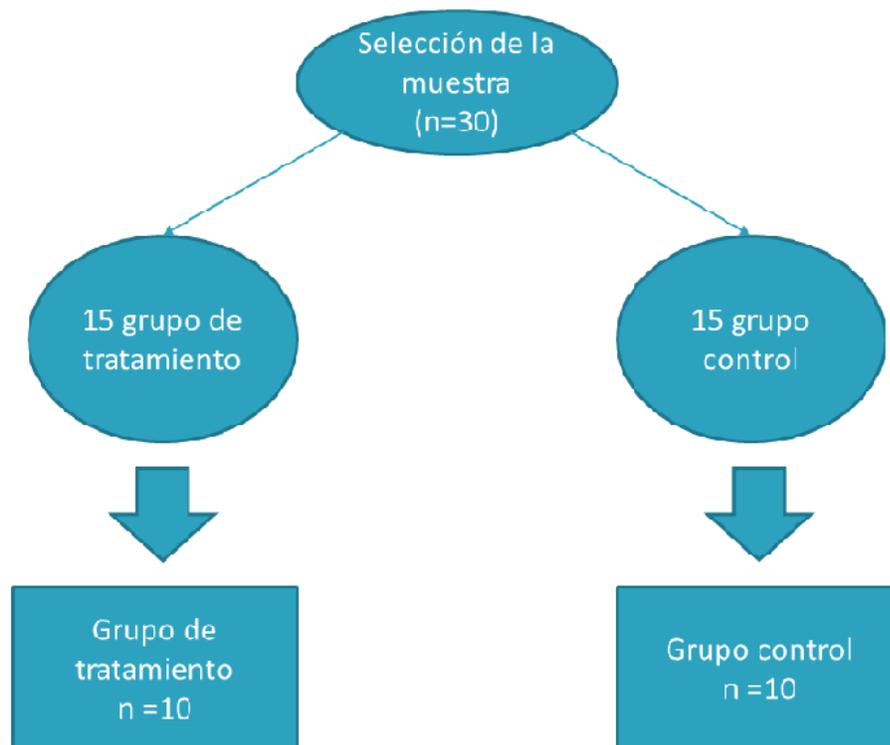
## **Conflictos de interés**

No existen conflictos de interés del tutor-propietario de la clínica en donde fue desarrollado el estudio.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS

El estudio inicialmente estaba conformado por 30 sujetos, los cuales estaban divididos aleatoriamente en grupo control ( $n=15$ ) y grupo de tratamiento ( $n=15$ ). Al comenzar las mediciones de pre-tratamiento, cinco sujetos del grupo control abandonaron la investigación y cinco sujetos del grupo de estudio abandonaron durante el tratamiento, por lo que finalmente, la muestra quedó conformada por 10 sujetos en el grupo de tratamiento al igual que en el grupo control.



## Descripción general de los grupos

El grupo control fue conformado por un  $n = 10$  sujetos. En relación a las evaluaciones iniciales, los datos registrados fueron un peso promedio de 82,19 kg, un área de grasa visceral de 111,12 cm<sup>2</sup>, un porcentaje de grasa de 31,1% y un promedio de circunferencia de cintura de 94,7 cm. En cuanto al grupo de tratamiento el cual fue conformado por un  $n = 10$ , el promedio de peso fue 78,54 kg, un área de grasa visceral de 128,24 cm<sup>2</sup>, un porcentaje de grasa de 37,56 % y un promedio de circunferencia de cintura de 93,1 cm en la primera medición. Ambos grupos contaron con un  $n = 10$  y cumplían nuestros criterios de inclusión por lo que eran potencialmente comparables.

## Pruebas de normalidad

Al interpretar la figura N°1 logramos observar que, con respecto a la prueba de normalidad de la diferencia del porcentaje de grasa, circunferencia de cintura y área de grasa visceral de la medición uno y tres del grupo de tratamiento, existe una significancia  $> 0,05$  por lo que tiende a seguir una distribución normal.

Figura N° 1: Prueba de normalidad grupo de tratamiento.

Pruebas de normalidad						
Tipo_tratamiento: Grupo Tratamiento						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferenciaporcentaje-grasa_m1y3	,241	10	,105	,898	10	,206
Diferenciaprom_circunf_m1y3	,158	10	,200 <sup>*</sup>	,923	10	,383
Diferencia_AGV_m1y3	,145	10	,200 <sup>*</sup>	,962	10	,813

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

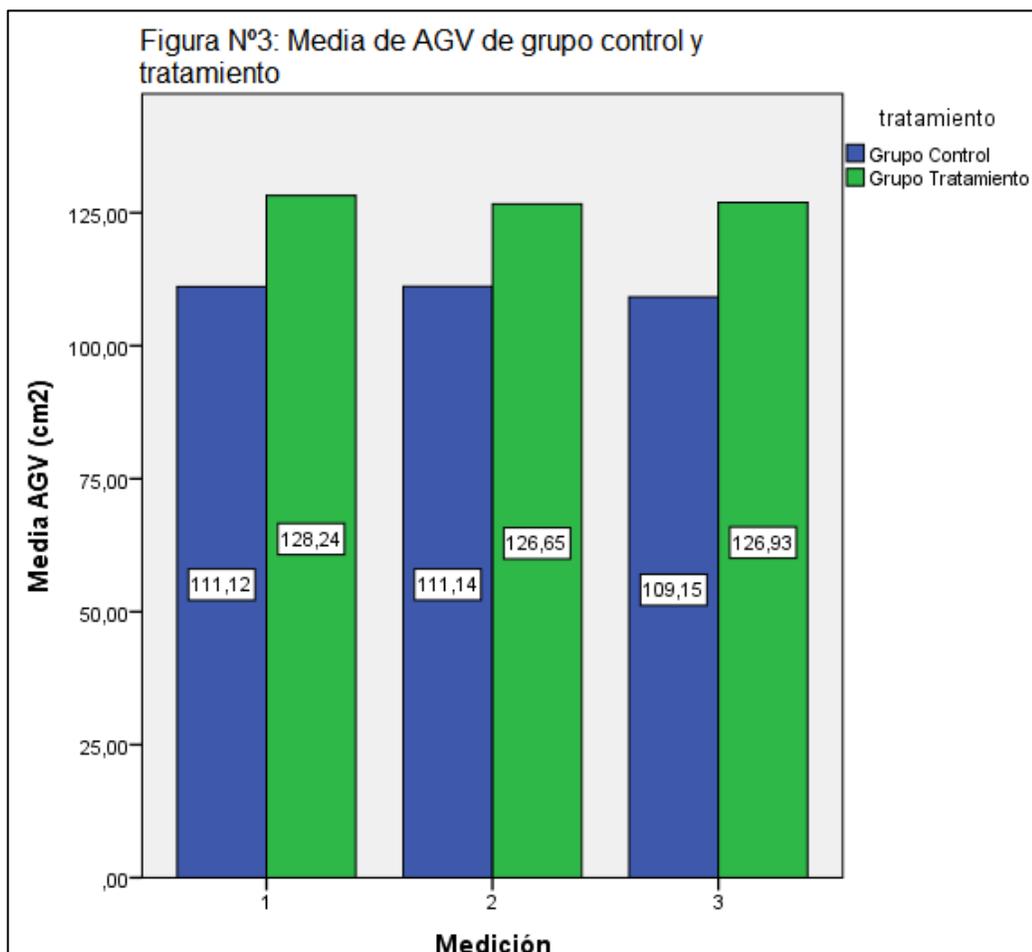
Con respecto a la prueba de muestras relacionadas que se observa en la figura N°2 logramos observar que existe un valor  $<0,05$  con respecto a la medición de la circunferencia de cintura desde la primera a la tercera medición, por lo cual con un 95% de confianza existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, por lo que existe evidencia significativa entre las medias.

Con respecto al porcentaje de grasa y área de grasa visceral, existe un valor  $< 0,05$  por lo que no existe una evidencia significativa, para rechazar la hipótesis nula.

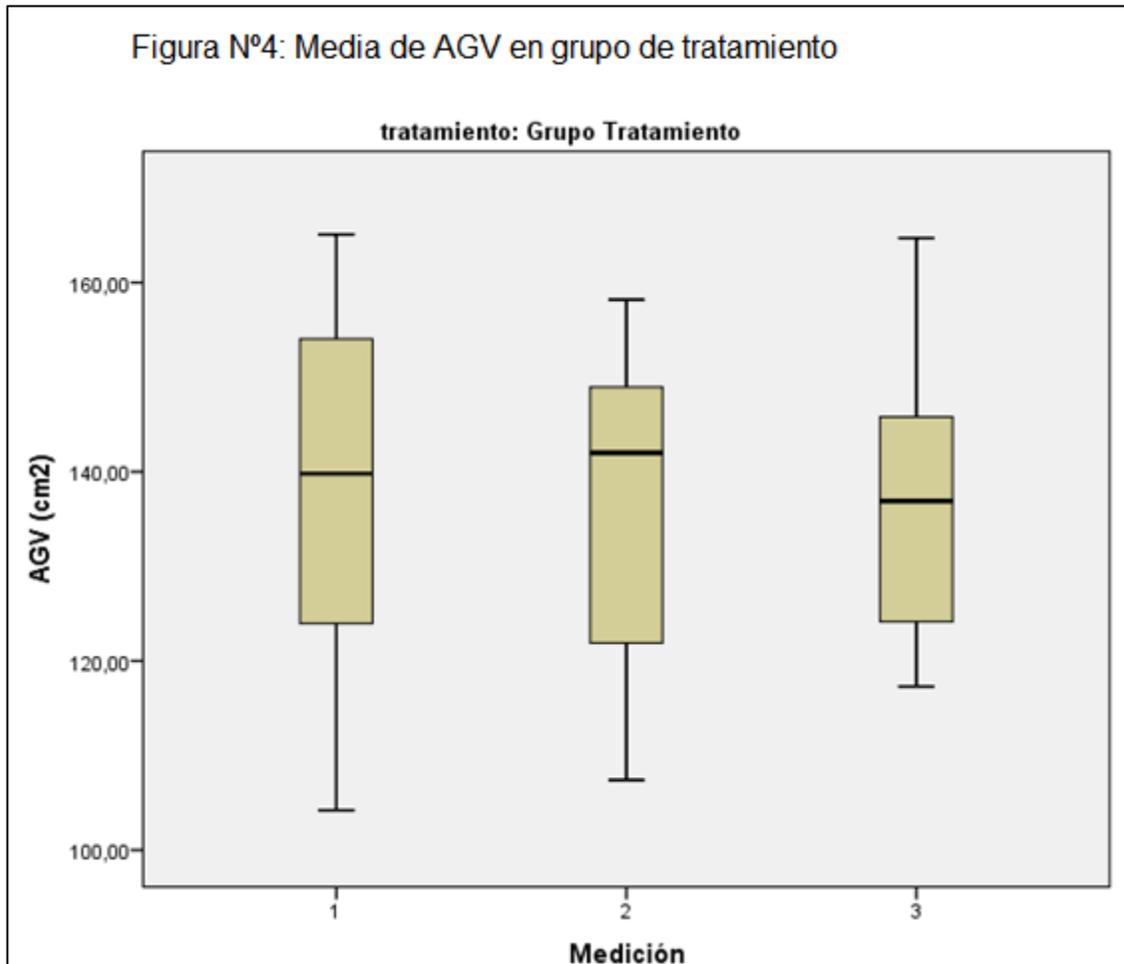
Prueba de muestras relacionadas									
Prueba de muestras relacionadas									
Tipo_tratamiento: Grupo Tratamiento									
		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	% grasa primera medicion - % grasa tercera medicion	,26000	2,94324	,93073	-1,84547	2,36547	,279	9	,786
Par 2	promedio primera medicion - promedio tercera medicion	4,83333	1,56544	,49504	3,71348	5,95319	9,764	9	,000
Par 3	AGV (cm2) primera medicion - AGV (cm2) tercera medicion	1,31000	10,51543	3,32527	-6,21229	8,83229	,394	9	,703

## Media de área de grasa visceral (AGV)

En la figura N°3 se observa la media de AGV en el grupo control y de tratamiento en la primera, segunda y tercera medición. Se aprecia que el grupo de tratamiento posee una media de AGV mayor en comparación al grupo control durante las tres mediciones. También se logra ver que el AGV en el grupo control disminuye de 111,12 cm<sup>2</sup> a 109,15 cm<sup>2</sup> y en el grupo de tratamiento ocurre una disminución de 128,24 cm<sup>2</sup> a 126,93 cm<sup>2</sup> desde la primera a quinta sesión. Se logra apreciar una disminución de ambos grupos, la cual es 1,97 cm<sup>2</sup> del grupo control y 1,31 cm<sup>2</sup> del grupo de tratamiento.

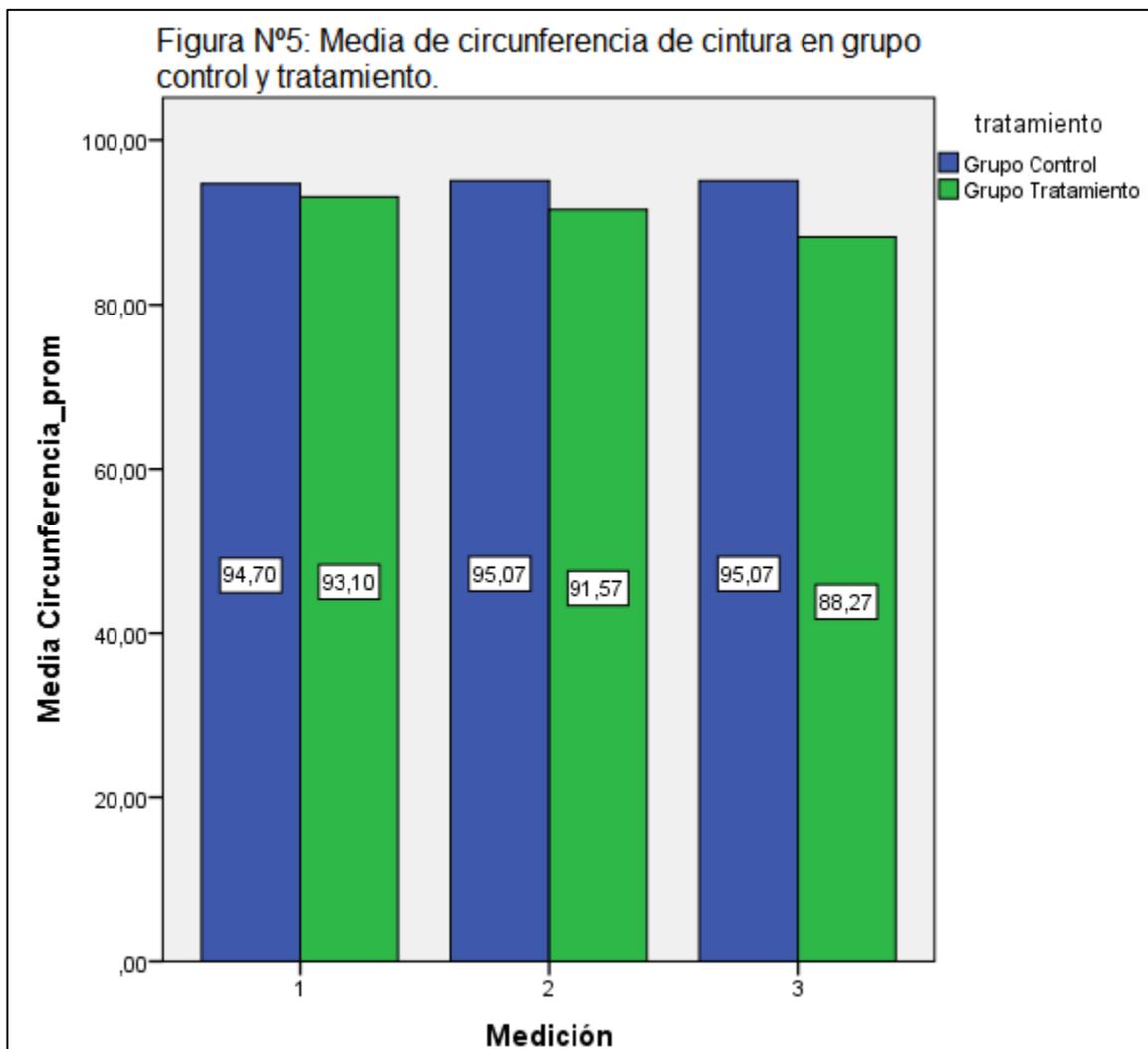


Con respecto al grupo de tratamiento, no existen cambios significativos en la media de área de grasa visceral desde la primera a la tercera medición, el cual se logra apreciar en la figura N°4.

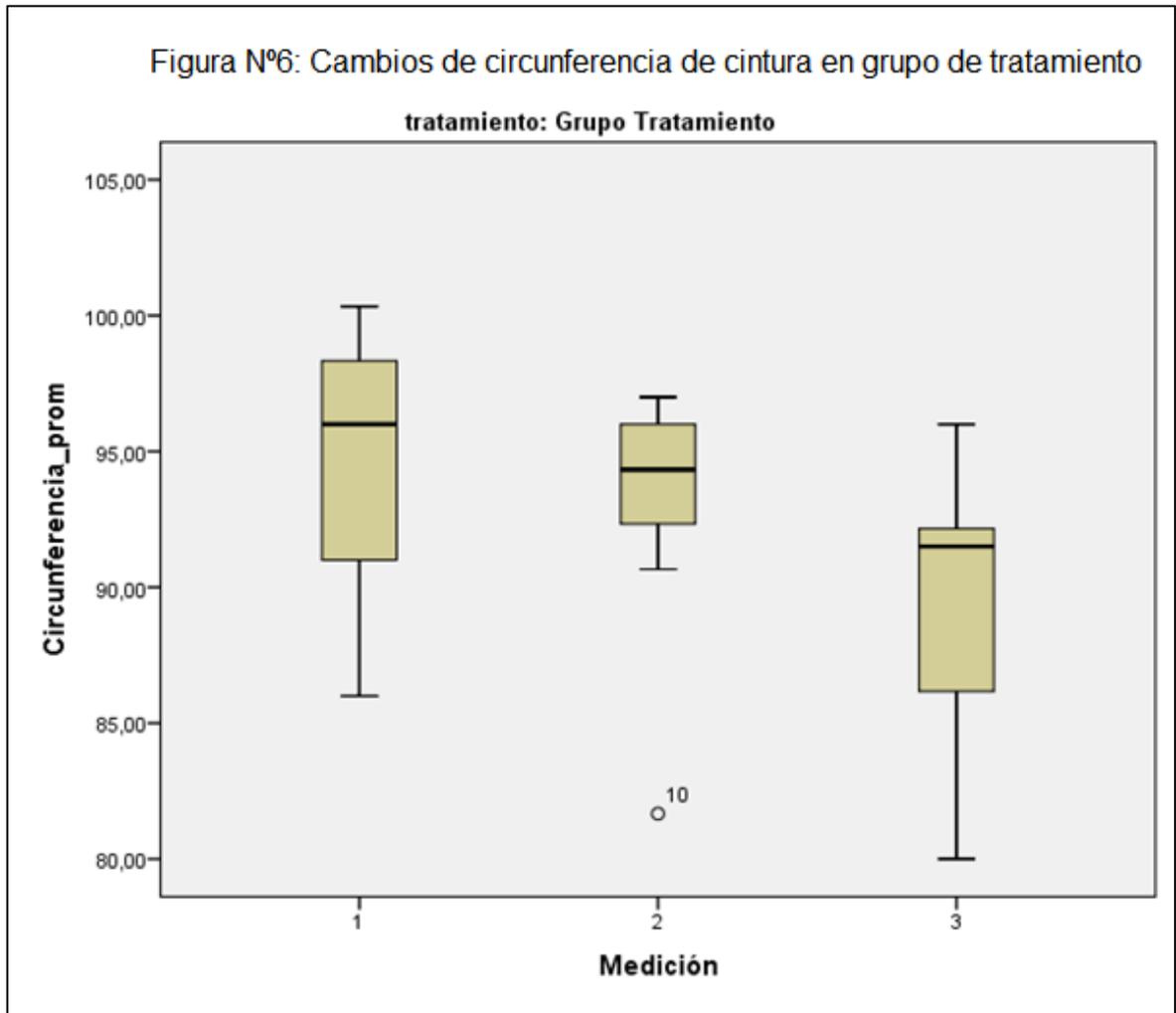


### Media de la circunferencia de cintura.

En la figura N°5 se puede apreciar que el grupo control aumentó su circunferencia de cintura de 94,7 a 95,07 cm, lo cual es una diferencia de 0,37 cm del promedio de la circunferencia de cintura, mientras que el grupo de tratamiento tuvo una disminución de 4.83 cm del promedio desde la primera a la tercera medición. En el cual hubo una disminución de 93,1 cm a 88,27 cm en el promedio de la primera a tercera sesión respectivamente.

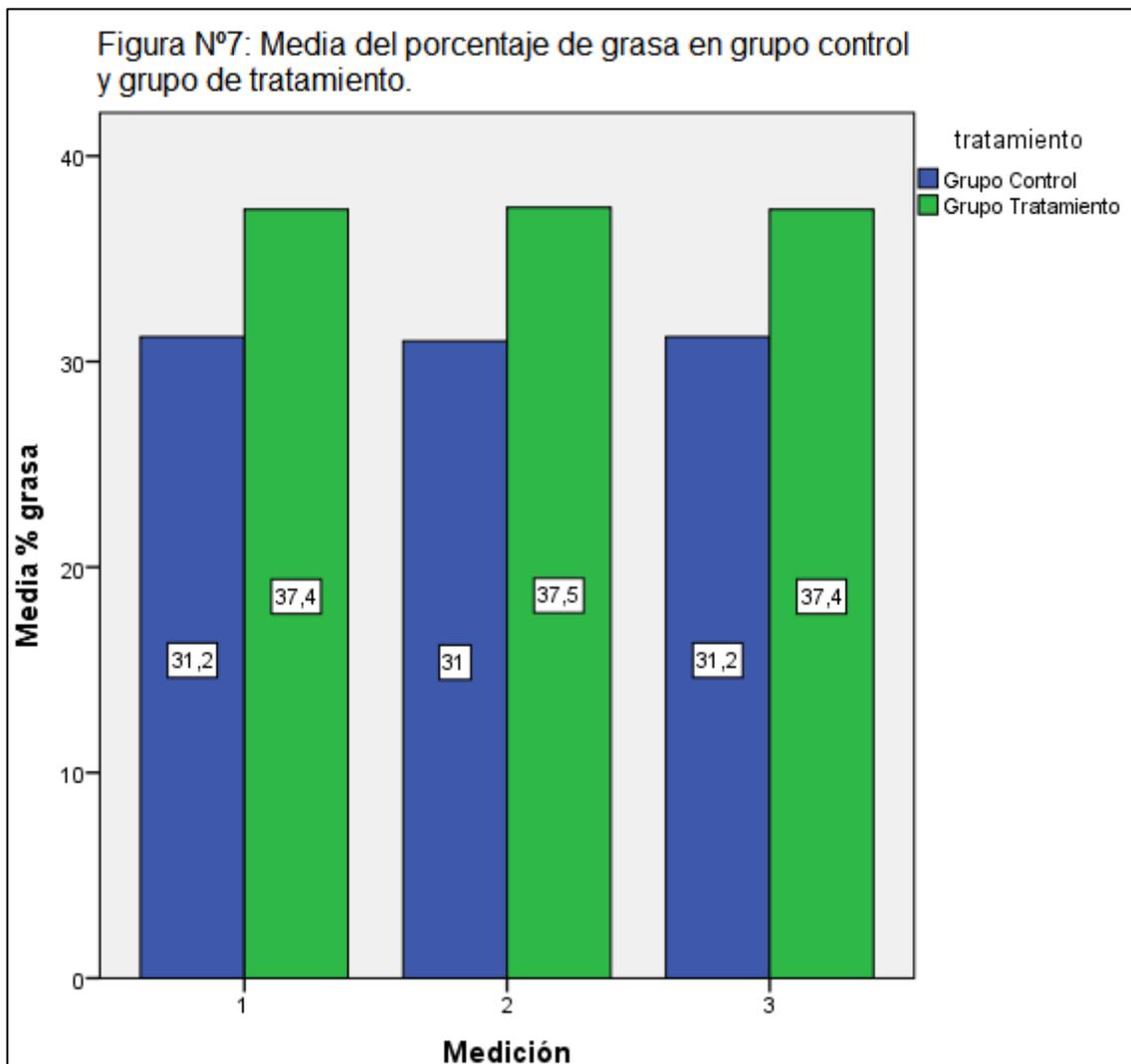


Al relacionar los cambios ocurridos en el grupo de tratamiento, se logra evidenciar un cambio significativo desde la primera a la tercera medición el cual se logra ver en la figura N°6.

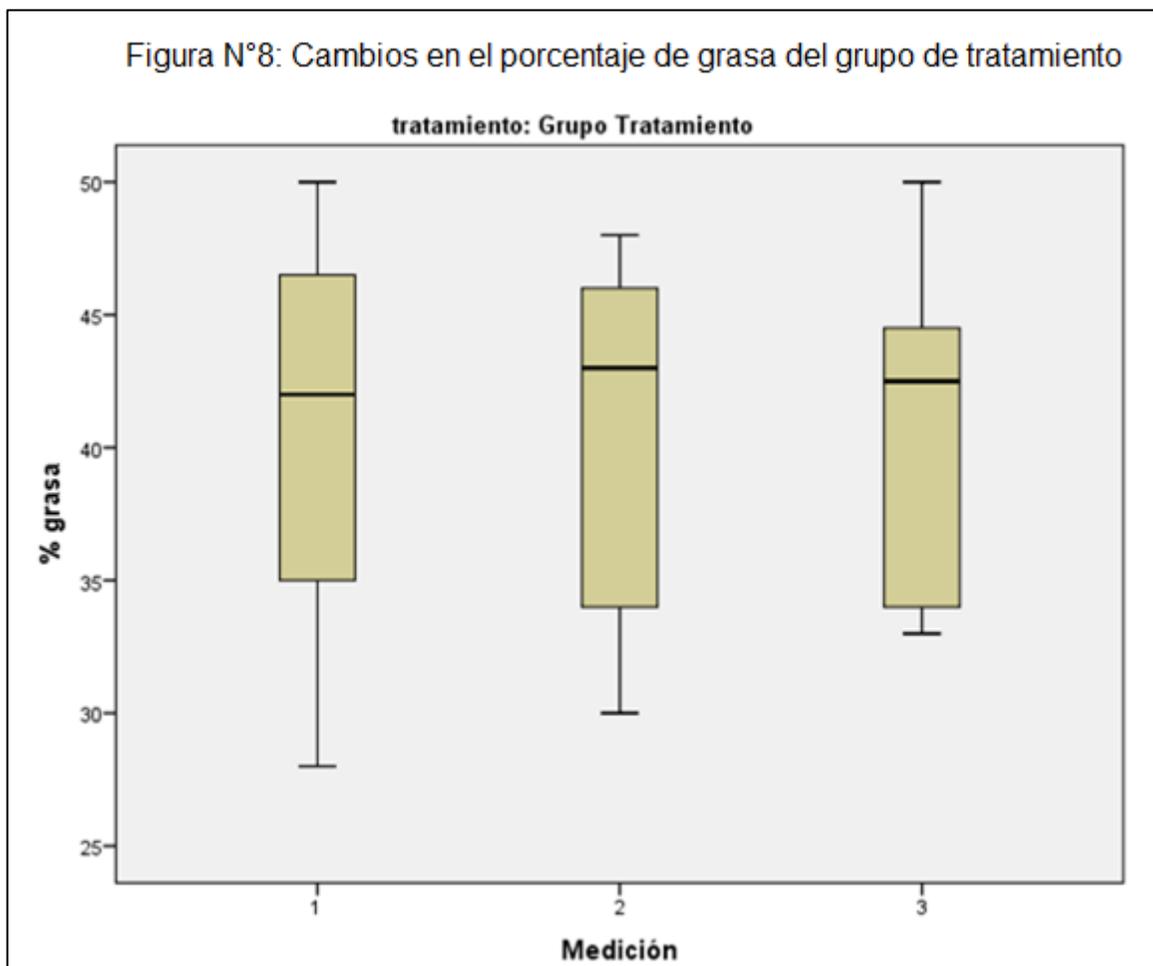


### Media de porcentaje de grasa.

La figura N°7 hace referencia a la media del porcentaje de grasa del grupo de tratamiento, siendo esta mayor en comparación al grupo control. Desde la primera a la tercera medición, no se evidenciaron mayores cambios en el porcentaje de grasa tanto en el grupo control como en el de tratamiento.

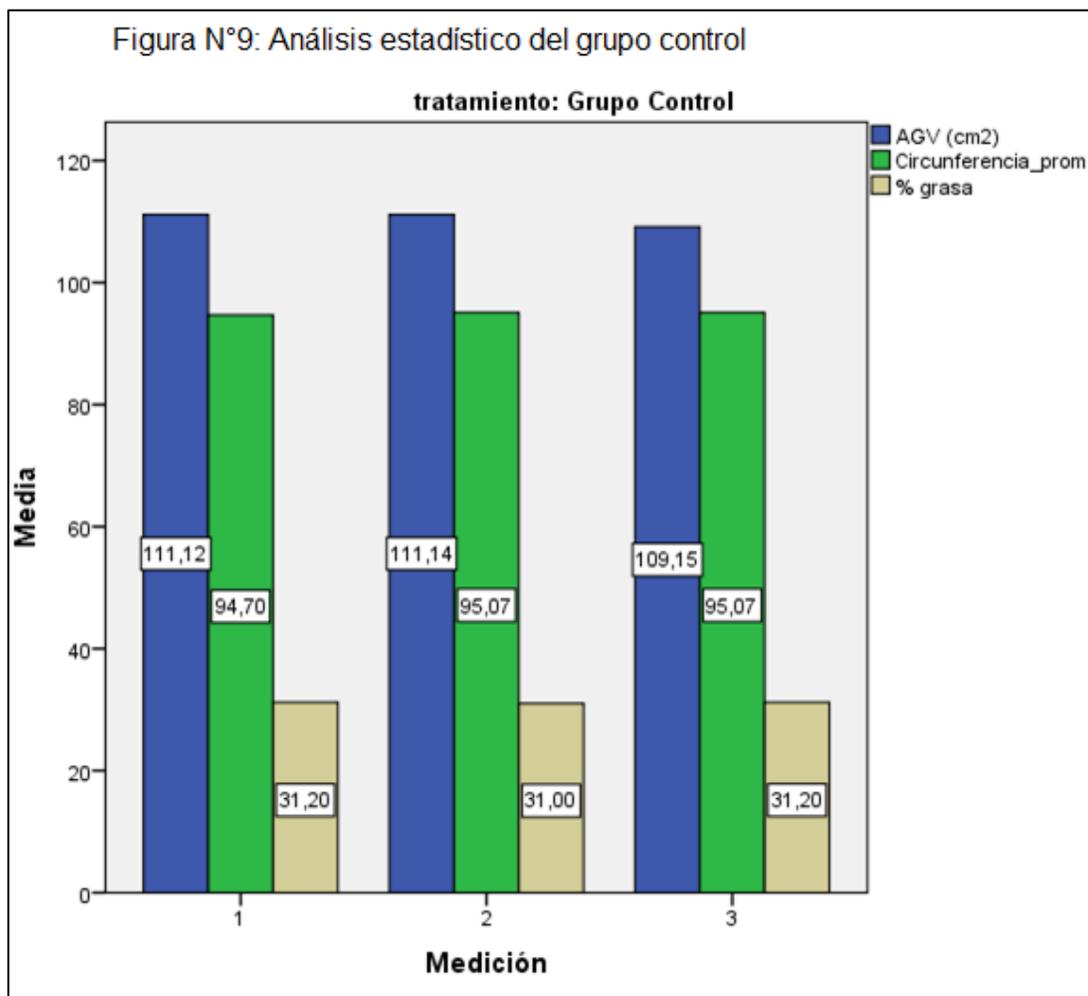


Con respecto a los cambios ocurridos en el grupo de tratamiento, no existen cambios significativos en el porcentaje de grasa corporal desde la primera a la tercera medición, el cual se logra evidenciar en la figura N°8.



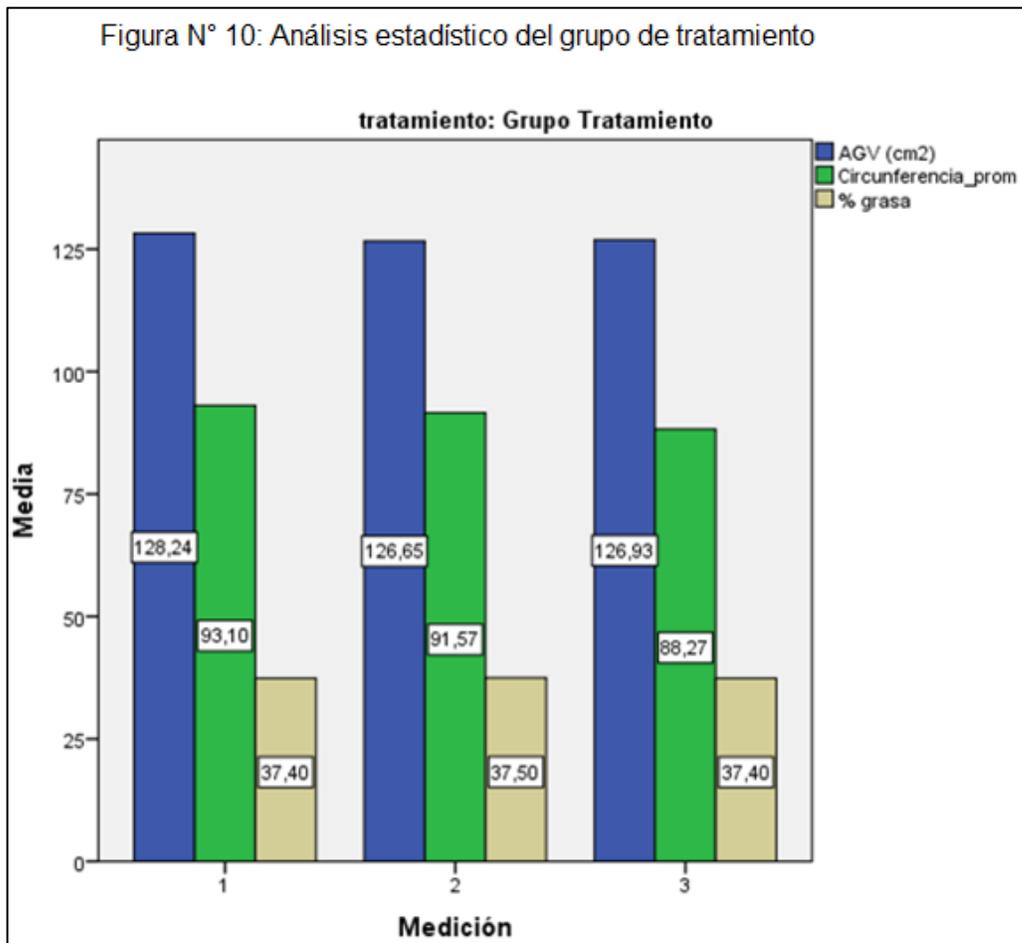
### Análisis estadístico del grupo control en la primera, segunda y tercera medición.

El análisis del grupo (Figura N°9) control arroja un n=10. En la primera medición la media fue de 31,2% para el porcentaje de grasa donde no hubo cambios al finalizar la tercera medición. La media de la circunferencia de cintura en la primera medición fue de 94,7 cm quedando con 95,07 cm al finalizar el tratamiento y por último, un cambio similar sufrió el AGV, disminuyendo de 111,12 a 109,15 cm<sup>2</sup> al realizar la tercera medición, la cual finalmente tuvo un descenso de 1,97 cm<sup>2</sup>.



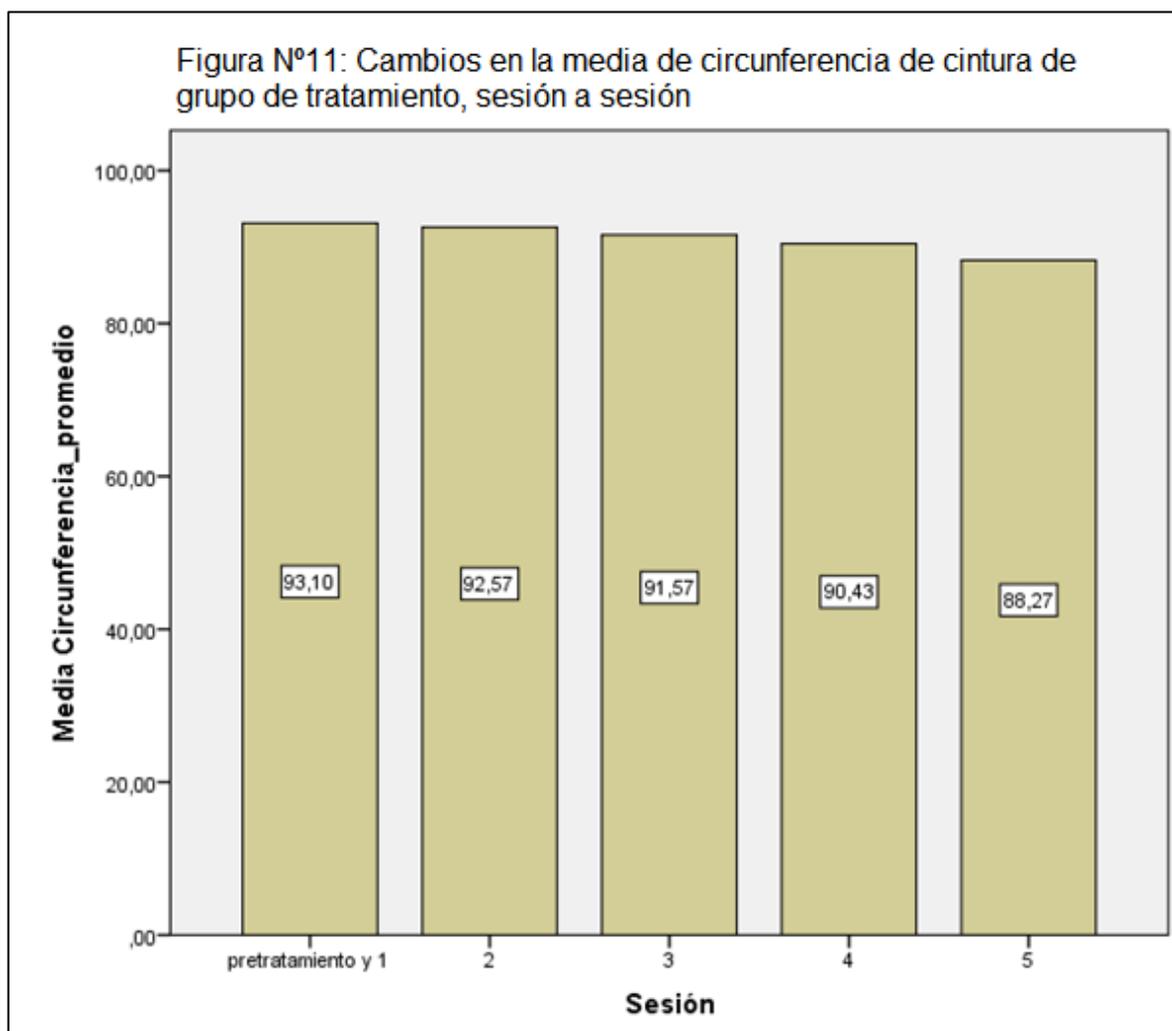
## Análisis estadístico del grupo de tratamiento en la primera, segunda y tercera medición

Al analizar los datos del grupo de tratamiento (Figura N°10), se evidencio que no existieron cambios significativos con respecto al porcentaje de grasa desde la primera a quinta sesión, quedando de igual manera en una media de 37,4%. Con respecto al AGV, presentó una disminución de 128.24 cm<sup>2</sup> a 126.93 cm<sup>2</sup> desde la primera a la quinta sesión. El análisis de la circunferencia de cintura fue el con mayores cambios, con una disminución de 4.83 cm desde la primera a quinta sesión, logrando un cambio de 93,1 cm a 88,27 cm.



### Cambios en la media de la circunferencia de cintura en el grupo de tratamiento.

En la figura N°11 se identificaron los cambios ocurridos sesión a sesión en el grupo de tratamiento. Con lo cual se puede apreciar una disminución de la circunferencia de cintura desde 93,1 a 88,27 cm, dando una diferencia de 4,83 cm desde el inicio hasta finalizado el tratamiento.



## **CAPÍTULO 5**

### **DISCUSIÓN**

#### **Número de sujetos intervenidos**

Al realizar una comparación en el número de sujetos intervenidos en distintos estudios que utilizan la terapia láser, podemos señalar que estudios como el de Munhoz et al (2015) utilizan un  $n=40$  y el estudio de Thornfeldt et al (2016) un  $n=54$ , sus muestras fueron evidentemente mayores que en nuestro estudio, ya que nuestro grupo de tratamiento fue con un  $n=10$ , pero aun así, se pudieron evidenciar cambios corporales, pero se sugiere que para próximas investigaciones se utilice un  $n$  mayor para seguir comparando resultados con esta técnica.

#### **Número de sesiones**

El estudio contó con cinco sesiones, realizadas durante tres semanas, intentando de esta manera determinar el impacto de la terapia láser como único tratamiento en la disminución de la circunferencia de cintura y porcentaje de grasa a corto plazo. Sin embargo, existen otras investigaciones sobre terapia láser similares a nuestro diseño que han realizado 10 intervenciones o más. Algunas investigaciones han realizado intervenciones de 3 a 6 semanas de duración (Savoia et al, 2013; Munhoz et al, 2015). Se sugiere realizar intervenciones más prolongadas que analicen las variables de nuestro estudio en el tiempo.

## **Parámetros y dosis empleados en tratamiento.**

No existe un consenso internacional de los parámetros más efectivos de terapia láser para la disminución de las medidas antropométricas. Diversos estudios implementan esta tecnología con distintos parámetros de baja intensidad, de los cuales podemos destacar un rango útil de emisión que va entre los 635 nm y los 980 nm como máximo (Aquino et al., 2015; Sene-Fiorese et al., 2015; Munhoz et al., 2015; Trelles et al., 2013; Savoia et al., 2013).

El equipo que se utilizó tenía rangos de intensidad de 60 a 130 mili watts, la intensidad utilizada fue de 90 mili watts ya que fue el valor mejor tolerado en los test ejecución del estudio. Logramos comprobar que sobre este parámetro los sujetos presentaban molestias en la zona aplicada por el aumento de la temperatura. No hay parámetros establecidos en la literatura sobre una intensidad que certifique la disminución del tejido adiposo y las medidas antropométricas (Jackson R et al., 2009; Thornfeldt et al., 2016; Caruso et al., 2010), por lo anterior, se sugiere diseñar una metodología que permita evaluar estas variables.

## **Diferencias en las mediciones de circunferencia de cintura.**

La disminución de la circunferencia de cintura con uso de terapia láser, es uno de los factores más estudiados (Centurión et al., 2011). Durante la investigación se pudo ver cambios significativos en esta variable, donde evidenciamos una disminución de 4.83 cm en el promedio comparando desde el inicio al término del tratamiento. Esto era de esperar ya que el tratamiento de lipoláser ya sea de forma independiente o en conjunto con ejercicio aeróbico ha demostrado tener un buen resultado en la disminución de las medidas antropométricas, como se pudo ver en el estudio de Sene-Fiorese et al (2015)

donde al realizar ejercicio aeróbico junto con el tratamiento de lipoláser los cambios de circunferencia fueron aún mayores.

### **Diferencias en peso.**

Al realizar una comparación entre este estudio y estudios como el de Sene-Fiorese et al (2015) podemos deducir que no existen cambios significativos en el peso corporal (kg) e IMC entre grupo control y grupo de tratamiento. Se ha evidenciado en diferentes estudios (Aquino et al., 2013) que la terapia láser no provoca un cambio en el peso corporal en las personas tratadas bajo esta modalidad de forma aislada.

### **Low Level Laser Therapy (LLLT) como terapia aislada.**

Al comenzar las investigaciones sobre el tratamiento de lipoláser, se pudo evidenciar que el tratamiento generalmente era acompañado de dieta o ejercicio de distintos tipos para provocar cambios a nivel corporal, específicamente en la disminución de grasa o en la disminución de centímetros de algún perímetro corporal. Este estudio se enfocó al igual que Thornfeldt et al (2016) en la zona abdominal, donde solo se aplicó terapia láser sin complementarlo con otra disciplina. Por los resultados adquiridos en el estudio y comparándolos con otros, se muestra que la terapia es eficaz para la disminución de perímetros corporales, específicamente abdominal en la circunferencia de cintura, pero en el estudio de Aquino et al (2013) que combinó la terapia láser con entrenamiento de 90 minutos diarios de natación se vio una disminución mayor que en el grupo que solo realizó terapia láser.

De esta forma queda claro que es mayor la efectividad de esta terapia al ser complementada con otro tipo de tratamiento como por ejemplo el ejercicio aeróbico (Moro et al.,2014), ya que finalmente no se logra demostrar que el uso de lipolaser como única terapia contribuye de forma beneficiosa a cada sujeto, no solo en la disminución de la circunferencia de cintura, sino que también para disminuir el porcentaje de grasa y el área de grasa visceral, ya que finalmente, este último podría traer complicaciones para la salud por el riesgo de desórdenes metabólicos.

### **Área de grasa visceral (AGV).**

Gracias a los resultados obtenidos en relación a la disminución en el AGV se evidencio que no hay una disminución representativa de esta variable, ya que el grupo de tratamiento disminuyó 1.31 cm<sup>2</sup> al finalizar el tratamiento en la quinta sesión. El tratamiento al solo durar 5 sesiones, es considerado relativamente corto si lo llegamos a comparar con otros estudios que pueden llegar a durar 6 semanas con 3 sesiones por semana como en el estudio de Thornfeldt et al (2016), es por esto que nuevamente se piensa que es necesario realizar una nueva investigación por un tiempo más prolongado, para poder evaluar en más detalle esta variable.

### **Porcentaje de grasa.**

No existe evidencia en el uso de terapia láser de baja intensidad como tratamiento aislado en la disminución del porcentaje de grasa. Por el contrario, se ha demostrado que el uso combinado de terapia láser con ejercicio aeróbico de moderada a intensa actividad, contribuye a disminuir el área adipocitaria (Aquino et al., 2015). Esto ocurre en consecuencia de que el uso de lipoláser contribuye a

aumentar la demanda energética del ejercicio realizado, incrementando así la capacidad oxidativa mitocondrial (Mulholland R et al., 2011)

### **Variables desconcertantes**

Al analizar qué factores pueden influir en los datos y resultados de este estudio, y de los cuales, no hubo regulación. Se puede mencionar el peso corporal en kg, la dieta de cada sujeto, si practican algún tipo de ejercicio físico y finalmente el horario al que asisten las sesiones de tratamiento, ya que no es lo mismo ir antes o después de una comida. Todas estas variables recién mencionadas pueden haber inferido en las mediciones periódicas de cada sujeto de tratamiento y no ser regulada por parte de los evaluadores, por lo que pueden haber influido finalmente en los cambios ocurridos en las variables dependientes de este estudio. Se sugiere para futuros estudios tener énfasis en estas variables desconcertantes para obtener resultados más objetivos (Moro et al ,2014; Sene-Fiorese et al, 2015; Thornfeldt et al, 2016)

## **CONCLUSIÓN**

La investigación ha logrado verificar que el uso de terapia láser de bajo nivel es efectivo para disminuir la circunferencia de cintura a corto plazo, aceptando de esta forma la hipótesis 1.

Al no haber cambios estadísticamente significativos en la disminución en el porcentaje de grasa ni área de grasa visceral, al emplearse como único tratamiento el de lipoláser, se rechazan las hipótesis 2 y 3.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arrebola, E., Gómez, C., Fernández, C., Bermejo, L., & Loria, V. (2013). Eficacia de un programa para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad no mórbida en atención primaria y su influencia en la modificación de estilos de vida. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1), 137-141.
- Aquino, A., Sene-Fiorese, M., Castro, C., Duarte, F., Oishi, J., Santos, G. & Parizotto, N. (2015). Can low-level laser therapy when associated to exercise decrease adipocyte area? *Journal of Photochemistry and photobiology b: biology*, 149, 21-26.
- Avci, P., Nyame, T., Gupta, G., Sadasivam, M. & Hamblin, M. (2013). Low-Level laser therapy for fat layer reduction: A comprehensive review. *Laser surgmed*, 45(6), 349-357.
- Baile, J. & González, M. (2011). Comorbilidad psicopatológica en obesidad. *An. Sist. Sanit. Navar*, 34(2), 253-261.
- Bastarrachea, R., Fuenmayor, R., Brajkovich, I. & Comuzzie, A. (2005). Entendiendo las causas de la obesidad a través de la biología celular del adipocito. *Revista venezolana del metabolismo endocrino*, 3(3), 20-29.
- Borba, R., Coelho, M., Borges, P., Corea, J. & González, C. (2008). Medidas de estimación de la estatura aplicadas al índice de masa corporal (IMC) en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores. *Revista chilena de nutrición*, 35(1), 272-279.

- Canales, M. (2007). El láser media potencia y sus aplicaciones en medicina. *Plasticidad y restauración neurológica*, 6(2), 45-54.
- Carnero, M., Alvarez, P., Molares, A., Alvarez, M., Gregorio, O., Arias J., Blanch, M., Villaverde, C. & Pérez, L. (2014). Aplicación de un protocolo de tratamiento de obesidad durante 2 años. *Nutrición Hospitalaria*, 29(2), 300-304.
- Caruso, M., Guillot, T., Podichetty, V., Mashtalir, N., Dhurandhar, N., Dubuisson, O. & Greenway, F. (2010). Efficacy of low-level laser therapy for body contouring and spot fat reduction. *Journal of the International Federation for the Surgery of obesity and metabolic disorders*, 6, 1-8.
- Centurión, P., Cuba, J. & Noriega, A. (2011). Body contouring using laser diode 980-nm (LSDL 980-nm) assisted lipolysis: a safe procedure. *Cirugía plástica Ibero-Latinoamericana*, 37(4), 355-364.
- Cuevas, A. & Reyes, M. (2005). Is there still place for conservative treatment of obesity. *Revista médica chilena*, 133, 713-722.
- Duelo, M., Escribano, E. & Muñoz, F. (2009). Obesidad. *Revista pediatría atención primaria*, 11(2), 239-257.
- Ebbert, J. & Jensen, M. (2013). Fat depots, free fatty acids and dyslipidemia. *Nutrients*. 5, 498-508.
- Goedecke, J. & Micklesfield, L. (2014). The effect of exercise on obesity. Body fat distribution and risk for type 2 diabetes. *Journal of medicine and sport science*, 60, 82-93.

- Jackson, R., Dedo, D., Roche, G., Turok, D. & Maloney, R. (2009) Low. level laser therapy as a non-invasive approach of body contouring: A randomized, controlled study. *Laser in surgery and medicine*, 41, 799-809.
- Jackson, R., Roche, G., Butterwich, K., Dedo, D. & Slattery, K. (2004). Low-level Laser-Assisted Liposuction: a 2004 Clinical study of its effectiveness for enhancing ease of liposuction prosedures and facilitating the recovery process for patients undergoing thigh, hip and stomach contouring. *The American Journal of Cosmetic Surgery*, 21(4), 191-199.
- Jackson, R., Roche, G. & Wisler, K. (2010). Reduction in Cholesterol and Triglyceride Serum Levels Following Low-Level Laser Irradiation: A Noncontrolled, Nonrandomized Pilot Study. *The American Journal of Cosmetic Surgery*, 7(4), 177-184.
- Jalian, H. & Avram, M. (2012). Body Contouring: The Skinny on Noninvasive Fat Removal. *Semin Cutan MedSurg*, 31(1), 121-125.
- Krueger, R., Derno, M., Goers, S., Metzler, B., Nuerberg, G., Martens, K., Pfuhl, R., Nebendahl, C., Zeyner, A., Hammon, H. & Metges, C. (2014). Higher body fatness in intrauterine growth retarded juvenile pigs is associated with lower fat and higher carbohydrate oxidation during ad libitum and restricted feeding. *European Journal of Nutrition*. 53, 583-597.
- Llanos, S., Danilla, S., Cavada, G., Searle, S., Ponce, D., Navarrete, L., Navarrete, S. & Calderon, W. (2007). Postoperative pain in suction assited lipoplasty versus laser lipolisis. Comparative prospective study. *Cirugía plástica Ibero-Latinoamericana*.33(4), 221-232.

- Marín, V., Rodríguez, L., Buscaglione, R., Aguirre, M., Burrows, R., Hodgson, M. & Pizarro, T. (2011). Programa minsal-fonasa para tratamiento de la obesidad infanto-juvenil. *Revista chilena de pediatría*, 82(1), 21-28.
- Martinez, P. & Trelles, M. (2010). Laser and photonics in plastic surgery in spain and latinamerica, historical background, current applications and projects of immediate development. *Cirugía plástica ibero-latinoamericana*, 36(1), 59-78.
- McMillan, N. (2009). Exercise and Fat burning: ¿To eat or not to eat before training? *Revista chilena de nutrición*, 36(1), 72-74.
- Mendías, C., Alonso de Porras, L., Barcia, J., Sánchez, J., Jiménez, E., Lara, A. & Chaín, J. (2008). Bioimpedancia eléctrica: Diferentes métodos de evaluación del estado nutricional en un centro periférico de hemodiálisis. *Sociedad española enfermería de nefrología*, 11(3), 173-177.
- Mordon, S., Wassmer, B., Reynaud, J. & Zemmouri, J. (2008). Mathematical modeling of laser lipolysis. *Biomedical Engineering*, 7, 1-13.
- Moreno, M. (2010). Circunferencia de cintura: Una medición importante y útil de riesgo cardiometabólico. *Revista chilena de cardiología*, 29, 85-57.
- Moro, C., Harant, I., Badin, P., Petarca, F., Guillard, J., Bourlier, V., Langin, D. & De Glisezinski, I. (2014). Influence of lipolysis and fatty acid availability on fuel selection during exercise. *Clin plastic surgery*, 70, 583-591.
- Mulholland, R., Paul, M. & Chalfoun, C. (2011). Noninvasive Body Contouring with Radiofrequency, Ultrasound, Cryolipolysis, and Low-Level Laser Therapy. *Clin Plastic Surg*, 38(1), 503–520

Munhoz, R., Raimunda, A., Landi, D., Aquino, A., Sene-Fiorese, M., Oliveira, F. & Salvador, V. (2015). Low-level laser therapy (LLLT) associated with aerobic plus resistance training to improve inflammatory biomarkers in obese adults. *Laser in Medical Science*, 15, 1759-9.

Neira, R., Jackson, R., Dedo, D., Ortiz, C. & Arroyave, J. (2001). Low.level laser-assisted lipoplasty appearance of fat demonstrated by MRI on abdominal tissue. *The American Journal of Cosmetic Surgery*, 18(3), 133-140.

Pasca, A., Montero, J. & Pasca, L. (2012). Paradoja de la obesidad. *Insuficiencia cardiaca*, 7(2), 67-70.

Peña, M. & Bacallao, J. (2001). La obesidad y sus tendencias en la región. *Revista panamericana de salud pública*, 10(2), 75-78.

Pérez, M., Cabrera, W., Varela, G. & Garaulet, M. (2010). Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, 25(2), 207-223.

Quirantes, A., López, M., Hernández, E. & Pérez, A. (2009). Lifestyle, scientific and technical development and obesity. *Revista cubana de salud pública*. 35(3), 1-8.

Sánchez, A. & Barón, M. (2009). Use of bioelectrical impedance for the prediction of body composition in children and adolescents. *Revista venezolana de nutrición*, 22(2), 105-110.

- Savoia, A., Landi, S., Vannini, F. & Baldi, A. (2013). Low-level laser therapy and vibration therapy for the treatment of localized adiposity and fibrous cellulite. *Dermatolther.* 3(1), 41-52.
- Sene-Fiorese, M., Oliveira, F., De Aquino, A., Munhoz, R., Landi, D., Tock, L. & Salvador, V. (2015). The potential of phototherapy to reduce body fat, insulin resistance and “Metabolic Inflexibility” related to obesity in women undergoing weight loss treatment. *Laser in Surgery and Medicine*, 47, 634-642.
- Serrano, C., Barrera, F., Labbe, P. Liberona, J. Arrese, M., Irarrázaval, P., Tejos, C. & Uribe, S. (2012). Medición volumétrica de grasa visceral abdominal con resonancia magnética y su relación con antropometría. En una población diabética. *Revista médica de Chile*, 140, 1535-1543.
- Serrano, M., Beneit, S., Mesa, S., Cabañaz, D., Gonzalez-Montero, M. & Pacheco, L. (2007). Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. *Revista de nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 27(3), 11-19.
- Stervo, M., Lara, J., Celis, C., Vacca, M., Oggioni, C., Barrezzati, A., Leone, A., Tagliabue, A., Spadafraca, A. & Bertoli, S. (2015). Age-Related Changes in basal substrate oxidation and visceral adiposity and their association with metabolic syndrome. *European journal of nutrition*, 4, 1-13.
- Thornfeldt, C., Thaxton, P., Hornfeldt, C. (2016). a six-week low-level laser therapy protocol is effective for reducing waist, hip, thigh, and upper abdomen circumference. *The journal of clinical and aesthetic dermatology*, 9(6), 31-35.

Trelles, M., Bonand, E., Moreno, J., Alcolea, J., Mordon, S. & Leclere, F. (2013).  
Laser-assisted lipolysis for gynecomastia: Safe and effective skin retraction.  
*Journal of Brazilian college os surgeons*, 40(1), 23-31.



El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de la terapia láser sobre la composición corporal, esperando así, que disminuya el porcentaje de grasa abdominal y perímetro de circunferencia de cintura en todos los pacientes con sobrepeso sometidos al tratamiento.

## 2. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA.

Inicialmente se le asignará un día y hora que le acomode, donde se procederá a archivar sus datos básicos. Dentro de estos están:

- Nombre.
- Rut.
- Talla.
- Peso.
- IMC.
- Circunferencia de cintura

Para lograr objetivar de mejor manera la composición corporal, utilizaremos un equipo de bioimpedancia el que nos dará datos más exactos de su porcentaje de grasa abdominal y área de grasa visceral. El equipo de bioimpedancia no implica un riesgo para la salud, ya que su utilización no es invasiva y no tiene efectos secundarios.

Una vez obtenidos los datos antes mencionados y de que usted apruebe someterse a este tipo de terapia, le entregaremos una calendarización semanal, en la cual estableceremos los horarios y días a la semana para el tratamiento según nuestra disponibilidad y la suya.

La terapia consiste en la utilización de láser de baja intensidad a nivel abdominal como tratamiento, su uso está indicado como método de quemar grasa, por lo tanto el objetivo de este estudio es determinar la movilización de masa grasa y su posible eliminación.

Este tratamiento se realizara 2 veces a la semana con un tiempo de 25 minutos por hora en cada sesión. Se aplicará un total de 5 sesiones, por lo tanto el tiempo estimativo de tratamiento serán aproximadamente 3 semanas.

Las mediciones se realizarán en cada sesión antes y después del tratamiento, para posteriormente verificar, cuantificar y caracterizar la efectividad de la terapia.

Los datos obtenidos en este estudio, son de carácter anónimo, por ende, las mediciones sólo serán utilizadas para el estudio en cuestión. Las mediciones, quedaran en custodia del KIgo. Esteban Fortuny el que le indicara el tiempo que serán guardadas y donde.

Los resultados obtenidos le serán informados, al igual que a su profesional de salud tratante, el que le indicará el curso de acción más adecuado para usted

### 3. BENEFICIOS

Usted no se beneficiará por participar en esta investigación de salud.

Sin embargo, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer más acerca de los efectos del uso de terapia láser sobre la grasa corporal.

### 4. RIESGOS

Con respecto a los riesgos con el tratamiento láser, su utilización no presenta riesgos asociados a la dosificación que se empleara, por lo que no existen efectos secundarios perjudiciales para su salud.

### 5. COSTOS

No hay ningún costo asociado a su participación y cualquier costo instrumental o asociado será financiado por parte de los propios investigadores de este estudio.

### 6. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no será conocido.

#### 7. VOLUNTARIEDAD

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria.

Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse de esta investigación en el momento que lo estime conveniente.

#### 8. PREGUNTAS

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar al Kigo Esteban Fortuny, Investigador Responsable del estudio, al teléfono +569 7669 3950.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad FinisTerra. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: [cec@uft.cl](mailto:cec@uft.cl) del Comité ético Científico, para que el presidente, Dr. Patricio Ventura-Juncá lo derive a la persona más adecuada.

#### 9. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

- Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten y que me puedo retirar de ella en el momento que lo desee.
- Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista.
- Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio u otro que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí.
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.
- Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

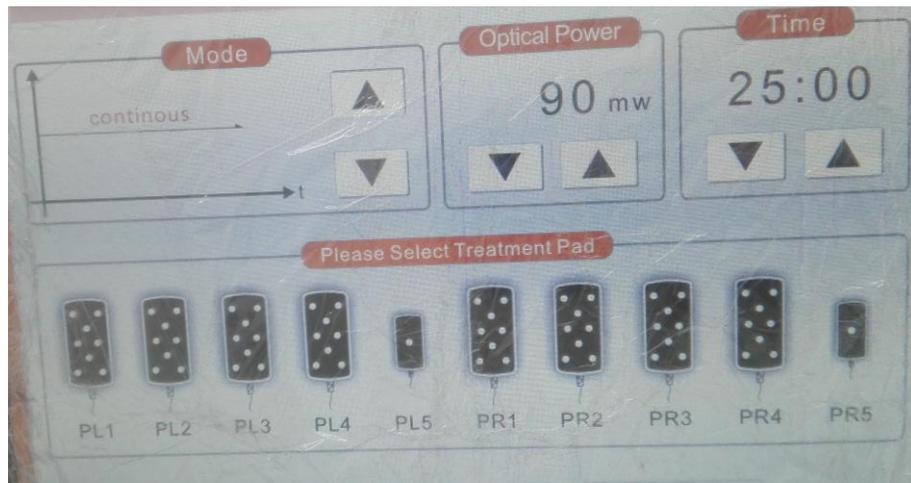
Participante: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Investigador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Investigador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_ de \_\_\_\_\_ del 2016.

**Anexo II:** Fotografía de pantalla de equipo de lipoláser y parámetros de tratamiento de lipoláser



### Anexo III: Equipo de bioimpedancia



## Anexo IV: Grupo control

Grupo control		primera medicion						segunda medicion						tercera medicion									
		peso (kg)	% grasa	IMC	altura	medibajo	circunferencia de cintura (Cm)	AGV (cm2)	peso (KG)	% grasa	IMC	altura	medibajo	circunferencia de cintura (Cm)	AGV (cm2)	peso (kg)	% grasa	IMC	altura	medibajo	circunferencia de cintura (Cm)	AGV (cm2)	
n																							
1	78	29,3	27,6	82	86	84,6666667	105,2	78,2	29,8	27,7	83	85	87	85	106,2	78,4	29,9	28	83	86	87	85,3333333	106,3
2	74,3	27,3	27	93	95	94	90,7	74,3	27,4	27,2	93	96	95	94,6666667	91,3	74,6	27,5	27	94	96	94	94,6666667	91,4
3	78	31,5	29	96	98	100	117,2	78	31,7	29	95	99	102	98,6666667	117,5	77,6	31,7	29	93	97	103	97,6666667	117,1
4	79,1	27,5	28	89	91	90	95,6	79,4	27,8	28,1	91	90	90	90,3333333	95,8	80,2	28,1	28	92	89	92	91	97,7
5	72	43,2	25,8	85	98	100	137,4	72,8	43,6	26,1	86	98	100	94,6666667	137,5	73,5	44,2	26	87	99	101	95,6666667	139,8
6	82,5	28,8	27,6	89	90	91	94,7	83,2	29,2	28,1	90	91	92	91	95,1	83,5	29,3	28	89	92	94	91,6666667	95,4
7	92,3	31,4	29,8	96	99	102	122,1	91,3	29,4	29,8	95	97	100	97,3333333	120,6	90,4	28,7	30	93	95	99	95,6666667	118,5
8	80	29,9	27,68	91	91	93	91,6666667	81,3	30,3	28,1	90	92	94	92	100,8	80,2	29,5	28	89	93	92	91,3333333	99,3
9	87,4	30,6	28,9	98	104	106	120,1	87,6	30,5	28,9	99	105	107	103,6666667	119,5	89	30,5	29	99	105	108	104	122,1
10	98,3	31,5	29,9	96	104	108	128,4	98,1	30,9	29,6	96	105	109	103,3333333	127,1	99,7	32,3	31	97	105	109	103,6666667	103,9
Promedio	82,19	31,1				94,7	111,12		31,06					111,14		31,17							109,15

## Anexo V: Grupo de tratamiento

grupo tratamiento	Primera medición										segunda medición										Tercera medición									
	n	peso (kg)	% grasa	IMC	circunferencia de cintura (Cm)		AGV (cm <sup>2</sup> )	peso (KG)	% grasa	IMC	circunferencia de cintura (Cm)		AGV (cm <sup>2</sup> )	peso (kg)	% grasa	IMC	circunferencia de cintura (Cm)		AGV (cm <sup>2</sup> )	peso (kg)	% grasa	IMC	circunferencia de cintura (Cm)		AGV (cm <sup>2</sup> )					
					alto	medibajo					promedio	alto					medibajo	promedio					alto	medibajo		promedio	alto	medibajo	promedio	
1	90,5	28,4	29	93	96	99	96	104,2	90,1	29,5	29,8	92	93	98	94,33333333	107,4	89,7	32,6	29	90	92	95	92,33333333	121,6						
2	79,1	41,5	29,8	97	101	103	100,33333333	137,6	79,5	42,8	29,9	91	95	104	96,66666667	144,1	78,8	42,9	29	85	95	96	92	143,4						
3	79,1	25,2	27	87	88	88	87,66666667	92,3	79,9	25,4	27,3	88	87	88	87,66666667	90,7	80,6	23,3	28	83	83	84	83,33333333	85,8						
4	82,5	47,2	29,7	90	98	102	96,66666667	158,5	81,2	48,1	29,7	88	98	97	94,33333333	158,2	79,6	49,5	30	86	92	98	92	164,7						
5	74,7	24,5	25,8	83	87	89	86,33333333	85,2	73,7	25,8	25,5	80	83	89	84	84,5	75,3	25,5	26	79	84	88	83,66666667	87,8						
6	66,4	42,2	26,3	85	91	99	96,66666667	133,7	66	43,8	26,1	87	97	98	94	140,8	65,1	43	26	79	89	92	86,66666667	131,6						
7	82,2	33,4	28,4	91	99	98	96	114,2	80,9	33	28	91	98	97	95,33333333	108,9	81	34,8	28	86	93	94	91	117,3						
8	91,5	37,3	29,8	102	100	98	100	142	91,5	34,9	29	99	97	95	97	134,9	91	33,4	29	98	96	94	96	126,7						
9	69	45,5	27	87	93	94	91,33333333	149,6	68,8	42,8	26,9	87	91	94	90,66666667	143,2	68,5	41,8	27	83	87	87	85,66666667	142,2						
10	70,4	50,4	29,9	80	85	93	86	165,1	70,3	47,8	29	75	83	87	81,66666667	153,8	70	46,2	29,9	73	82	85	80	148,2						
Promedio	78,54	37,56					93,1	128,24		37,39					91,56666667	128,65		37,3						88,26666667	126,93					

**Anexo VI:** Cambios sesión a sesión de circunferencia de cintura del grupo de tratamiento

n	pretratamiento y 1ra sesión			2 sesión			3 sesión			4 sesión			5 sesión								
	alto	medio	bajo	Promedio	alto	medio	bajo	Promedio	alto	medio	bajo	Promedio	alto	medio	bajo	Promedio					
1	94	97	100	97	93	96	99	96	92	93	98	94,3333	92	95	97	94,6667	90	92	95	92,3333	
2	89	100	104	97,6667	97	101	103	100,3333	91	95	104	96,6667	87	93	99	93	93	85	95	96	92
3	90	87	88	88,3333	87	88	88	87,6667	88	87	88	87,6667	88	87	87	87,3333	83	83	84	83,3333	92
4	90	98	102	96,6667	91	96	99	95,3333	88	98	97	94,3333	86	95	97	92,6667	86	92	98	92	98
5	83	87	89	86,3333	82	87	91	86,6667	80	83	89	84	81	86	89	85,3333	79	84	88	83,6667	92
6	85	91	96	90,6667	86	92	97	91,6667	87	97	98	94	86	92	89	89	79	89	92	86,6667	91
7	94	99	100	97,6667	91	99	98	96	91	98	97	95,3333	90	97	97	94,6667	86	93	94	91	96
8	102	100	98	100	99	98	96	97,6667	99	97	95	97	100	97	95	97,3333	98	96	94	96	96
9	90	92	98	93,3333	88	92	95	91,6667	87	91	94	90,6667	86	89	93	89,3333	83	87	87	85,6667	92
10	76	84	90	83,3333	76	84	88	82,6667	75	83	87	81,6667	74	83	86	81	73	82	85	80	88
Promedio				93,1				92,5667				91,5667				90,4333					88,2667

5 sesión	5 sesión		
	alto (cm)	medio (cm)	Promedio (cm)
95	97	94,66666667	92,33333333
93	99	93	92
87	87	87,33333333	83