



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE

ESCUELA DE MEDICINA

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTO DEL USO DE ELECTROLIPÓLISIS ABDOMINAL Y/O
ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD Y CORTA DURACIÓN
SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN MUJERES
SEDENTARIAS CON SOBREPESO ENTRE 20 Y 30 AÑOS.**

MARÍA IGNACIA CORVALÁN PACHECO

MANUEL JOSÉ MIRANDA HEVIA

KATHERINE ANDREA RIQUELME PINTO

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo

Profesor guía: Esteban Fortuny P.

Santiago, Chile

2019

Carta de aprobación Tesis de Pre grado 2018

Yo Esteban Fortuny Pacheco, autorizo a los alumnos de kinesiología 5to año a entregar su tesis titulada como " EFECTO DEL USO DE ELECTROLIPÓLISIS ABDOMINAL Y/O ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD Y CORTA DURACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE MUJERES SEDENTARIAS CON SOBREPESO.", el día 11 de enero de 2019, para su posterior revisión y defensa.

Firma Profesor Tutor

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a nuestras familias por todo el apoyo y comprensión a lo largo de todo nuestro proceso universitario y de tesis. A nuestros amigos, por hacer de esta etapa un aprendizaje, crecimiento personal y apoyo incondicional en los diferentes momentos que tuvimos que enfrentar.

Un especial agradecimiento a cada paciente que participó en este proyecto, confiando en nuestras capacidades y siempre con la mejor disposición y compromiso. Por otra parte, agradecer infinitamente a la Clínica Diagnóstica y todo su personal, por brindarnos sus instalaciones y toda la disposición para nuestras necesidades. Además, a AIIA Medical Group, que nos facilitó sus equipos para poder realizar las intervenciones durante los tratamientos.

Por último, a nuestro profesor guía Klgo. Esteban Fortuny Pacheco, por la disposición entregada desde el comienzo de este proyecto y creer en nosotros, confiando en que lograríamos lo propuesto. Por alentarnos cuando no encontrábamos respuestas a nuestros problemas o inconvenientes.

Gracias totales.

María Ignacia Corvalán Pacheco
Katherine Andrea Riquelme Pinto
Manuel José Mirando Hevia

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carta de aprobación Tesis de Pre grado 2018.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	vi
ABSTRACT	ix
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	6
Capítulo 1. TEJIDO ADIPOSO, SOBREPESO Y SEDENTARISMO	6
1.1 Tejido adiposo	6
1.2 Sobrepeso y sedentarismo como factores de riesgo cardiovascular	9
Capítulo 2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	12
2.1 Bioimpedancia (BIA)	12
2.2 Antropometría: Circunferencia de cintura (CC) e índice de cintura cadera (ICC)	15
Capítulo 3. TRATAMIENTOS.....	18
3.1 Entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT)	18
3.2 Estimulación eléctrica subcutánea (Electrolipolisis).....	21
Objetivo General	26
Objetivos Específicos.....	26
Pregunta de investigación	27
Hipótesis de trabajo	27
Hipótesis nula.....	27
MATERIAL Y MÉTODO	28
Diseño de estudio:	28
Universo, tipo de muestreo y tamaño de la muestra:.....	28
Criterios de inclusión y exclusión.....	29
Metodología de la obtención de datos:	30
Variables:.....	33
Operacionalización de las variables:.....	36
Plan de análisis estadístico:.....	37
Relevancia de la investigación:.....	37
RESULTADOS.....	39
Masa corporal	40

Circunferencia de cintura	44
Índice cintura/cadera.....	45
Área grasa visceral	47
Masa grasa corporal	47
Masa músculo esquelético.....	48
Porcentaje grasa corporal.....	48
Masa magra de tronco.....	49
DISCUSIÓN	51
Masa corporal	51
Circunferencia de cintura.....	53
Índice Cintura/Cadera (ICC)	54
Área de Grasa Visceral (AGV).....	55
Masa grasa corporal (kg).....	56
Porcentaje de grasa corporal.....	57
Masa muscular esquelética y masa muscular de tronco.....	58
CONCLUSIÓN	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	73
CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA	73
DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	75
EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA GENERAL Y DE FRECUENCIA	
CARDIACAD.....	81
BIOIMPEDANCIA TIPO	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Figura 1.....	14
Figura 2.....	23
Figura 3.....	29
Figura 4.....	32
Figura 5.....	33
Tabla 1	34
Tabla 2.....	39
Gráfico 1..	41
Gráfico 2..	42
Gráfico 3..	43
Gráfico 4.	44
Gráfico 5..	46
Gráfico 6.	50

RESUMEN

Objetivos: Estudiar los efectos que se obtienen mediante la combinación del uso de electrolipólisis y un entrenamiento de alta intensidad y corta duración, como método de tratamiento, en variables antropométricas y de bioimpedancia sobre la composición corporal de mujeres sedentarias con sobrepeso.

Sujetos: 40 pacientes sedentarias de sexo femenino entre 20-30 años de edad, clasificadas con sobrepeso, las cuales fueron divididas en 4 grupos; control, electrolipólisis, HIIT y combinación de electrolipólisis con HIIT.

Materiales y métodos: Estudio cuantitativo y de alcance correlacional. Con un diseño de carácter analítico, longitudinal, experimental y prospectivo. Se midió al inicio y al final del tratamiento, ya sea Electrolipólisis, HIIT o la combinación de ambos, las variables de masa corporal (kg), circunferencia cintura (CC), índice de cintura/cadera (ICC), área de grasa visceral (AGV), porcentaje de grasa corporal (%GC), masa músculo esquelético (ME), masa grasa muscular (MG) y masa magra de tronco. Los grupos de estudio se aleatorizaron mediante una numeración consecutiva con el programa Randomizer.org, obteniendo 4 grupos de 10 pacientes cada uno, sometidos a 10 sesiones realizadas dos veces por semana; Grupo control (A), Grupo (B) de electrolipólisis, Grupo (C) con entrenamiento de intervalos de alta intensidad y corta duración y Grupo (D) con el uso de electrolipólisis y entrenamiento de intervalos de alta intensidad y corta duración.

Resultados: Se realizó test de ANOVA de dos vías, de medidas repetidas, para las distintas variables. Los resultados para masa corporal, CC e ICC fueron significativos (valor $p < 0,05$) en todos los grupos de intervención. Las demás variables no obtuvieron cambios significativos, por lo que no se realizó el Post Hoc.

Palabras clave: ejercicio aeróbico de intervalos, electrolipólisis, reducción de grasa abdominal, sobrepeso, antropometría, bioimpedancia y composición corporal.

ABSTRACT

Objectives: To study the effects obtained through the combination of the use of electrolipolysis and a high intensity and short duration training, as a treatment method, in anthropometric variables and bioimpedance on the body composition of overweight sedentary women.

Subjects: 40 sedentary female patients between 20-30 years of age, classified as overweight, which were divided into 4 groups; control, electrolipolysis, HIIT and electrolipolysis combination with HIIT.

Materials and methods: Quantitative and correlational scope study. With an analytical, longitudinal, experimental and prospective design. It was measured at the beginning and at the end of the treatment, either Electrolipolysis, HIIT or the combination of both, the variables of body mass (kg), waist circumference (CC), waist / hip index (ICC), area of visceral fat (AVF), percentage of body fat (% BF), skeletal muscle mass (SME), muscle fat mass (MFM) and lean trunk mass. The study groups were randomized by means of a consecutive numbering with the Randomizer.org program, obtaining 4 groups of 10 patients each, submitted to 10 sessions held twice a week; Control group (A), Group (B) of electrolipolysis, Group (C) with interval training of high intensity and short duration and Group (D) with the use of electrolipolysis and interval training of high intensity and short duration.

Results: A two-way ANOVA test was performed, with repeated measures, for the different variables. The results for body mass, CC and ICC were significant (p value <0.05) in all intervention groups. The other variables did not obtain significant changes, so Post Hoc was not performed.

Key words: aerobic interval exercise, electrolipolysis, abdominal fat reduction, overweight, anthropometry, bioimpedance and body composition.

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

MLG	Masa libre de grasa
BIA	Bioimpedancia
TG	Triglicéridos
AGV	Área de grasa visceral
TA	Tejido Adiposo
TAS	Tejido adiposo subcutáneo
TAV	Tejido adiposo visceral
IMC	Índice de masa corporal
CC	Circunferencia de cintura
I.C.C	Índice cintura/cadera
R	Resistencia
Xc	Reactancia
Z	Impedancia corporal
MG	Masa grasa
MM	Masa magra
ACT	Agua corporal total
AEC	Agua extracelular
AIC	Agua intracelular
ISAK	Sociedad Internacional de avances en Kineatropometría
EL	Electrolipólisis
HIIT	Ejercicio de alta intensidad en intervalos
AMPK	Adenosin-monofosfato kinasa
MFGs	Macrofago
AF	Actividad física
RT	Trabajo de resistencia
Seg	Segundos
Min	Minutos
FC	Frecuencia cardiaca

INTRODUCCIÓN

El mal estado nutricional por exceso de las personas con sobrepeso está directamente relacionado con un desbalance energético, donde la ingesta de energía es mayor al gasto energético (Savino P, 2011; Grima A, León M, Ordoñez B, 2005). Se ha establecido que el lugar de depósito y la distribución de la grasa en el cuerpo representa un riesgo diferente, correspondiendo al tejido adiposo abdominal y más específicamente al tejido adiposo perivisceral (mesenterio, omentos) el que se asocia con mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (Moreno M, 2010), junto a otros antecedentes de salud de cada individuo, son hoy en día considerados como factores de riesgo para padecer diversas enfermedades cardiometabólicas (Savino P, 2011; Fernández R, Arranz M, Ortega J & Hernández J, 2011; Pajuelo J et al, 2016). Se estima que para el año 2020, dos tercios de la población mundial se encontrarán afectados por enfermedades no transmisibles y, principalmente, relacionadas con la dieta (Savino P, 2011). Por lo que un estilo de vida sedentario y una dieta aterogénica, son probablemente los factores más relacionados con el aumento del riesgo cardiovascular (Carvajal C, 2015). En cuanto a Chile, la última Encuesta Nacional de Salud realizada en los años 2016-2017, se encontró un 39,8% de sobrepeso (Minsal, 2017) y un 86,7% de sedentarismo en la población adulta (Selman I y Sandoval M, 2017), como lo demuestran también otros estudios en población universitaria (Alarcón M et al, 2015; Guerrero N et al, 2015). En base a lo anterior y al alto riesgo que representa este problema, identificar alternativas de prevención y tratamiento ha adquirido interés público y gran relevancia clínica (Carvajal C, 2015).

Más allá de encontrarnos en una población con evidente sobrepeso, hay que considerar el nivel de inactividad física, ya que tiene gran incidencia en los distintos factores que afectan a la salud. La Organización mundial de la salud (OMS) señala a la inactividad física como el cuarto factor de riesgo más importante de mortalidad en todo el mundo (6% de defunciones a nivel mundial), siendo superada por la presión arterial elevada (13%), el consumo de tabaco (9%)

y la glicemia elevada (6%) (Cristi-Montero, Rodríguez F, 2014). El papel terapéutico del ejercicio puede influir en la prevención, tratamiento y control de enfermedades cardiovasculares y metabólicas a través de diferentes vías, una de ellas se representa sobre su efecto en la grasa abdominal (Kay S, Fiatarone M, 2006), por lo que es considerado una de las herramientas más eficaces (González G, Hernández S, Pozo P y García D, 2011).

Existe una importante relación entre la adiposidad abdominal y síndrome metabólico (Feliciano P et al, 2010; Lizarzaburu J, 2013), el cual tienen una gran relevancia clínica debido a sus diversos factores que lo componen como dislipidemia, hipertensión arterial (HTA), alteración del metabolismo de la glucosa, aterosclerosis (Pajuelo J et al, 2016; Grima A, 2005; González G, 2011). La importancia de este síndrome es su asociación con la enfermedad cardiovascular, una de las alteraciones más graves y de más rápido crecimiento en el mundo desarrollado en los últimos años (Grima A, 2005). Actualmente, la circunferencia de cintura (CC) y la relación de cintura/cadera (ICC), se han transformado en predictores más precisos del riesgo cardiovascular relacionado con la obesidad y han sustituido el IMC en varias definiciones para el diagnóstico clínico de un síndrome metabólico (Ying C, Huxley R, Wildman R y Woodward M, 2008; Acosta E, 2012). Se refleja en que el riesgo de muerte prematura crece de forma lineal al aumento de la circunferencia de la cintura, relacionado con el almacenamiento de grasa alrededor de la zona abdominal (Rosales R, 2012; Moreno M, 2010; Acosta E, 2012). Es por esto que se ha sugerido que la medición de la circunferencia de cintura (CC) es un sustituto del IMC para la valoración de adiposidad abdominal (Pajuelo J et al, 2016; Feliciano P et al, 2010) al ser una herramienta no invasiva y económica, siendo un mejor indicador clínico de riesgo de salud relacionado con la obesidad abdominal (Rosales R, 2012; Pérez S, 2011). Una explicación probable es que la masa muscular se relaciona en parte con los resultados del IMC, mientras que la circunferencia de cintura está relacionada de forma directa con la masa grasa total y abdominal (Fogelholm M et al, 2006; Pajuelo J et al, 2016; Moreno M, 2010). Sin embargo, la medición de CC presenta una problemática con

respecto a los diversos lugares en donde puede ser realizada abarcando diferentes zonas anatómicas, no existiendo un consenso mundial, dejando un vacío en cuanto a la estandarización internacional de puntos de corte para la medición (Feliciano P et al, 2010).

Por otra parte, dado que el sedentarismo y sobrepeso van a acentuar la adiposidad abdominal, se está incorporando el ejercicio físico, aún más el entrenamiento de resistencia, como una herramienta terapéutica no farmacológica, de bajo costo, dando como resultado efectos beneficiosos en la composición corporal induciendo la pérdida de porcentaje de grasa abdominal y así el riesgo cardiovascular (Smith-Ryan A, Trexler E, Wingfield H y Bluea M, 2016; González G, 2011). También existen numerosos análisis transversales que han confirmado una relación inversa entre la actividad física y circunferencia de cintura e índice de cintura cadera y con la masa grasa abdominal (Kay J, 2006).

En relación al entrenamiento aeróbico tradicional, ha sido una de las elecciones habituales para el tratamiento de la obesidad y/o sobrepeso, utilizando intensidades bajas a moderadas, 50-60% del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) y sesiones de entrenamiento con duraciones de 30 a 50 minutos, 3 veces por semana (OMS, 2010). Sin embargo, esta alternativa de ejercicio ha producido reducciones mínimas en masa grasa y peso corporal (Trapp E, Chrisholm D, Freund J y Boutcher S, 2008; Shaw K, Gennat H, O`Rourke P y Del Mar C, 2006). La situación de hoy en día, es que la mayor parte de los adultos no cumplen con las pautas mínimas de actividad física regular considerándose sedentarios, donde un 50,7% de los sujetos refieren no realizar ejercicio por falta de tiempo (Selman I, 2017). Es por esto que se han ido incursionando nuevas alternativas para practicar actividad física (AF) para la población adulta de obesidad/sobrepeso, cambiando la AF de baja/moderada intensidad a una de mayor intensidad y con menor duración (Álvarez C et al, 2012). Este cambio podría ser importante para incrementar los niveles de AF, ya que la falta de tiempo ha sido identificada como una de las principales barreras para la práctica de AF en la población adulta

(Álvarez C et al, 2012; Costigan S et al, 2015). Así, surge el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) como un nuevo método de entrenamiento más eficiente en el tiempo que puede provocar adaptaciones similares a los programas tradicionales sobre el control o la pérdida de peso (Viñuela M et al, 2016; López J y Vicente D, 2018), considerándose un método más ventajoso para contrarrestar los efectos de las enfermedades cardiometabólicas y mejorar la salud (Alarcón M et al, 2016), presentando mayores efectos sobre la masa grasa subcutánea y abdominal (Costigan S et al, 2015). Este entrenamiento implica repetir esfuerzos intensos que duran desde unos pocos segundos hasta varios minutos, separados por periodos cortos de descanso o recuperación (Aguilera R et al, 2015; Molina C et al, 2016; Cofre C, Sánchez P, Zafra E y Espinoza A, 2016; Guiraud T et al, 2012), siendo una alternativa mejor tolerada en personas con sobrepeso y pre diabéticas. Por esto el diseño de programas de ejercicio físico de menor duración puede ser usado como estrategia para incrementar la práctica y adherencia a programas de ejercicio físico en personas con riesgo metabólico, lo cual es una necesidad, considerando los altos niveles de sedentarismo (Alarcón M et al, 2016; Guiraud T et al, 2012; Mangiamarchi P et al, 2017).

Por otro lado, dentro del uso de electroterapia existe como método de tratamiento una técnica llamada Electrolipólisis, la cual estimula el tejido adiposo subcutáneo localizado en determinadas regiones corporales; región abdominal, región trocantérica, entre otros (Billing P, Stumpf T, Martinelli A y Viana, P, 2012). Esta técnica se caracteriza por la aplicación de una corriente eléctrica que actúa a nivel de lípidos acumulados, produciendo su destrucción y favoreciendo su posterior eliminación (Acedo F, Martins M, Oda C y Dos santos F, 2008). Esta acción se produce por la reacción de hormonas ubicadas en la pared celular, que responden a este estímulo eléctrico y como consecuencia estimulan enzimas que actúan al interior de los adipocitos y provocan la hidrólisis de triglicéridos en ácidos grasos libres y glicerol (Ribeiro de Melo N, María de Alburquerque F, Arruda G y Monte S, 2012), logrando una disminución en el tamaño de los adipocitos y además de alterar la forma de las células (Zaragoza et al, 1995). Es por esto que se utiliza la

electrolipólisis para la reducción de grasas localizadas, ya que acelera el metabolismo de las grasas (Ribeiro de Melo, 2012), a través de efectos fisiológicos como un aumento de la temperatura, cambios en la polaridad de la membrana celular, activación de la microcirculación y lipólisis (Yahya M,2014).

Al analizar la información científica publicada, es evidente que existe falta de estudios sobre mecanismos y efectividad de algunas terapias combinadas, como es el caso de electrolipólisis y HIIT, u otras técnicas. Se desconoce su impacto real asociado, aunque en teoría podríamos pensar que deberían mejorar significativamente los cambios en cuanto a disminución de grasa, específicamente abdominal y por consecuencia la disminución del perímetro de cintura, índice cintura/cadera, masa grasa corporal, porcentaje de grasa corporal y mantención o reducción área de grasa visceral. Infelizmente el impacto de estos factores no ha sido publicado, por lo que se quiere analizar en este estudio.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1. TEJIDO ADIPOSO, SOBREPESO Y SEDENTARISMO

1.1 Tejido adiposo

El tejido adiposo (TA) está constituido en un 50% de adipocitos y el resto por constituyentes vasculares, fibroblastos, células endoteliales, pre adipocitos y macrófagos (Marcano Y et al, 2006; Suarez W, Sánchez A, González J, 2017; Pérez M, Cabrera W, Varela G y Garulet M, 2010; Acosta E, 2012; Borges F, 2010). Estos están adaptados para almacenar y liberar ácidos grasos bajo la forma de triglicéridos, por lo que están compuestos de 20% de colesterol y 80% triglicéridos, que a su vez están formados por ácidos grasos y glicerol (Borges F, 2010). En cuanto a la absorción y metabolismo humano, los lípidos más importantes que intervienen son (Hoyos M, 2014):

- Ácidos grasos, pueden ser constituyentes tanto de los triglicéridos, lípidos complejos o pueden hallarse en forma libre, además pueden esterificar el colesterol. Este tipo lípidos son una importante fuente de energía para las células, ya que pueden oxidarse hasta obtener ATP.
- Triacilgliceroles, que son compuestos formados por tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol, de modo que, por hidrólisis se obtiene glicerol y ácidos grasos
- Lípidos de membrana o lípidos complejos tales como los glicerofosfolípidos, los esfingolípidos y el colesterol que determinan las propiedades físicas de las biomembranas

En el cuerpo, se distinguen dos tipos de tejido adiposo, el pardo (TAP) y el blanco (TAB) (Sánchez F, García R, Alarcón F, Cruz M, 2005; Pérez M, 2010; Pérez M, 2007; Marcano Y et al, 2006); el primero, tiene como función principal producir calor para la termorregulación o en relación con la regulación del balance de energía, produciéndose grandes cambios en animales como respuesta al frío

(Sánchez F, 2005). Los ácidos grasos almacenados en el TAP se usan directamente por el tejido en el que están almacenados, aunque también pueden ser movilizados y utilizados en situaciones críticas por otros tejidos (Pérez M, 2010). En el segundo, el TAB encargado del almacenamiento de la grasa y la secreción de citosinas (Sánchez F, 2005; Marcano Y et al, 2006), es donde tiene lugar la función endocrina y se encuentra ampliamente distribuido en el cuerpo, dividido en dos compartimientos: subcutáneo (TAS) y visceral (TAV), los cuales presentan diferencias morfológicas y funcionales que confieren riesgos diferenciados sobre las alteraciones metabólicas y hemodinámicas (Pérez M, 2010). El TAS se localiza entre la dermis y la aponeurosis y fascia de los músculos, incluyendo al tejido mamario, mientras que el TAS se ubica en el interior del tórax, abdomen y pelvis (Acosta E, 2012). Sin embargo, la principal y más importante diferencia existente entre los dos compartimientos de grasa en el TAB, es el drenaje venoso, mientras el tejido adiposo subcutáneo (TAS) tiene su drenaje realizado por la circulación sistémica, el tejido adiposo visceral (TAV) es irrigado por la circulación portal (Marcano Y et al, 2006; Mohsen I, 2010; Almeida E et al, 2018). También existen diferencias regionales en la actividad lipolítica del TA y en la movilización de los ácidos grasos libres (AGL) dentro del mismo, ya que los depósitos de grasa visceral presentan una mayor actividad lipolítica que los del tejido subcutáneo, que se relaciona con los niveles de hormonas reguladoras de la lipólisis, ya que la acción de catecolaminas se encuentra disminuida en la grasa subcutánea y aumentada en la grasa visceral (Marcano Y et al, 2006; Acosta E, 2012). Diversos estudios sugieren que los adipocitos viscerales poseen más receptores beta adrenérgicos, por lo que sufren más lipólisis, al presentar una actividad aumentada de la lipasa sensible a hormonas (Acosta E, 2012). Además, los depósitos subcutáneos de grasa abdominal están ubicados inmediatamente por debajo de la piel regional, correspondiendo al 80% de la grasa corporal total (Marcano Y et al, 2006) y a nivel de miembro inferior los depósitos subcutáneos están principalmente en sitios de acumulación femorales y glúteas (Marcano Y et al, 2006). La grasa visceral está contenida en la parte interna de las cavidades corporales, envolviendo órganos, sobre todo abdominales y está compuesta por la

grasa mesentérica y la grasa de los omentos, estos depósitos representan cerca del 20% del total de la grasa corporal en el hombre y aproximadamente el 6% en mujeres (Marcano Y et al, 2006).

De forma más específica, en el abdomen, la grasa subcutánea puede subdividirse en dos compartimentos distintos; Tejido adiposo subcutáneo superficial (TASS) y Tejido adiposo subcutáneo profundo (TASP) (Pérez M, 2010). El primero es una capa superficial de TA distribuida bajo la piel abdominal, que presenta un grosor relativamente constante en toda la región, dentro de la variación entre los distintos individuos. Esta grasa es compacta y uniforme y está soportada por septos próximos que conectan la dermis con la fascia subcutánea circunferencial (Pérez M, 2010). Mientras que el segundo, es un compartimento tisular adiposo más profundo, localizado bajo la capa superficial anterior y separado de ella por una fascia subcutánea circunferencial que se fusiona con la pared muscular en regiones anatómicas determinadas, como la línea alba anteriormente o las apófisis espinosas posteriormente (Pérez M, 2010). Es la más susceptible de aumentar en grosor en casos de obesidad, principalmente en las regiones periumbilical, paralumbar, glútea y caderas (Pérez M, 2010). La reducción de estas adiposidades podría desempeñar un papel importante en la prevención de enfermedades como la dislipidemia, la mejora de la sensibilidad a la insulina, y la reducción de la presión arterial. (Sanguankeo A et al, 2017). A su vez, la cuantificación de la grasa visceral tendrá gran relevancia como factor predictor de riesgo cardiometabólico elevado (Almeida E et al, 2018).

El crecimiento del TA comprende el incremento del tamaño individual de las células y la formación de nuevas células adiposas, siendo la base para la clasificación de obesidad por hipertrofia e hiperplasia respectivamente (Marcano Y et al, 2006; Suárez W, 2017; Borges F, 2010). Asociada a un desequilibrio entre la ingesta calórica y su utilización, ya que tiene la capacidad de acumular grasa cuando el aporte energético es excesivo en relación al consumo energético, y los ácidos grasos sintetizados por el hígado son esterificados y almacenados como triacilgliceroles en el tejido adiposo (lipogénesis) y el proceso contrario al anterior,

sucede cuando el consumo energético sobrepasa la ingesta calórica y los adipocitos liberan su contenido para compensar la deficiencia y proporcionar el combustible metabólico necesario (lipólisis) (Marcano Y et al, 2006; Hoyos M, Rosales V, 2014). El cuerpo humano acumula grasa bajo dos formatos: ginecoide, más común entre mujeres, consiste en la acumulación de grasa periférica y femoroglutea (cuerpo en forma de pera), y androide que la concentran en la cintura y abdomen (cuerpo en forma de manzana) dada frecuentemente en hombres (Marcano Y et al, 2006; Rosales R, 2012).

Dentro de las funciones del tejido adiposo se encuentran; aislamiento térmico (Borges F, 2010; Sánchez J, Romero C, Muñoz L y Rivera R, 2016), almacenamiento de energía (Santa María M, 2013; Sánchez J, 2016), protección de los órganos vitales, (Guirro E y Guirro R, 2004), transporte de vitaminas liposolubles, depósito de agua una vez que la grasa es metabolizada (Guirro E, 2004), función endocrina (Santa María M, 2013; Marcano Y et al, 2006; Reyes M, 2012; Sánchez J, 2016), regulación del peso corporal: a través de la leptina y adiponectina (Guirro E, 2004), Sistema inmune: factor de necrosis tumoral alfa, interleuquina 1 y 6 (Guirro E, 2004; Sánchez F, García R, Alarcón F y Cruz M, 2005) y función vascular: angiotensina e inhibidor del activador del plasminógeno tipo 1 (Guirro E, 2004).

1.2 Sobrepeso y sedentarismo como factores de riesgo cardiovascular

Con respecto al estado nutricional de la población adulta, la prevalencia de sobrepeso corresponde al 39,8% (MINSAL, 2017). Si comparamos el porcentaje de sobrepeso del 2003 de 37,8% y del 2010 de 39,3% (Atalah E, 2012), podemos darnos cuenta que dichas cifras van en aumento con el paso de los años. Según el Índice de masa corporal (IMC) los puntos de cortes para la clasificación sobrepeso de un individuo adulto (> 18 años) independientemente de su sexo, es de un rango de 25 - 29,9 kg/m², asociado a un incremento en el riesgo de comorbilidades (Rosales R, 2012; Moreno M, 2012). Si bien este índice ha sido utilizado por su simplicidad de cálculo e interpretación para caracterizar el estado

nutricional de grandes grupos de población, ha sido criticado ya que no permite distinguir entre masa magra y masa grasa, además de no determinar la distribución de la adiposidad (Rosales R, 2012; Pelt et al, 2012, Ojeda R y Cresp M, 2011; Moreno M, 2012). Esto es de gran importancia ya que la grasa abdominal, ubicada en la zona superior del cuerpo, está relacionada con hipertensión arterial, diabetes y dislipidemia como factores de riesgo (Moreno M, 2010; Curilem C, 2016; Rosales R, 2012; Ojeda R, 2011; Acosta E, 2012). Como indicador de adiposidad abdominal, se ha estado utilizando la circunferencia de cintura (CC), el cual se asocia a los riesgos de comorbilidades según sexo y perímetro (cm), destacando un valor 80-88 cm en mujeres y de 94-102 cm en hombres para categorizarlos como sobrepeso con un riesgo moderado de comorbilidad (Rosales R, 2012; Ojeda R, 2011; Moreno M, 2012). Estos riesgos incrementados están relacionados y definidos como factores de riesgo cardiovascular, ya que son características biológicas o conductuales que van aumentar la probabilidad de padecer una enfermedad cardiovascular (ECV) o de mortalidad por esa causa (Martínez M et al, 2012). Estas enfermedades suponen un problema de salud pública de primer orden ya que, en el mundo, 16,7 millones de muertes se asocian a ellas y 5 de las 10 principales amenazas mundiales para la salud están relacionadas con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares: la HTA, el tabaquismo, el consumo de alcohol, hipercolesterolemia, la obesidad y el sobrepeso (Grima A, 2005). A partir de cambios en el estilo de vida de las personas, podemos interferir en estos factores de riesgo cardiovascular modificables como el sedentarismo, ya que los no modificables corresponden a edad, sexo y antecedentes familiares (Vega J, Guimará M y Vega A, 2011).

Actualmente la sociedad presenta menos motivación para realizar ejercicio a diario, lo que se relacionan a la falta de tiempo libre (Selman I, 2017). Según los resultados de la Encuesta Nacional de actividad Física y Deporte 2016, un 50,7% de las personas no realizan ejercicio por falta de tiempo y según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017 el 86,7% de la población se considera sedentaria (Selman I, 2017). Esta conducta ha decrecido en un 1,9% con respecto a los años anteriores, sin embargo, sigue siendo mayor en mujeres con un 90%

contra un 83,3% en hombres (Selman I, 2017), considerando que el género femenino predomina en esta variable en comparación al género masculino (Selman I, 2017; Guerrero N et al, 2015). En el 2010 la Organización mundial de salud, en su Informe sobre la situación de las enfermedades no transmisibles, estima que 3,2 millones de personas mueren cada año debido a la falta de actividad física, lo que constituye el cuarto factor de riesgo de muerte en todo el mundo (Guerrero N et al, 2015). Esta misma organización estima que los estilos de vida sedentarios son una de las 10 causas fundamentales de mortalidad y discapacidad en el mundo (Guerrero N et al, 2015).

Capítulo 2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN.

2.1 Bioimpedancia (BIA)

La impedancia bioeléctrica o bioimpedancia eléctrica es una técnica que se usa para medir la composición corporal que tiene un organismo, basándose en la capacidad de éste para conducir una corriente eléctrica (Rodón A, Vallejo F, García M, 2014). Gracias al análisis de la composición corporal, podemos conocer los distintos componentes del cuerpo humano, lo cual nos puede ayudar a conocer el estado nutricional y de hidratación de las personas (Quezada L, León C, Betancourt J y Nicolau E, 2016; Sánchez-Iglesias A, Fernández-Lucas M & Teruel J, 2012), ya que nos permite medir diferentes parámetros biológicos: agua corporal total (ACT), agua intra y extra celular, la composición corporal (masa libre de grasa (MLG); masa grasa (MG), índice de masa corporal (IMC) y metabolismo basal (MB) entre otros). Esto nos permite conocer la existencia de un exceso o déficit, aumentando los efectos de posibles riesgos de algunas enfermedades (Alvero-Cruz J, 2011; Quesada L, 2016; Gallardo I, Arreguín T y Bernal K, 2012). Ha ganado popularidad en cuanto a la evaluación y el monitoreo del estado nutricional, siendo un método económico, seguro, no invasivo y rápido que requiere de una mínima experiencia del operador. Sin embargo, a pesar de que se encuentra ampliamente difundida, no siempre se cuenta con los equipos necesarios (Gallardo I, 2012; Quesada L, 2016).

Esta evaluación se basa en la aplicación de una corriente alterna e imperceptible, que se propaga por el cuerpo a través del agua corporal, que se comporta como conductor y donde la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciómetro (Impedancia corporal) (Quesada L, 2016; Alvero-cruz J, 2011; Sánchez-Iglesias A, 2012). La impedancia corporal (Z) tiene dos componentes; la resistencia (R) y la reactancia (X_c), los cuales estarían de acuerdo a la ecuación $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$ (Alvero-cruz J, 2011). Estos parámetros dependen del contenido en agua y la conducción iónica en el organismo. Se define resistencia (R) como la oposición del tejido al pase de la corriente, la reactancia se

debe al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante períodos cortos, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular. (Rondón A, 2014; Alvero-cruz J, 2011). Dicha conductividad eléctrica es mayor en el tejido magro, respecto al tejido adiposo, ya que el primero tiene una composición mayor de agua y gran parte de los electrolitos del cuerpo. En consecuencia, es sobre la masa magra que es posible medir la impedancia a partir del agua (Rondón A, 2014). Por ejemplo, la masa grasa tiene una menor densidad que la masa magra, presenta una escasa hidratación, un alto componente lipídico y escaso porcentaje de proteínas, por lo que actúa como aislante generando una gran resistencia. La masa magra está conformada por un alto componente hídrico, además de contener masa mineral, ósea y no ósea, así como la masa proteica, visceral y muscular. Estas características le permiten que sirva como gran conductor eléctrico (presenta una baja impedancia o resistencia al paso de la corriente) (Martínez M, Redondo M y Alonso M, 2006).

En cuanto a los diferentes equipos de BIA, existen dos alternativas posibles. Los de mono frecuencia, operan a una frecuencia de 50 kHz, permiten calcular la resistividad corporal y estimar el ACT y MLG. Aunque su costo es más accesible, no permiten determinar, ni diferenciar, el agua intracelular o extracelular, por lo que no se recomienda utilizar cuando hay alteraciones de la hidratación (Alvero-cruz, 2011), ya que no van a resultar adecuados para analizar la composición corporal al atravesar sólo un tejido o no en función de las características del mismo, con lo que los resultados no van a ser fiables (Rondón A, 2014). Por otro lado, los equipos de multifrecuencia, operan a frecuencias variables, por ejemplo en nuestro caso a 1, 5, 50, 250, 500 kHz y 1 MHz (Rondón A, 2014; Alvero-cruz J, 2011), estiman el ACT, el agua extracelular (AEC), el agua intracelular (AIC), masa grasa y la masa libre de grasa (MLG), ya que va analizado la corriente eléctrica tanto los distintos tejidos y compartimentos corporales como las distintas células, ya que esta herramienta puede favorecer que la corriente eléctrica atraviese la membrana plasmática (Rondón A, 2014). Su costo comparativamente es mayor, sin embargo, los equipos de multifrecuencia son precisos para evaluar

alteraciones en los niveles de hidratación y ampliamente aceptados en revistas de investigación, siempre y cuando se cumpla un protocolo riguroso de medición (Alvero-cruz J, 2011).

Individuos	Comentarios	Recomendaciones
Comida, bebidas, alcohol	En ayunas o tras 4 h de ayuno Interferencias	No tomar alcohol en las 8 h anteriores a la BIA
Ejercicio físico	No en 8 h anteriores	Para seguimiento durante períodos de entrenamiento, realizar siempre a la misma hora
Momento del día	Anotar hora de la BIA	Por la mañana en ayunas. Tras 4 h de ayuno
Temperatura ambiente		Anotar temperatura ambiente
Piel	Sin lesiones	Pegar bien los electrodos en toda su superficie. No pegar en zonas lesionadas. Limpieza previa con alcohol de 70°
Posición de las extremidades	En abducción	Brazos a 30°; Piernas a 45°
Posición	Supino. Excepción para las BIA pie-pie, mano-mano	Entre 8 y 10 min de posición en decúbito supino. Protocolizar siempre el mismo tiempo para estudios de investigación. Seguir instrucciones del fabricante. En pacientes encamados (decúbito supino) anotar esta circunstancia
Alteraciones de la forma corporal	Anotar anomalías corporales	Amputaciones, atrofas, escoliosis, distrofias, obesidad
Grupo étnico	Anotar	Grandes diferencias según la raza y la ecuación utilizada debe ajustarse a esa circunstancia
Control de ejercicio físico/entrenamiento	Anotar hora del día. Tener en cuenta circunstancias de control de entrenamiento en deportistas	Respetar en lo posible normas de ayuno y ejercicio. Realizar BIA tras día/s de compensación de sesiones de entrenamiento

BIA: bioimpedancia eléctrica.

Figura 1. Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias (Alvero-cruz J, 2011).

La metodología más utilizada para realizar una BIA de cuerpo entero es la tetrapolar (Rondón A, 2014; Alvero-cruz, 2011), que consiste en la colocación de 4 electrodos: dos electrodos se deben colocar en la superior (dorso de la mano y muñeca), en los cuales se introduce una corriente alterna (generada por el impedanciómetro) y los otros dos en la extremidad inferior (dorso del pie y tobillo), donde se recogen esta corriente midiendo los valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal (Alvero-cruz J, 2011; Sánchez-Iglesias A, 2012). Entre los electrodos distales circula una corriente alterna estable cuya intensidad es muy baja (del orden de decenas o centenas de microamperios). Entre los electrodos proximales el monitor realiza la lectura del voltaje. Cabe destacar, que los electrodos deben situarse a una distancia mayor de 4-5 cm, para así no generar interferencias y, por tanto, valores erróneos de la resistencia y la reactancia (Alvero-cruz J, 2011). Las medidas de impedancia deben tomarse en posición

decúbito supino para disminuir los efectos de la gravedad, evitando el aumento del agua en extremidad inferior (Alvero-cruz J, 2011).

Los resultados arrojados en esta evaluación, van a depender de las propiedades eléctricas del cuerpo, de su composición y estado de maduración, además del nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física. Además, dependerá de múltiples y diferentes situaciones que se deben tener en cuenta como la posición del cuerpo, la digestión de comida y bebida, el aire ambiente y la temperatura de la piel, la actividad física reciente y la conductancia del lugar donde se realiza (la superficie de la camilla), entre otras recomendaciones que hay que tener en cuenta para ejecutar esta evaluación (fig. 3). En cuanto a las contraindicaciones, no se conocen con mayor exactitud los efectos adversos que podría provocar, pero sí hay que considerar que la BIA podría interferir en la actividad eléctrica de marcapasos y desfibriladores (Alvero J, 2011).

2.2 Antropometría: Circunferencia de cintura (CC) e índice de cintura cadera (ICC)

La medición de la circunferencia de cintura (CC) ha sido planteada como una herramienta fácil y útil de emplear en la práctica clínica para evaluar el riesgo cardiovascular de los pacientes con sobrepeso, e implementar medidas terapéuticas o preventivas destinadas a disminuir este riesgo (Acosta E, 2012; Marcano Y et al, 2006; Wang J et al, 2003; Rosales R, 2012; Moreno M, 2010). Según la recomendación de las Guías Clínicas para la Obesidad del Instituto Nacional de Salud de los EEUU, se considera como punto de corte para las mujeres de 88 cm, consideradas en la definición del Síndrome Metabólico, según la ATPIII-NCEP 2001 (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III) (Moreno M, 2010; Rosales R, 2012; Ojeda R, 2011). Para la medición de CC, la Sociedad Internacional de Avances en Kineantropometría (ISAK) indica que se debe realizar con el paciente en posición bípeda y al final de una espiración normal, mediante una cinta inextensible en la línea media axilar (Moreno M, 2010)

buscando el punto más estrecho entre la 12a costilla y la cresta ilíaca. Si la zona más estrecha no es aparente, entonces la lectura de la circunferencia se realiza en el punto medio entre estas dos marcas mencionadas (Curilem C et al, 2016; Wang J et al, 2003). Se recomienda realizar al menos 2 mediciones las cuales deben ser promediadas (Moreno M, 2010).

En cuanto la aplicación práctica, su asociación con factores de riesgo cardiovascular, además de la gran correlación con el área grasa visceral (Curilem C et al, 2016), la cual es considerada un importante predictor de riesgo cardiometabólico (Almeida E et al, 2018; Acosta E, 2012; Mohsen M, 2009; Pérez M, 2010; Sanguankeo A et al, 2017; Grima A, 2005), son las características que lo transformaron en el indicador de grasa corporal y abdominal más utilizado (Moreno M, 2010). Es por esto que se ha convertido en un indicador de gran relevancia, ya que se ha establecido que el lugar de depósito y la distribución de la grasa en el cuerpo representa un riesgo diferente, correspondiendo al tejido adiposo abdominal el que se asocia con mayor riesgo (Moreno M, 2010; Pérez S y Díaz-Perera G, 2011). Sin embargo, actualmente se ha incorporado el índice cintura/cadera (ICC), referenciado según otro autor como un indicador antropométrico más preciso en la valoración del grado de adiposidad central o abdominal (González E, Montero M, Schmidt J, 2013) relacionado con mayor riesgo de enfermedad cardiovascular (Moreno M, 2010). Su sencillez e inocuidad en su determinación, ha posibilitado su estandarización como procedimiento antropométrico para identificar el grado de adiposidad central (González E, 2013). Literatura más reciente, sugiere que tiene mayor eficacia en comparación al tradicional índice de masa corporal (IMC) para predecir el riesgo de padecer trastornos cardiovasculares (González E, 2010), siendo un valor de corte $ICC \geq 0.8$ para clasificar directamente un mayor riesgo (Ramírez E et al, 2015). Para la medición de este índice, se requiere la medición de circunferencia de cadera y de cintura, donde la primera medición requiere al paciente en bipedestación con pies juntos, con cinta métrica a nivel del trocánter mayor de ambos lados, coincidiendo con la sínfisis pubiana (González E, 2013). Dicha relación puede ser interpretada como medida específica para la acumulación de tejido graso abdominal, pero

influenciada por la cantidad de masa grasa acumulada en la región glútea (González G, 2011).

Capítulo 3. TRATAMIENTOS

3.1 Entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT)

El HIIT corresponde a un ejercicio aeróbico de episodios repetidos de corta a moderada duración (segundos a minutos de ejecución) a una intensidad mayor al umbral anaeróbico, con breves periodos de recuperación activos o inactivos a baja intensidad, que permiten una recuperación fisiológica parcial, pero no completa (Aguilera R et al, 2015; Molina C, 2016; Cofre C, 2016; Guiraud T et al, 2012; Cano-Montoya J et al, 2016). El impacto de este tipo de entrenamiento sobre la salud respalda la idea de que el HIIT es un método que tiene variados beneficios para la salud y estado metabólico, presentando como principal ventaja el corto periodo de tiempo que se necesita para completar el entrenamiento, requiriendo un mínimo de equipamiento y adaptaciones físicas (Guiraud T et al, 2012; Mangiamarchi P et al, 2017) generando ganancias cardiometabólicas iguales o mejores en un período menor a un ejercicio continuo (Costigan S et al, 2015), logrando así una mayor tolerancia y adherencia en pacientes con sobrepeso (Alarcón M et al, 2016).

Desde los años noventa y hasta nuestros días, hemos podido conocer muchos trabajos que vinculan los ejercicios intermitentes de alta intensidad (HIIT) con la salud cardiometabólica, destacando los trabajos de Gibala (Gibala M, Gillen J, Percival M, 2014), los que muestran que el entrenamiento intervalado realizado principalmente en cinta rodante y bicicletas ergométricas, mejora la potencia aeróbica y factores anaeróbicos, influyendo en la composición corporal hacia una constitución saludable (Smith Ryan A, 2015; Irving B et al, 2009; Zhang H et al, 2015; Maillard F et al, 2016; Zaer N, Zolfaghari MR, Fattah A, 2016; Mitranum W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D, 2014). Dentro de estas dos modalidades, el uso de cicloergómetro a diferencia de la cinta rodante, lograría una adaptación relativa de la influencia del gasto cardíaco (VO₂max) y también del

reclutamiento de masa muscular en combinación con su capacidad oxidativa, que influye en el tejido adiposo (Millet G, Vleck V & Bentley D, 2009). Además, en relación a la cadencia de pedaleo afecta a las respuestas metabólicas durante y después de la realización del ciclismo (Millet G, 2009). Permite mayor beneficio en cuanto a la economía de la carrera, lo que implica la capacidad de llegar a un mayor VO₂ máx en un periodo de tiempo mayor dentro del umbral aeróbico permitiendo que el paciente pueda realizar un entrenamiento eficaz durante toda la sesión (Millet G, 2009).

Entre los beneficios sobre los componentes de la composición corporal se encuentra; la disminución del peso corporal, IMC, circunferencia de cintura, índice cintura cadera, masa grasa subcutánea, masa grasa abdominal y el área de grasa visceral (Irving B et al, 2009; Alarcón M et al, 2016; Mancilla R et al, 2014; Molina C et al, 2016). Se postula que se genera mayor pérdida de grasa, más aún en la AGV (Irving B et al, 2009), en comparación con la de baja intensidad debido a que induce la secreción de hormonas lipolíticas, lo que puede facilitar un mayor gasto de energía después del ejercicio y la oxidación de las grasas, como también favorecer un mayor balance de energía negativo y de esta forma incidir en la disminución de consecuencia metabólicas perjudiciales (Irving B et al, 2009; Warner S et al, 2010; Cofré C, 2016). Sumado a esto, es capaz de aumentar la capacidad oxidativa muscular, la lipogénesis en el tejido adiposo, mejora de la función endotelial, la señalización de insulina en la grasa y el músculo, mejora aptitud cardiorrespiratoria, efectos sobre marcadores biológicos entre otros (Costigan S et al, 2015; Shiraev T y Barclay G, 2012; Aguilera R et al, 2015; Cofre C, 2016; Hood M et al, 2011; Cano-Montoya J et al, 2016; Gibala M, 2014).

Desde la perspectiva fisiológica, el propósito del entrenamiento intermitente es estresar en repetidas ocasiones los sistemas que se utilizan durante un ejercicio de resistencia, aumentando los requerimientos energéticos en comparación a una actividad continua (Aguilera R et al, 2015), siendo la principal característica, su potente estímulo lipolítico mediante la secreción de catecolaminas, capaz de producir la liberación de ácidos grasos libres desde las reservas de grasa corporal

(Molina C et al, 2016). Se ha observado un aumento de la actividad enzimática responsable de la lipólisis y glucólisis (leptina, adiponectina, insulina, catecolaminas, lipasas), asociado a una activación mayor de los transportadores de glucosa dependientes de insulina y de los ácidos grasos (Cofre C, 2016). Otro mecanismo por el cual se explicarían los beneficios de este método de entrenamiento es la activación de vía mediada por AMPK, siendo la responsable del control metabólico y del gasto energético (Cofre C, 2016; Burgos C et al, 2017).

Es importante conocer los parámetros que se deben considerar durante la realización de HIIT, entre los cuales se incluye la intensidad del intervalo, duración del intervalo, intensidad de la recuperación, duración de la recuperación, número de intervalos, número de series, duración del periodo entre serie, periodo de calentamiento y vuelta a la calma (López J y Vicente D, 2018). En relación a estos parámetros, se pueden clasificar cuatro modelos diferentes de entrenamientos de intervalos de alta intensidad (HIIT); El entrenamiento a intervalos de velocidad (SIT) con 30 segundos de esfuerzo total durante 2 a 4 minutos de pausa, Entrenamiento repetido de velocidad (RST) con 3 a 7 segundos de esfuerzo a aproximadamente el 160% de la velocidad asociada con el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) intercalados con períodos de recuperación inferiores a 60 segundos, HIIT de largo intervalo de más de 60 seg de esfuerzo en alrededor de 100% -120% la $VO_{2m\acute{a}x}$ y HIIT de corto intervalo de menos de 60 seg de esfuerzo a cabo alrededor de 90% -100% la $VO_{2m\acute{a}x}$. (Alves E et al, 2017). De esta manera, es posible generar una gran variedad de protocolos. En la literatura se encontró un protocolo de HIIT utilizado por varios autores para el tratamiento de personas sedentarias con sobrepeso/obesidad, los cuales utilizaban una bicicleta ergométrica para llevar a cabo este entrenamiento, el cual consistía en un pedaleo intenso de 8 segundos, seguido de un descanso activo de 12 segundos por 60 repeticiones, obteniendo resultados significativos para las variables de composición corporal y función cardiorrespiratoria (Alarcón M et al, 2016; Maillard F et al, 2016; Trapp E, 2008; Heydari M, Freund J y Boutcher S, 2012; Martins C,

et al 2016). Es por ello el interés en abarcar la aplicación de este protocolo de HIIT en base a su dosificación (Irving B et al, 2009).

3.2 Estimulación eléctrica subcutánea (Electrolipólisis)

La grasa subcutánea localizada se caracteriza por la acumulación de células grasas en regiones específicas del cuerpo, causando un aumento del grosor y consistencia del tejido adiposo (Pérez M, 2010), lo que trae consecuencias futuras para la salud, aumentando la aparición de diversas enfermedades; dislipidemia, diabetes, hipertensión arterial, entre otras (Sanguaneko A et al, 2017). Por lo tanto, con la necesidad de prevenir estas enfermedades, la fisioterapia dermatofuncional viene utilizando técnicas, como la electrolipólisis, que actúa directamente en los adipocitos y en los lípidos acumulados, produciendo su destrucción y favoreciendo su posterior eliminación (De Souza J, Guterres L, 2014; Acedo F, 2008; Braz de campos G, 2016). En la mayoría de los casos, los resultados de la electrolipólisis producen 4 efectos principales (Billing P, 2012; De Souza J, 2014; Acedo F, 2008):

1. Efecto Joule, que está relacionado al calor local producido por el paso de corriente eléctrica, que promueve vasodilatación, aumento del flujo sanguíneo y metabolismo celular de la región tratada.
2. Efecto electrolítico, que se refiere al movimiento iónico promovido por el paso de la corriente eléctrica en el tejido, provocando hiperpolarización de la membrana celular produciendo la lisis adipocitaria.
3. Efecto circulatorio, promovido por la estimulación de las terminaciones nerviosas por la corriente eléctrica, lo que genera vasodilatación y promueve la activación de la circulación sanguínea.
4. Efecto neuro-humoral, se liberan catecolaminas aumentando la secreción de las enzimas hormono-dependientes como triglicérido lipasa que, en última instancia, promueve la lipólisis al generar la ruptura de triglicéridos,

en ácidos grasos y glicerol. La presencia de glicerol en orina, posterior al tratamiento, demuestra la degradación lipídica producida.

Para el tratamiento de estas adiposidades mediante electrolipólisis, se utilizan agujas que atraviesan el tejido subcutáneo (Días C et al, 2008) y entregan una corriente de baja intensidad (Soriano M, Pérez S, Baques M, 2000), donde gracias a esta estimulación se provocará una serie de modificaciones fisiológicas en el adipocito, como el aumento del flujo sanguíneo, aumento del metabolismo de grasa y la lipólisis (Ribeiro de Melo N, 2012; Días C et al , 2008). Para que ocurra el proceso de lipólisis, la enzima triglicérido lipasa debe ser activada por hormonas con acción lipolítica, las cuales hidrolizan los triacilgliceroles (Borges F, 2010) y dan como resultado la liberación de ácidos grasos y glicerol (Días C et al, 2008). Los ácidos grasos, al caer en el torrente sanguíneo, se van a transportar a las células que los utilizarán como sustrato energético (Comark D, 1991; Guyton A, 2002; Borges F, 2010).

En cuanto a la acción metabólica que ejerce este tipo de tratamiento, comienza con la estimulación del sistema nervioso simpático provocando la liberación de catecolaminas (Busnardo V, 2003), que actúan en la pared de los adipocitos, en donde se encuentran los receptores b-adrenérgicos provocando reacciones bioquímicas que culminan con la activación de la lipoproteína lipasa (LPL) y la enzima lipasa hormono sensible (LSH), la cual hidroliza triglicéridos en ácidos grasos libres y glicerol. Los ácidos grasos liberados pueden ser captados por el propio tejido adiposo y ser almacenados nuevamente en forma de triglicéridos o pueden ser captados por el músculo y el hígado, para la obtención de energía, producción de cuerpos cetónicos o formación de triglicéridos nuevamente (Ribeiro De Paula M, Picheth G, Di Pietro Simões N, 2007; Busnardo V, 2003) (Fig. x).

Entendiendo el procedimiento, es necesario que adicional a la técnica se realice alguna actividad física o ejercicio que aumente la oxidación de los ácidos grasos y utilice estos como fuente de energía (Ribeiro De Paula M, 2007).

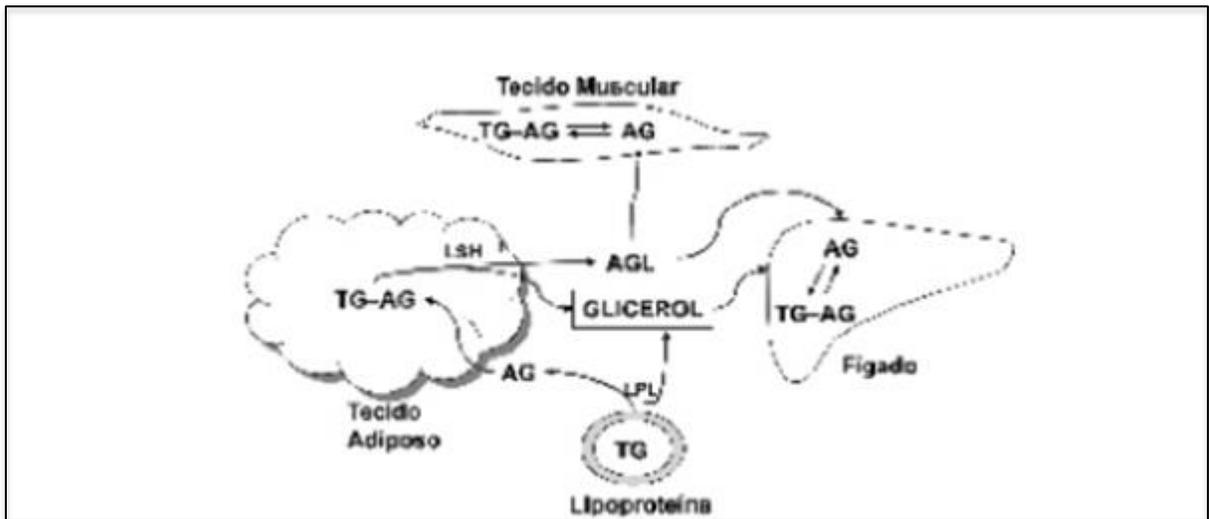


Figura 2. Esquema simplificado de metabolismo lipídico adaptado (Ribeiro de Paula, 2007)

Es posible que se produzca un balance energético positivo, que se refiere a que el organismo está recibiendo más energía de la que es capaz de gastar, la cual se almacena en forma de grasa (Guirro E, 2004) y los adipocitos de la grasa localizada son de 2 a 4 veces más receptivos a la glucosa que las otras células de grasa, depositándose más rápidamente y siendo aún más resistente a la reducción del peso (Guyton, 2002). El recurso electrolipolítico, facilita la lipólisis con liberación de los ácidos grasos en el torrente sanguíneo, sin embargo, si no se consume este sustrato en forma de energía, estos ácidos grasos se unen nuevamente al glicerol y forman nuevos triglicéridos en los adipocitos. De esta forma se logra justificar la importancia de la práctica del ejercicio físico después del uso de la electrolipólisis, para lograr un balance energético negativo y con ello el consumo del sustrato (Robinson y Snyder-Mackler L, 2001; Días C et al, 2008).

En el mercado internacional existen equipamientos que utilizan electrodos fijos con agujas y algunos que emplean electrodos convencionales. Cuando se emplean corrientes polarizadas y se utilizan electrodos de silicona-goma y carbono se conoce como técnica epicutánea (Billing P, 2012), en tanto que cuando se emplean corrientes eléctricas bidireccionales, con pulsos de baja frecuencia, entregados con agujas finas posicionadas en la tela adiposa, se le describe como técnica subcutánea (Yahya M, Hussein M, El-Gendy, El Rahman E, 2014; Ribeiro de Melo N, 2012; Burin S y Calegari A, 2012; Acedo F, Martins M, Oda C y Santos F, 2008). Estudios histopatológicos (Zaragoza A, Rodrigo P, 1995) demostraron que la electrolipólisis genera una disminución en el tamaño de los adipocitos, además de alterar la forma de generar cambios estructurales en estas células. Según Ullman, Reis y Steibel (2003), esta técnica presenta mejores resultados a través del modo percutáneo con la aplicación de agujas. A pesar de esto pocos son los estudios científicos que comprueban la eficiencia de esta técnica (Borges F, 2006). En cuanto a los parámetros utilizados, la literatura habla de que un parámetro de baja frecuencia es suficiente para el estímulo de la circulación sanguínea y para el tratamiento de la grasa localizada (Assumpção A, Souza A, Máximo L, 2006), considerando valores entre 5 y 50 Hz (Braz de Campos y Lima L, 2016; Zaragoza A, 1995), por lo que en este estudio se utilizarán 15 Hz para la intervención. En cuanto a la intensidad, existen alternativas de tratamiento en mili-amperes y micro-amperes, lo que ha generado controversias respecto al mejor parámetro para esta variable. Ha existido una importante evolución intentando disminuir los riesgos, la intensidad de corriente inicial empleada fue de 2. mA como máxima (Silva M, 1997), otro investigador sugirió utilizar 2 a 10 mA. (Zaragoza A, 1995) y otros han dado parámetros aún mayores, llegando a 5 a 40 mA (Parianti J, 2001). Pese a lo anterior, Soriano M (2000) sugiere que la corriente utilizada debe ser una microcorriente (corriente eléctrica con intensidades de un máximo de 1 mA). Por lo general las investigaciones emplean 30 a 50 minutos. El número de sesiones es variable. Algunos han considerado que el mínimo adecuado es 6 sesiones (Borges F, 2006). Se sugiere una sesión de aplicación

por semana, en tanto que los efectos son notorios desde la 3ª sesión (Parianti J, 2001).

Por tratarse de una técnica selectiva de tratamiento, es utilizada en áreas localizadas con mayor tejido adiposo (Billing P, 2012; Yahya M, 2014; Burin S, 2012; Ribeiro de Melo N, 2012), y se ha demostrado que responde mejor en la región trocantérica y muslos, como también en la región abdominal, donde hay mayor presencia de adipocitos que alteran su regularidad (Martire, 2011; Machado G, Bertolucci R, Lopes de Oliveira N, Lopes C, 2011). En mujeres, el fenotipo se caracteriza por presentar células adiposas más resistentes a la lipólisis en la región abdominal en comparación con las demás, produciendo las complicaciones metabólicas, es por esto que la utilización de estimulación eléctrica subcutánea abdominal tiene buen pronóstico en la reducción de perímetro abdominal (Ribeiro de Paula, 2007).

Por lo tanto, la relevancia del presente estudio se encuentra enfocada a evaluar si efectivamente tratamientos asociados pueden tener mejores efectos clínicos en pacientes que presenten problemas de sobrepeso en relación a la disminución del tejido graso abdominal; candidatos a padecer alguna enfermedad cardiovascular o metabólica que vaya a perjudicar su calidad de vida. El objetivo es evaluar la efectividad y ver si terapias aisladas o asociadas presentan realmente mejores respuestas. Se desconoce si estas nuevas propuestas que tienen mejor adherencia, realmente representan mejoras significativas en los pacientes sobre los parámetros de la composición corporal. Encontrar una combinación adecuada permitirá generar mejores propuestas de tratamiento que promuevan la salud de las personas y disminuyan sus futuras consecuencias.

Objetivo General

- Analizar los efectos del entrenamiento aeróbico de intervalos de alta intensidad y corta duración combinado con electrolipólisis sobre la composición corporal abdominal en pacientes mujeres con sobrepeso.

Objetivos Específicos

- Comparar cambios en las variables antropométricas (masa corporal, circunferencia de cintura e índice cintura/cadera) en pacientes mujeres sedentarias con sobrepeso, al inicio y al final del tratamiento, en relación al grupo control.
- Comparar cambios en las variables medidas por bioimpedancia (área grasa visceral, porcentaje de grasa corporal, masa de músculo esquelético, masa muscular de tronco y masa grasa corporal) en pacientes sedentarias con sobrepeso, al inicio y al final del tratamiento, en relación al grupo control.

Pregunta de investigación

¿Es más eficaz una intervención de electrolipólisis combinado con un entrenamiento interválico de alta intensidad y corta duración en comparación a estas intervenciones por sí solas para generar cambios positivos en la composición corporal de mujeres con sobrepeso?

Hipótesis de trabajo

Un tratamiento combinado de electrolipólisis y entrenamiento interválico de alta intensidad y corta duración, presenta mejoras en las variables de composición corporal de mujeres con sobrepeso en comparación con la realización de estas terapias de forma aislada.

Hipótesis nula

No existen diferencias significativas en los cambios de composición corporal de mujeres con sobrepeso, al realizar el tratamiento de electrolipólisis y entrenamiento interválico de alta intensidad y corta duración de forma combinada.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de estudio:

Este es un tipo de estudio que tiene un enfoque experimental, cuantitativo con un diseño de carácter analítico, longitudinal, explicativo y prospectivo.

Universo, tipo de muestreo y tamaño de la muestra:

Para la obtención del tamaño muestral, para un universo desconocido, se realizó mediante un programa llamado G power, donde se buscó evidencia en relación a la varianza para nuestras variables de estudio. A partir de ello, se estableció un mínimo de 30- 35 pacientes para lograr un poder estadístico (beta) $> 0,9$ y un error probabilístico (alfa) $< 0,05$.

La muestra tiene un total de 40 voluntarias de sexo femenino, presentando calificación de sobrepeso y sedentarismo, con edades entre 20 y 30 años. Las voluntarias fueron reclutadas a través de la difusión de contactos, anexos a la clínica involucrada. La asignación fue de forma aleatoria mediante un programa llamado Randomizer.org, con el cual se formaron cuatro grupos de 10 participantes cada uno, en los que el Grupo A fue el grupo control, al cual no se les realizará ninguna intervención, el Grupo B conformado por las pacientes que recibirán un tratamiento de electrolipólisis (EL) en la zona abdominal, el grupo C quienes recibieron un plan de entrenamiento de HIIT y el grupo D, quienes realizaron un tratamiento de electro lipólisis seguido de un plan de entrenamiento de HIIT. La aleatorización de los participantes del estudio se hará mediante una numeración consecutiva. Estos números serán previamente asignados al azar por igual entre el grupo control (grupo A) y los grupos de intervención (B, C y D).

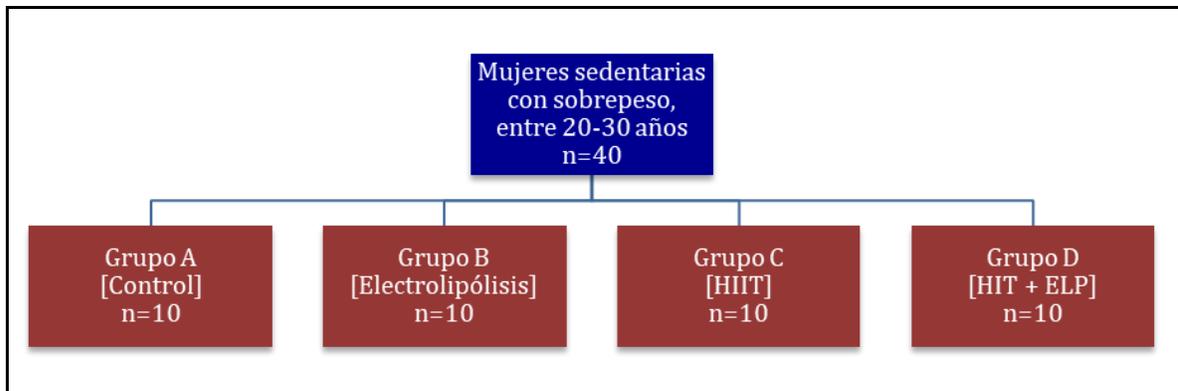


Figura 3. Distribución de grupos de estudio

Las participantes no realizaron actividad física fuera del tratamiento mientras se encontraban sometidas a la intervención del estudio y tampoco a tratamientos dermatofuncionales y/o estético para la reducción de grasa.

Criterios de inclusión y exclusión

Se consideraron criterios de inclusión:

- Género femenino
- Edad entre 20 y 30 años
- Tener circunferencia de cintura entre 80-88 cm
- Sobrepeso (IMC 25-29.9 kg/ mts²)
- Ser sedentaria (no practicar actividad física regularmente, durante al menos 6 meses antes del estudio).

Se consideraron criterios de exclusión:

- Régimen alimenticio estricto
- Estar en periodo gestacional
- Presentar antecedentes de enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión (presión arterial en reposo igual o mayor 140/90 mmHg), patología cardíaca de base y patologías respiratorias de base.
- Patologías traumáticas

- Presentar ninguna contraindicación para el uso de electroterapia o la realización de ejercicio físico de alta intensidad.

El estudio se realizó en la Clínica Diañostra ubicada en la comuna de Providencia, Santiago de Chile, donde se llevaron a cabo las evaluaciones previas y finales las cuales fueron registradas (Anexo III), además de las diferentes intervenciones dentro de un box destinado únicamente para el estudio.

Se analizaron los resultados obtenidos entre los tres grupos de intervención y además se re evaluó a las participantes del grupo control. Estos resultados se compararon al inicio y al final, para así poder establecer y dar a conocer los efectos de la intervención de electrolipólisis, HIIT y los efectos del grupo que recibió ambos tratamientos.

Los procedimientos experimentales y los riesgos potenciales del estudio se explicaron completamente a los sujetos antes del estudio, al igual que un cuestionario que incluyó cuatro preguntas específicas sobre la actividad física, con varias opciones de respuesta. (Anexo I) y finalmente un consentimiento informado por escrito para cada paciente (Anexo II). No hubo ningún costo económico agregado para las participantes del estudio y tampoco para los tratantes.

Metodología de la obtención de datos:

Los datos de las 40 pacientes que participaran de este estudio fueron recolectados al inicio y al final del tratamiento, utilizando una ficha de registro individual (Anexo III) para todos los datos requeridos y evaluaciones de cada una de ellas.

Durante la primera semana, previo al inicio del tratamiento, se realizó la medición de:

1. Circunferencia de cintura y cadera a través de antropometría, con una huincha métrica dispuesta en el punto medio entre la última costilla y la EIAS, y a la altura del trocánter mayor bilateral alineado con la sínfisis

pública respectivamente, obteniendo así la medición en cm. Ambas medidas permitieron calcular el ICC de cada paciente, no se utilizó la medición de cadera por sí sola para nuestros resultados.

2. Porcentaje de grasa corporal, área grasa visceral, masa de músculo esquelético, masa grasa corporal y masa muscular de tronco mediante la bioimpedanciometría.
3. Talla (cm) y peso (kg) medidos con un tallímetro y pesa respectivamente.

El tratamiento tuvo una duración de cinco semanas, 10 sesiones totales con una frecuencia de 2 veces por semana para todos los grupos de intervención, con un tiempo variable dependiente del grupo en el cual se encontró la paciente. El grupo de electrolipólisis, tuvo una duración de 1 hora (60 min), con una intensidad ajustada en relación a la tolerancia de cada paciente, la cual se aumentó tantas veces como se requirió, evitando el efecto de acomodamiento. La posición de la paciente fue en decúbito supino sobre una camilla, con un rodillo en la zona posterior de las rodillas permitiendo una ligera flexión para favorecer la relajación de la musculatura abdominal y una almohada en la zona craneal. Se realizó una asepsia de la región a tratar con alcohol al 70%, para luego colocar 4 agujas supraumbilical y 4 agujas infraumbilical, con una distancia de 10 cm desde el ombligo y 5 cm entre cada aguja (Fig. 5), para generar la estimulación eléctrica en la toda la zona a tratar. Se requirió de 4 canales, de los cuales nació el paso de la corriente hacia los 4 pares de electrodos de aguja desechables, con puntas de acero inoxidable y sin una cavidad en su interior, con un diámetro de 0,3 milímetros y 40 milímetros de longitud.

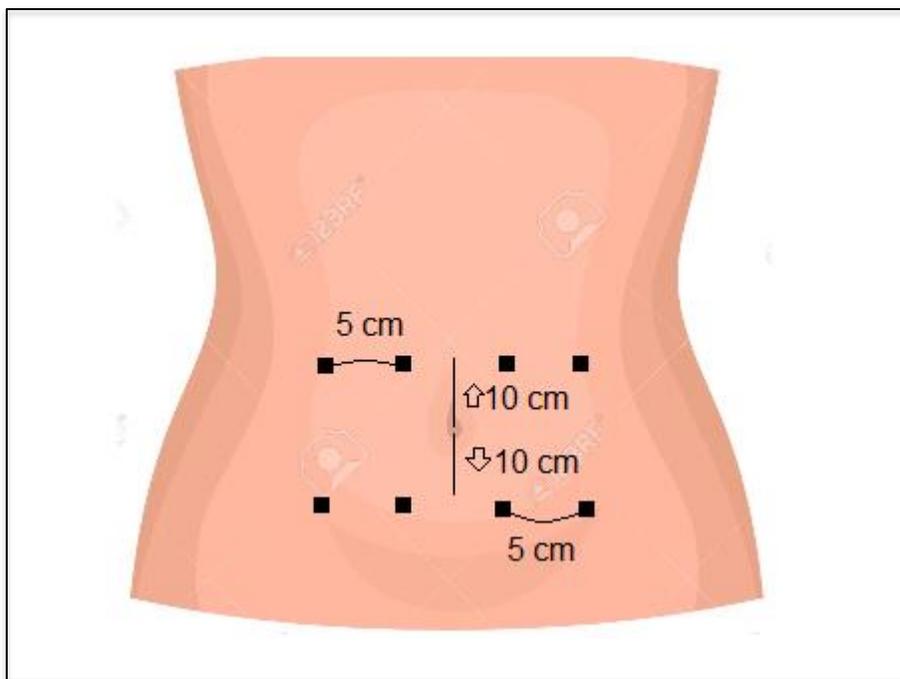


Figura 4. Posicionamiento de agujas en zona abdominal

El grupo de HIIT, tuvo una duración de 20 minutos de tratamiento con 3 min de calentamiento inicial y 3 min de vuelta a la calma, donde se monitoreo la frecuencia cardiaca de la paciente en cada minuto del tratamiento a una carga constante. Se utilizó un protocolo en cicloergómetro que consistió en un pedaleo intenso de 8 seg a una intensidad de 85% FCmax, seguido de un descanso activo de 12 seg a una intensidad de 60% FCmax por 60 repeticiones.

En el grupo que realizó ambos tratamientos, se consideraron los mismos parámetros y protocolos, con un tiempo total de 1 hora y 26 minutos por sesión, donde se comenzó con el tratamiento de electrolipólisis e inmediatamente después se continuó con el entrenamiento de HIIT.

Al finalizar el tratamiento, se volvieron a medir las variables del inicio, consignados en la misma ficha, para luego poder realizar una comparación entre los grupos y los cambios obtenidos.

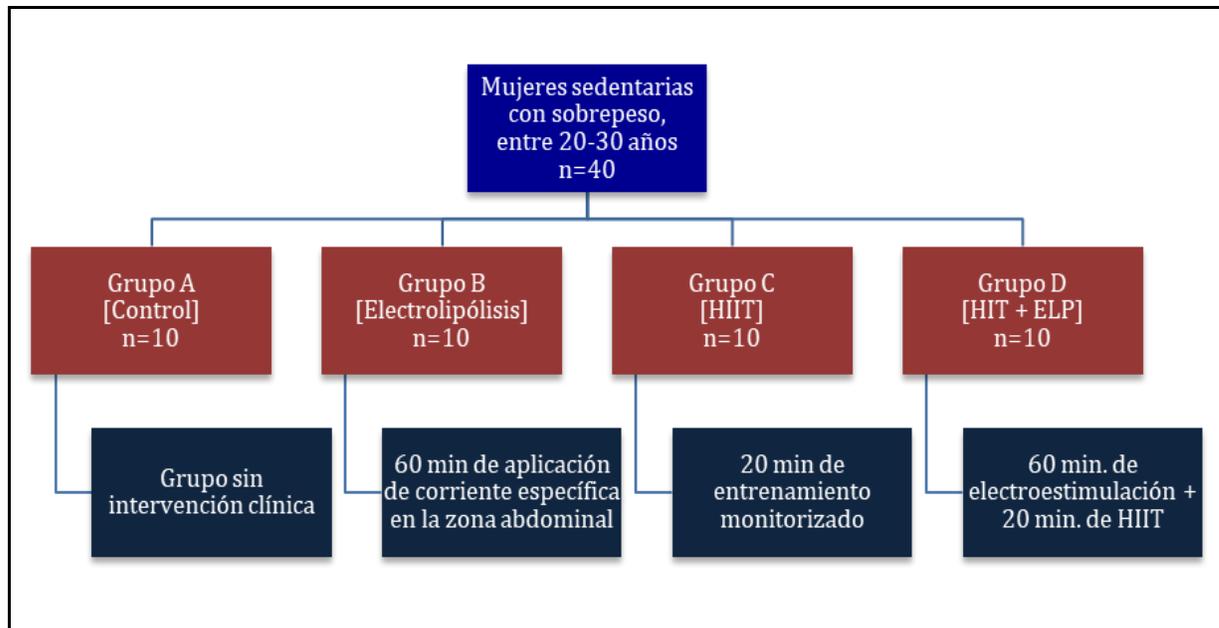


Figura 5. Tratamiento en relación a los distintos grupos

Cabe destacar que las mediciones requeridas en la evaluación fueron individuales y se realizaron durante un mismo día para todas las pacientes, por un mismo tesista, evitando sesgos entre cada ellas.

La búsqueda sistemática se realizó en diversos buscadores de revistas científicas tales como Pubmed, Clinical Queries, Scielo y Revistas de fisioterapia. Las palabras claves que se utilizaron en la búsqueda fueron ejercicio aeróbico, ejercicios de intervalos, protocolo de HIIT, grasa abdominal, electro lipólisis, reducción de grasas, grasa localizada, sobrepeso, bioimpedancia y composición corporal.

Variables:

- a) Dependientes: Peso, circunferencia cintura, circunferencia de cintura/cadera (ICC), área grasa visceral (AGV), porcentaje de grasa corporal, masa músculo esquelético, masa grasa corporal y masa muscular de tronco.
- b) Independientes: electrolipólisis, entrenamiento de HIIT, Talla.

Tabla 1. Descripción variables dependientes

Variable Dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Peso	Indicador de la masa corporal total, que está compuesta por la masa grasa y la masa magra, expresa en kilos (kg).	Los valores de normalidad dependen del biotipo de cada persona. Relacionado con IMC (Rodríguez J, 2004)	Kg	Balanza
Masa muscular	Volumen del tejido corporal total que corresponde al músculo. Es el componente más importante de la MLG (equivale al 50%) y es reflejo del estado nutricional de la proteína. (Moreira O, 2015)	Los valores de normalidad dependen del biotipo de cada persona y se entrega un valor de referencia en el software de análisis.	Kg	Bioimpedancia (BIA)
Masa grasa corporal (MG)	Cantidad de triglicéridos del organismo por su localización, en grasa subcutánea y grasa visceral. (Morales R, 2004)	Los valores de normalidad dependen del biotipo de cada persona y se entrega un valor de referencia en el software de análisis.	Kg	Bioimpedancia (BIA)
Porcentaje grasa corporal	Proporción de grasa que contiene el cuerpo. Que dependerá del IMC, edad y sexo. (Moreno M, 2012)	Valores comprendidos entre la normalidad varían entre 18 – 28 %	%	Bioimpedancia (BIA)

Masa muscular de tronco	Corresponde a masa mineral, ósea y no ósea, además de masa proteica, visceral y muscular del segmento tronco. (Martínez MJ, 2006)	Los valores de normalidad dependen del biotipo de cada persona y se entrega un valor de referencia en el software de análisis.	Kg	Bioimpedancia (BIA)
Circunferencia de cintura (CC)	Indicador que permite predecir con mayor exactitud la obesidad central o abdominal.(jeda 2011)	En mujeres: Zona de Alerta > 80 cm Nivel de Acción > 89 cm	Cm	Cinta métrica
ICC	Indicador antropométrico más preciso a considerar en la valoración de la grasa corporal total y la masa grasa intra-abdominal (González, 2013)	Se considera normal un valor menor a 0,8	Cm	Cinta métrica y cálculo matemático I.C.C = Perímetro cintura/Perímetro cadera
Área grasa visceral (AGV)	Área estimada de grasa alrededor de los órganos internos del abdomen	Bajo 100 cm ²	Cm ²	Bioimpedancia (BIA)

Operacionalización de las variables:

En este estudio se evaluaron las distintas variables mencionadas anteriormente, donde cada una de ellas nos entregó una medida específica. Estas fueron obtenidas a través de diferentes métodos:

- a) Tallímetro: medición de la altura en cm
- b) Balanza: medición del peso corporal en kg
- c) Perimetría: se utilizará para evaluar la circunferencia de cintura y cadera, medida en cm, con el uso de una cinta métrica no elástica. Se realiza la perimetría de cintura entre la última costilla y la EIAS, identificando el punto más estrecho. Para obtener la medición de cadera, se coloca la cinta métrica a nivel del trocánter mayor de ambos lados, coincidiendo con la sínfisis pubiana.
- d) Bioimpedanciometría: estimación de la composición corporal en kg tomando en cuenta grasa corporal, masa muscular total y de forma segmentaria, donde la ejecución requiere que el paciente se coloque en posición horizontal sobre una camilla de material no conductor (sin marcos metálicos que puedan distorsionar las medidas de impedancia) durante 5 minutos, los brazos deben estar separados ligeramente de manera que no toquen la parte lateral de tronco y piernas separadas aproximadamente 45° para evitar que se toquen los tobillos, logrando distribuir de forma homogénea los fluidos corporales. Es muy importante adherirse a esta posición estándar ya que las desviaciones producen grandes diferencias en la impedancia medida.
- e) Cicloergómetro: utilizado para realizar la sesión de entrenamiento aeróbico de alta intensidad y corta duración durante toda su extensión.
- f) Monitorización de Frecuencia cardiaca: Pulsómetro Polar RS200sd
- g) Equipo de electroterapia (Neurodyn. IBRAMED): utilizado como fuente para proporcionar la intensidad necesaria para la estimulación eléctrica subcutánea, que será transmitida y entregada por agujas de acupuntura utilizadas para la técnica de electrolipólisis del grupo B y grupo D.

Plan de análisis estadístico:

Se recopilaron todos los datos donde fueron sometidos a un test de normalidad (Shapiro-wilk) para ver su distribución normal, posteriormente para poder hacer la comparación se realizó un análisis de variancia, ANOVA de dos vías para medidas repetidas para comparar entre dos factores en tiempo y grupos, en el pre y post tratamiento, posterior a esto se realizó un Post hoc test para saber dónde estaba la diferencia estadísticamente significativa considerando grupos y tiempo donde se consideran significativos con un $p < 0,05$.

Los efectos principales y los cambios en las variables se relacionarán con el área de grasa visceral, masa muscular de tronco, porcentaje de grasa corporal, masa de músculo esquelético, masa grasa corporal, peso, circunferencia de cintura e índice cintura/cadera en los cuatro grupos de estudio (Control, Electrolipólisis, HIIT, Electrolipólisis + HIIT), entre los períodos de pre y post tratamiento.

Relevancia de la investigación:

La relevancia de este estudio está enfocada a prevenir o disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares y su riesgo para la salud, mediante dos diferentes estrategias; Electrolipólisis y HIIT, utilizadas de manera combinada para potenciar sus efectos sobre la acumulación de tejido graso en zonas relacionadas a este riesgo. Esta acumulación de grasas en las células está directamente relacionada con la cantidad insuficiente de enzimas que activan la lipólisis de las grasas acumuladas. Por lo tanto, los tratamientos para la oxidación de grasa localizada pueden ser orientados en el sentido de aumentar la producción de esta enzima para que ocurra mayor combustión de las grasas acumuladas y en exceso.

Al mismo tiempo, es importante la educación del paciente para que mantenga un estilo de vida saludable, ya que las intervenciones de este estudio serán momentáneas en el caso de que las pacientes no cambien sus hábitos y no tendría un efecto a largo plazo.

La realización de ejercicio aeróbico para este estudio está definido mediante un entrenamiento de intervalos de alta intensidad y corta duración, el cual está

pensado para pacientes sedentarias y con características físicas específicas y de capacidad aeróbica deficiente, lo que nos ayudaría a tener una mejor adherencia al entrenamiento en cuanto a la duración y en relación a los efectos positivos que conlleva a la reducción de la grasa localizada (abdomen) y finalmente poder obtener mejores resultados con este tipo de intervención.

RESULTADOS

Los datos generales se muestran en la Tabla 2, de un total de 40 pacientes de sexo femenino, divididas en 4 grupos; Control, Electrolipólisis, HIIT, Electrolipólisis y HIIT (10 personas por cada grupo) con edad promedio de 25 años, rango: 21-30, masa corporal promedio 70,75 kg, rango: 62-89 y talla promedio de 1,58 metros: rango 1,49-1,78. De las 40 pacientes, el 100% fue catalogada como sobrepeso (IMC $\geq 25 < 29$).

Tabla 2. Características basales de los grupos de estudio

Variables / Grupos	CTRL	EL	HIIT	EL+HIIT	Valor P
Masa Corporal (kg)	69 \pm 8,5	67 \pm 6,4	77 \pm 7,6	70 \pm 6,9	0,0388
Cintura	82 \pm 2,7	84 \pm 4,4	86 \pm 3,9	84 \pm 3,6	0,5858
ICC	0,87 \pm 0,03	0,85 \pm 0,03	0,81 \pm 0,04	0,82 \pm 0,05	0,0024
AGV	92 \pm 14	89 \pm 29	105 \pm 35	100 \pm 21	0,7004
% Grasa	34 \pm 5,3	35 \pm 7	36 \pm 7	37 \pm 6,3	0,7004
Masa ME	24 \pm 4,6	24 \pm 3,7	28 \pm 4,5	24, \pm 3	0,2132
Masa GM	24 \pm 2,5	24 \pm 5,3	27 \pm 6,7	26 \pm 6,3	0,1571
Masa MT	20 \pm 2,7	19 \pm 2,1	21 \pm 2,4	18 \pm 3,3	0,0571

Las variables **medidas antropométricamente** fueron masa corporal, circunferencia de cintura, índice cintura/cadera (Tabla 2) y las variables de grasa medidas mediante bioimpedanciometría fueron AGV, porcentaje de grasa corporal, Masa de músculo esquelético, Masa grasa muscular, masa muscular de tronco (Tabla 2). De todas las pacientes intervenidas, en el grupo de HIIT, una abandonó el tratamiento, por ende, sus variables post intervención no fueron medidas ni contempladas para el plan estadístico.

Masa corporal

Con respecto a la Masa corporal (kg), se encontraron diferencias significativas en todos los grupos de intervención, entre el pre y post tratamiento (Gráfico 1). El grupo EL tuvo un PRE de $67,4 \pm 6,39$ kg en comparación al promedio POST con un valor de $66,4 \pm 5,85$ kg; ***P=0,0008. Porcentualmente hubo una disminución de 1,5% del peso corporal. El grupo HIIT tuvo un PRE de $77,1 \pm 7,58$ kg en comparación a los resultados POST dando un valor de $76,3 \pm 7,71$ kg; **P =0,0079. Porcentualmente hubo una disminución de 1,03% de la Masa corporal. El grupo EL + HIIT, tuvo un PRE de $70,3 \pm 6,94$ kg en comparación a los resultados POST, dando un valor $69 \pm 7,58$ kg; ****P <0,0001. Porcentualmente hubo una disminución de 1,84% de la Masa corporal.

La masa corporal de forma basal es diferente entre los grupos de estudio, estadísticamente significativo en la comparación entre el PRE CTRL v/s HIIT *P=0,0136, EL v/s HIIT **P= 0,0059, HIIT v/s EL + HIIT *P= 0,0494. Entre el POST CTRL v/s HIIT *P=0,0366, EL V/S HIIT *P=0,0050 y HIIT v/s EL + HIIT *P= 0,0356.

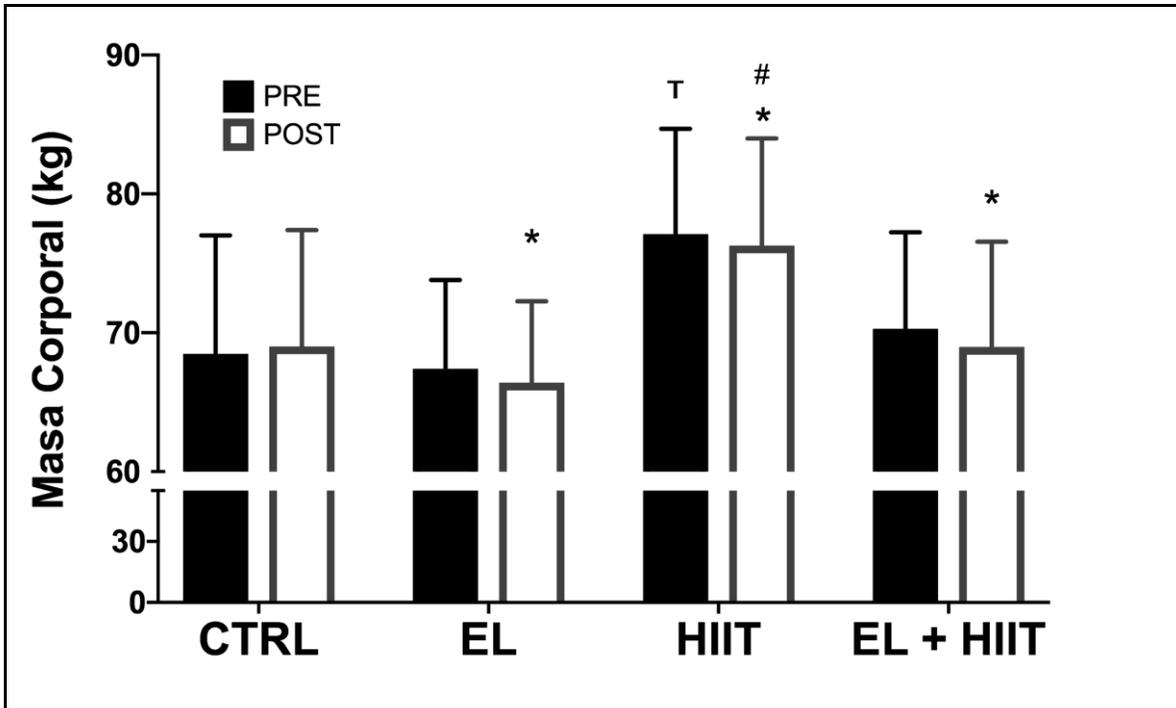


Gráfico 1. Cambios en la masa corporal (kg) entre el pre y post tratamiento.

CTRL Control

EL Electrolipolisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración.

T Compara el PRE de HIIT con CTRL, EL y EL+HIIT. $P > 0,05$

Compara el POST de HIIT con CTRL, EL y EL+HIIT. $P > 0,05$

* Comparación entre PRE y POST en el mismo grupo, $P > 0,05$

Con respecto a la masa grasa corporal (kg), no se encontraron diferencias significativas en los grupos de intervención, entre el pre y post tratamiento (Gráfico 2). El grupo EL tuvo una disminución en 6/10 pacientes. El grupo HIIT tuvo una disminución en 2/10 pacientes. El grupo EL + HIIT, tuvo una disminución en 9/10 pacientes.

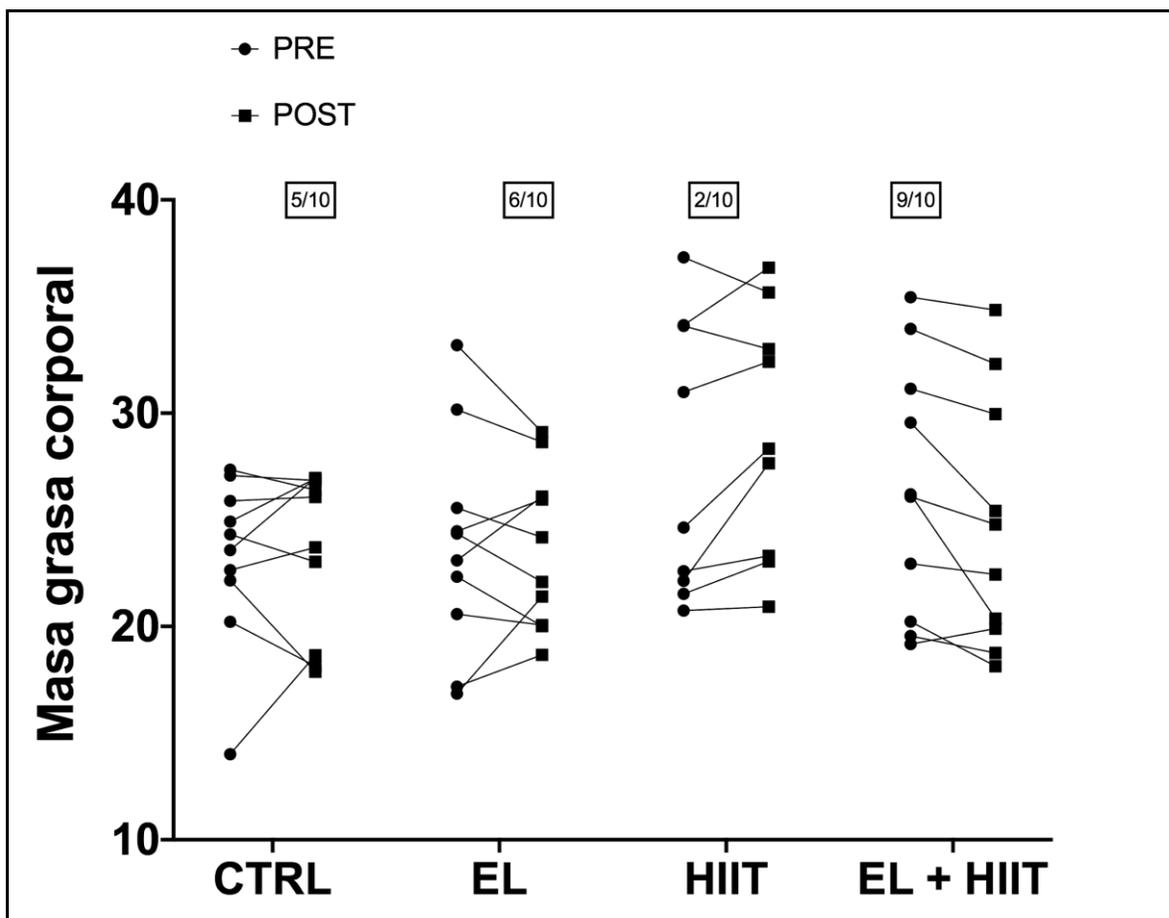


Gráfico 2. Cambios en la Masa grasa corporal caso a caso.

CTRL Control

EL Electrolipólisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración

Con respecto al agua extracelular total, no se encontraron diferencias significativas en los grupos de intervención, entre el pre y post tratamiento (Gráfico 3). El grupo EL tuvo una disminución en 8/10 pacientes. El grupo HIIT tuvo una disminución en 7/10 pacientes. El grupo EL + HIIT, tuvo una disminución en 7/10 pacientes.

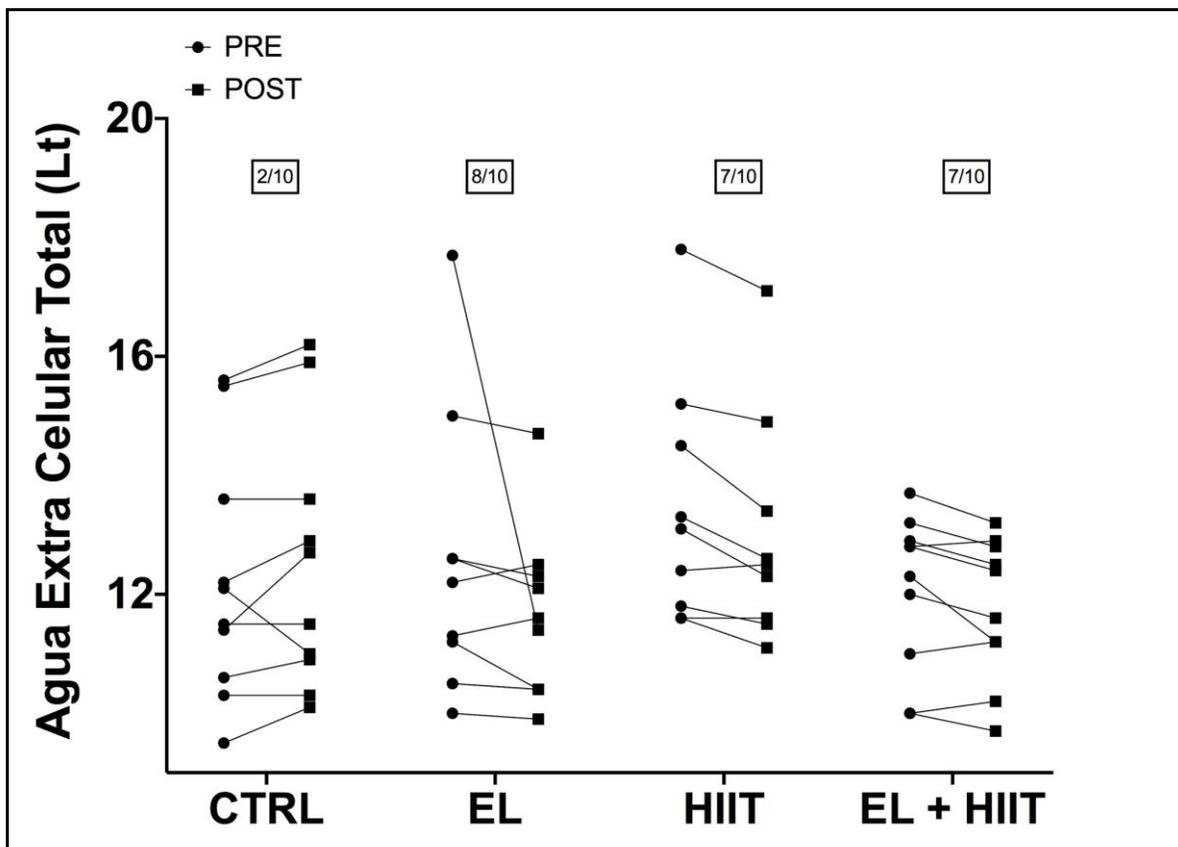


Gráfico 3. Cambios en la Agua extracelular caso a caso.

CTRL Control

EL Electrolipólisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración

Circunferencia de cintura

Con respecto a la CC, se encontraron diferencias significativas en todos los grupos de intervención entre el pre y post tratamiento (Gráfico 4). El grupo de EL tuvo un PRE de $83,6 \pm 4,38$ cm en comparación al valor promedio POST de $78,9 \pm 4,14$; **** $P < 0,0001$. Porcentualmente hubo una disminución de 5,6%. El grupo de HIIT, tuvo un PRE de $85,8 \pm 3,87$ cm en comparación al valor promedio POST de $80,6 \pm 6,36$ cm; **** $P < 0,0001$. Porcentualmente hubo una disminución del 6,06%. El grupo EL + HIIT, tuvo un PRE de $83,8 \pm 3,58$ cm en comparación al valor promedio POST de $82,6 \pm 4,34$; ** $P = 0,0047$.

La comparación post intervención entre grupo CTRL v/s EL, dio diferencias significativas * $P = 0,0292$.

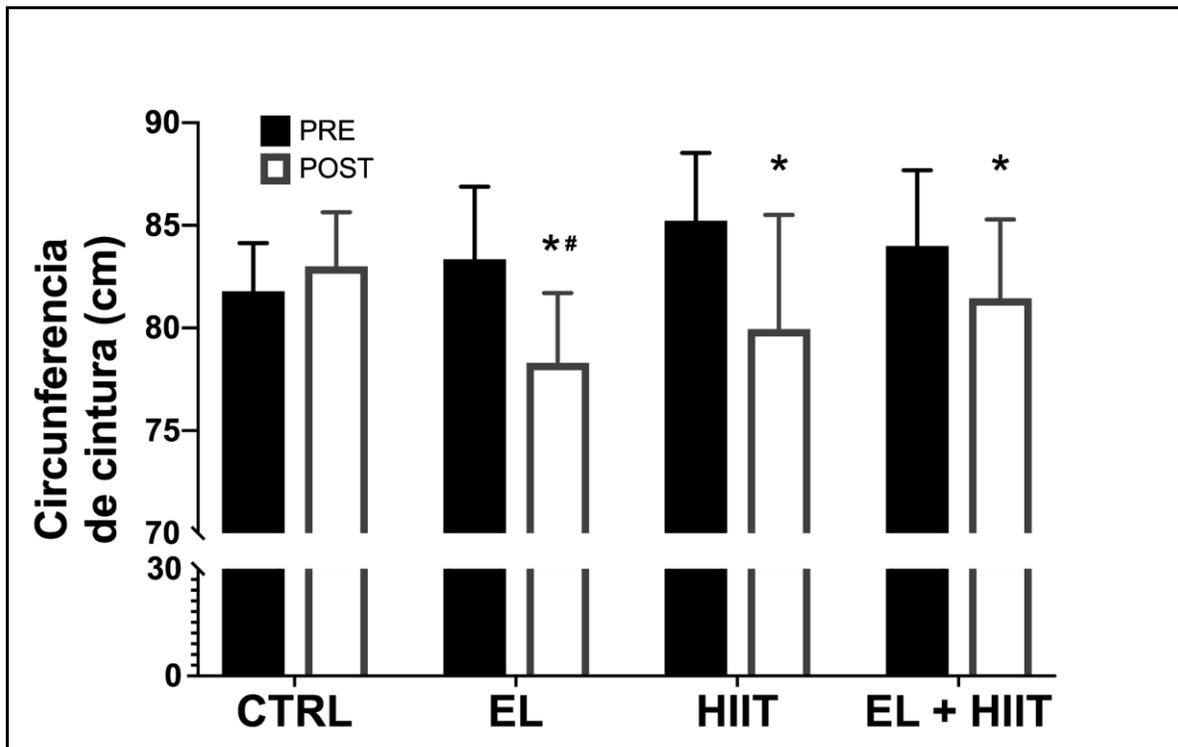


Gráfico 4. Cambios en la circunferencia de cintura (cm) entre el pre y post tratamiento

CTRL Control

EL Electrolipólisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración.

Compara el POST entre CTRL v/s EL, $P > 0,05$ Comparación entre PRE y POST en el mismo grupo, $P > 0,05$.

*Comparación entre PRE y POST en el mismo grupo, $P > 0,05$.

Índice cintura/cadera

Con respecto al ICC, se encontraron diferencias significativas en todos los grupos de intervención (Gráfico 5). El grupo EL tuvo un PRE de $0,85 \pm 0,03$ en comparación al valor promedio POST de $0,82 \pm 0,03$, $*P=0,0352$. Porcentualmente hubo una disminución del 3,5%. El grupo HIIT tuvo un PRE de $0,81 \pm 0,04$ en comparación al valor promedio POST de $0,78 \pm 0,05$, $**P=0,0080$. Porcentualmente hubo disminución del 3,7%. El grupo EL + HIIT tuvo un PRE de $0,82 \pm 0,05$ en comparación al valor promedio POST de $0,85 \pm 0,05$; $*P=0,0228$. Porcentualmente hubo un aumento del 3,6%.

El ICC de forma basal es diferente entre los grupos de estudio, estadísticamente significativo en comparación entre el PRE CTRL v/s HIIT $**P=0,0033$, CTRL v/s EL + HIIT $*P= 0,0168$, EL v/s HIIT $*P= 0,0482$. Entre el POST CTRL v/s HIIT $****P < 0,0001$, EL v/s HIIT $*P=0,0168$, CTRL v/s EL $*P=0,0126$ y HIIT v/s EL + HIIT $***P=0,0004$.

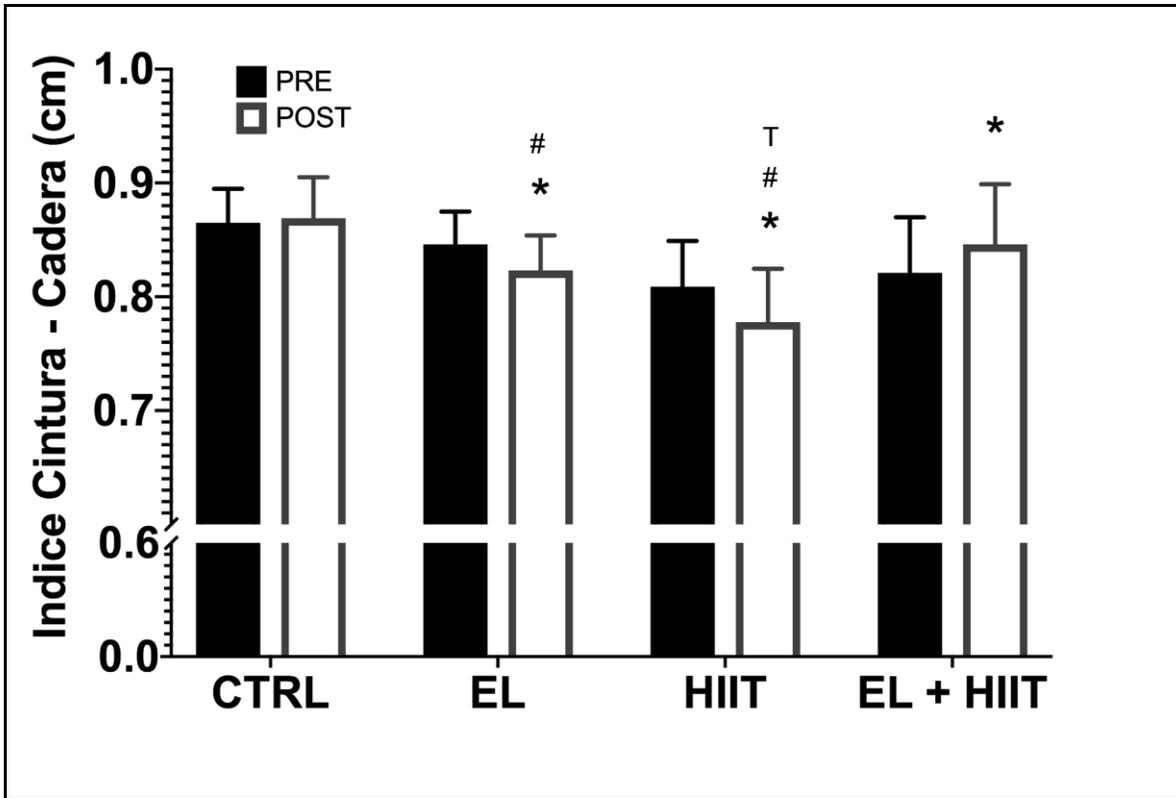


Gráfico 5. Cambios en el Índice de cintura/cadera (cm) entre el pre y post tratamiento.

CTRL Control

EL Electrolipolisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración.

T *Compara el tiempo PRE de HIIT con EL y CTRL*

Compara el tiempo POST entre el grupo CTRL v/s EL y HIIT v/s EL + HIIT

* *Comparación entre PRE y POST en el mismo grupo, P>0,05.*

Área grasa visceral

Con respecto a AGV, no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los grupos entre el pre y post tratamiento (Gráfico 6A). El grupo de CTRL tuvo un basal de $91,6 \pm 14$ en comparación al valor promedio final de $85,4 \pm 11,1$, $P=0,2553$. Porcentualmente hubo una disminución de 6,7%. El grupo EL tuvo un basal de $88,7 \pm 29$ en comparación al valor promedio final de $94,7 \pm 20,8$. $P=0,2753$. Porcentualmente hubo un aumento de 6,7%. El grupo HIIT tuvo un basal de $105 \pm 35,3$ en comparación al valor promedio final $105 \pm 28,8$. $P=0,9138$. Porcentualmente no hubo cambios. El grupo de EL + HIIT tuvo un basal de 100 ± 21 en comparación al valor promedio final de $90,6 \pm 22,2$. $P=0,0768$. Porcentualmente hubo una disminución del 9,4%.

Entre grupos no hubo diferencias significativas, valor de $P>0,05$.

Masa grasa corporal

Con respecto a MGM, no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los grupos entre el pre y post tratamiento (Gráfico 6B). El grupo de CTRL tuvo un basal de $24 \pm 2,49$ en comparación al valor promedio final de $23 \pm 4,21$, $P=0,8888$. Porcentualmente hubo una disminución del 4.1 %. El grupo EL tuvo un basal de $23,7 \pm 5,34$ en comparación al valor promedio final de $23,5 \pm 3,86$. $P=0,9999$. Porcentualmente hubo un aumento de 2.17%. El grupo HIIT tuvo un basal de $26,8 \pm 6,74$ en comparación al valor promedio final $29,7 \pm 6,82$. $P=0,1226$. Porcentualmente hubo un aumento 10.8%. El grupo de EL + HIIT tuvo un basal de $26,2 \pm 6,25$ en comparación al valor promedio final de $24 \pm 6,51$. $P=0,7533$. Porcentualmente hubo una disminución de 8.3 %.

Entre el grupo CTRL v/s HIIT en el POST hubo diferencias significativas $*P=0,0443$.

Masa músculo esquelético

Con respecto a MME, no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los grupos entre el pre y post tratamiento (Gráfico 6C). El grupo de CTRL tuvo un basal de $24,4 \pm 4,55$ en comparación al valor promedio final de $24,2 \pm 4,1$, $P=0,9879$. Porcentualmente hubo una disminución del 0,8%. El grupo EL tuvo un basal de $23,9 \pm 3,67$ en comparación al valor promedio final de $23,5 \pm 3,82$. $P=0,6807$. Porcentualmente hubo una disminución de 1,67%. El grupo HIIT tuvo un basal de $27,6 \pm 4,48$ en comparación al valor promedio final $26,8 \pm 3,75$. $P=0,6376$. Porcentualmente hubo una disminución del 2,9 %. El grupo de EL + HIIT tuvo un basal de $24,3 \pm 3,08$ en comparación al valor promedio final de $24,5 \pm 3,08$. $P=0,9966$. Porcentualmente hubo un aumento de 0,82%.

Entre grupos no hubo diferencias significativas, valor de $P>0,05$.

Porcentaje grasa corporal

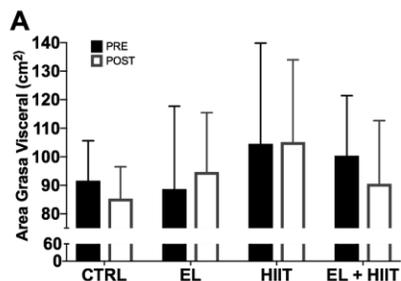
Con respecto a % GC, no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los grupos entre el pre y post tratamiento (Gráfico 6D). El grupo de CTRL tuvo un basal de $34 \pm 5,3$ en comparación al valor promedio final de 34 ± 4 , $P>0,9999$. Porcentualmente no hubo cambios. El grupo EL tuvo un basal de $35,3 \pm 6,61$ en comparación al valor promedio final de $35,7 \pm 5,55$. $P=0,9937$. Porcentualmente hubo un aumento de 1,1%. El grupo HIIT tuvo un basal de $35,7 \pm 7,37$ en comparación al valor promedio final $38 \pm 6,41$. $P=0,1847$. Porcentualmente un aumento del 6,4%. El grupo de EL + HIIT tuvo un basal de $37,4 \pm 6,3$ en comparación al valor promedio final de $35,7 \pm 6,27$. $P=0,4418$. Porcentualmente hubo una disminución del 4,5 %.

Entre grupos no hubo diferencias significativas, valor de $P>0,05$.

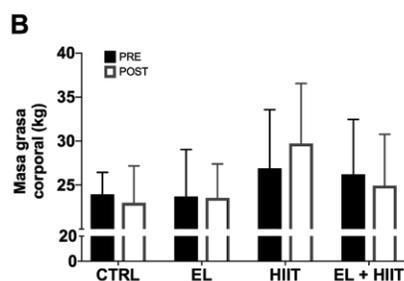
Masa magra de tronco

Con respecto a MMT, no se encontraron diferencias significativas en ningunos de los grupos entre el pre y post tratamiento (Gráfico 6E). El grupo de CTRL tuvo un basal de $19,5 \pm 2,74$ en comparación al valor promedio final de $19 \pm 2,76$, $P=0,2417$. Porcentualmente hubo una disminución del 2,6 %. El grupo EL tuvo un basal de $18,8 \pm 2,11$ en comparación al valor promedio final de $19,3 \pm 2$, $P=0,485$. Porcentualmente hubo un aumento de 5,5 %. El grupo HIIT tuvo un basal de $21,4 \pm 2,43$ en comparación al valor promedio final de $21,1 \pm 2,13$, $P=0,6448$. Porcentualmente hubo una disminución de 1,4%. El grupo de EL + HIIT tuvo un basal de $17,9 \pm 3,25$ en comparación al valor promedio final de $18,9 \pm 1,98$. $P>0,9999$. Porcentualmente hubo un aumento de 5,6%.

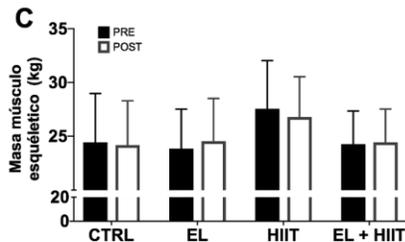
Entre grupos no hubo diferencias significativas, valor de $P>0,05$.



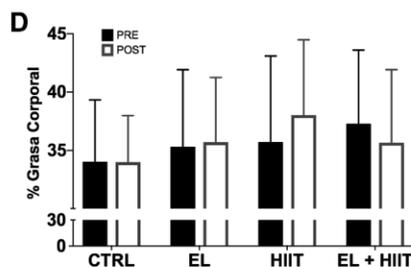
Cambios en área de grasa visceral entre PRE y POST tratamiento.



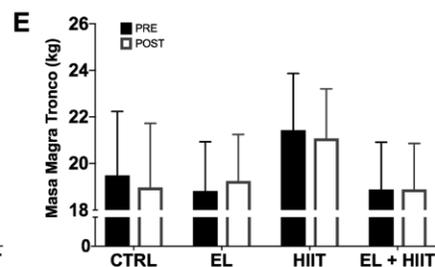
Cambios en Masa grasa Muscular (kg) entre PRE y POST tratamiento.



Cambios en Masa músculo esquelético (kg) entre PRE y POST tratamiento.



Cambios en % Grasa corporal entre PRE y POST tratamiento.



Cambios en Masa magra tronco (kg) entre PRE y POST tratamiento.

Gráfico 6. Cambios entre el pre y post tratamiento de:

6A. Área grasa visceral

6B. Masa grasa corporal

6C. Masa músculo esquelético

6D. Porcentaje de grasa corporal

6E. Masa magra de tronco

CTRL Control

EL Electrolipólisis

HIIT Entrenamiento de alta intensidad en intervalos de corta duración

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en nuestro estudio, el peso corporal y circunferencia de cintura arrojaron resultados significativos para los 3 grupos de intervención; EL, HIIT, EL + HIIT, con una disminución de estas variables. Para el índice de cintura cadera, los grupos de EL y HIIT arrojaron resultados significativos con una disminución de esta variable, sin embargo, el grupo de EL + HIIT, tuvo un aumento de esta. Para las demás variables; AGV, Grasa corporal, Masa músculo esquelética, Masa grasa muscular y Masa magra de tronco no se encontraron resultados significativos en ninguno de los grupos de estudio. Por lo tanto, la hipótesis se acepta de forma parcial con respecto a los resultados.

Masa corporal

Es interesante analizar, que mediante el entrenamiento de HIIT existen resultados similares al presente estudio, a pesar de que los protocolos varían en intensidad, duración de la sesión y número de intervalo, obteniendo una disminución estadísticamente significativa del peso corporal (Tjonna A et al, 2011; Molina C et al, 2018; Zaer N, 2016; Irving B et al, 2009). Irving B et al, 2009 obtuvo mejores resultados en comparación a nuestro estudio, lo cual podría atribuirse al ajuste de la intensidad para asegurar un gasto calórico específico por sesión.

Un estudio de Molina C et al 2016, realizó un estudio por 4 semanas, donde se obtuvo una disminución significativa del peso corporal de 1,3 kg (1,6%). Zaer N, el mismo año, pero tras 8 semanas de entrenamiento de HIIT también obtuvo cambios significativos con una reducción de 0,8 kg (1,01%) y dos estudios de 16 semanas obtuvieron cambios significativos con una reducción de 3,5 kg (3,7%) (Irving B et al, 2009) y un 3% (Tjonna A et al, 2011) respectivamente en el grupo de HIIT. Pareciera ser que las intervenciones tras un periodo de al menos 4 semanas de HIIT en personas sedentarias, tendrían una pérdida significativa del peso corporal, sin tomar en cuenta el protocolo utilizado, sino que solo la alta

intensidad como factor en común, lo que tiene relación con lo que se describe en la literatura, que a partir de la 4 semana se comienzan a ver adaptaciones fisiológicas inducidas por el ejercicio.

La evidencia ha mostrado que personas sedentarias que poseen mayor masa corporal (kg), tienen mejor respuesta a los efectos producidos por el ejercicio, lo que se relaciona directamente con esta variable donde Tjonna A et al, 2011; Irving B et al, 2009 tuvieron una disminución de alrededor de un 2% más de pérdida en comparación a los otros grupos mencionados anteriormente (Molina C et al, 2016; Zaer N, 2016), que tuvieron menor número de semanas totales y masa corporal basal. Esto coincidiendo con nuestro estudio ya que, en comparación con estudios de mayor duración total de tratamiento y masa corporal basal, presentamos menores cambios en la variable.

Por otro lado, para el tratamiento de Electrolipólisis, la evidencia ha mostrado que existe variabilidad en la pérdida de masa corporal relacionado a la frecuencia utilizada. Ribeiro N, 2012 tuvo una disminución de 0,53 kg luego de 10 sesiones de tratamiento, a una frecuencia 25 Hz, mientras que otros dos estudios, al cabo de 8 sesiones, tuvieron una disminución de 1 kg (1,7%) a una frecuencia de 50 Hz (Burin S, 2012) y de 3,3 kg (3,6%) a una Frecuencia de 30 Hz (Yahya M, 2014) respectivamente. A pesar de que todos los estudios lograron una disminución del peso corporal, estos dos últimos lograron una mayor disminución utilizando una mayor frecuencia en su intervención obteniendo mejores resultados en relación a tiempo-eficiencia. Esto quiere decir que a mayor frecuencia (Hz), menor número de sesiones serán necesarias para obtener mejores cambios en esta variable.

Cabe destacar, que los grupos de estudio tuvieron diferencias significativas en el peso corporal al inicio, por lo que los resultados en comparación con el post tratamiento entre los grupos, no entregaron datos confiables, ya que los kg promedio difirieron entre ellos. Sería importante destacar que, para futuras investigaciones, la distribución de la muestra fuera seleccionada por conveniencia, de tal forma que sean homogéneas y poder tener un mayor control sobre ella.

Un alcance con respecto al peso corporal, es que a pesar de que los tres grupos intervenidos tuvieron resultados significativos para la disminución de esta variable, no lo fue para la masa grasa corporal y para agua extracelular. Sin embargo, al realizar un análisis caso a caso se puede atribuir la pérdida de peso a la tendencia a la disminución promedio de la masa grasa corporal y agua extracelular. Para el grupo EL, hubo una disminución de 1 kg y 1 L de agua extracelular. Para el grupo de HIIT, disminuyeron 0,2 kg y disminuyeron 0,6 L de agua extracelular. Finalmente, el grupo EL + HIIT, disminuyeron 1,7 kg de masa grasa corporal y 0,3 L de agua extracelular. Esto quiere decir que, si bien la disminución por variable no fue suficiente para lograr cambios significativos, si fue logrado mediante la suma de ellas, provocando una consecuente reducción del peso corporal en las pacientes.

Circunferencia de cintura

Un estudio de Días C, et al 2008 que realizó un tratamiento de Electrolipólisis de 30 minutos de intervención con Electrolipólisis, utilizó un protocolo coincidente al nuestro, obteniendo una disminución significativa de 2,8 cm (3,96%). Sin embargo, los cambios fueron menores a los obtenidos por nuestro estudio con protocolo de 60 minutos de intervención, lo que quiere decir que, a mayor tiempo de exposición, mayor cambio se podría llegar a generar.

Dos estudios de 10 sesiones cada uno, con 50 min de duración a 30 Hz (Billing P, 2012) y 60 min de duración a 5 Hz (De Souza J, 2014) respectivamente, tuvieron una frecuencia de una vez por semana obteniendo cambios significativos para la variable. El primero disminuyó 1,5 cm (2,1%) y el segundo disminuyó 2,4 cm (3%), a diferencia de nuestro estudio que, al realizar igual cantidad de sesiones, pero con una frecuencia de 2 veces por semana, se disminuyó 4,7 cm (5,6%), siendo mayor que los otros estudios mencionados. Otro estudio de Yahya M, 2014 con un protocolo similar al nuestro con una frecuencia 2 sesiones semanales, pero con un total de 8 sesiones, tuvo una disminución significativa de 3,15 cm (2,8%), cercano a nuestros resultados.

En el grupo de HIIT, al igual que nuestros resultados, otros estudios arrojaron una disminución significativa de CC. Luego de 8 semanas de entrenamiento Zaer N, 2016 disminuyó 2,9% y Mazurek K et al, 2015 4,9%. Tras 12 semanas, Tjonna A et al, 2009 disminuyó 6,8% y tras 16 semanas Irving B et al, 2009 disminuyó 5,4%. Al comparar estos estudios podríamos inferir que con 8 semanas de entrenamiento de HIIT existen disminuciones significativas para esta variable, sin embargo, nuestro protocolo pareciera ser más efectivo ya que, con 5 semanas de intervención, hubo una reducción significativa de un 6%. Sin embargo, otro estudio de Alarcón M et al, 2016 utilizó nuestro mismo protocolo, obtuvo disminuciones porcentuales de CC. Puntos relevantes que podemos comparar, es que utilizaron una muestra mixta (hombres y mujeres) y no se hace referencia a la herramienta de medición utilizada para evaluar, lo que nos parece importante, ya que existen diferentes alternativas de evaluación para circunferencia de cintura (Wang J et al, 2003).

No se pudo demostrar significancia en la comparación entre EL v/s HIIT, para afirmar que intervención sería mejor que la otra ni tampoco que la combinación de ambos es más efectiva que cada una de ellas por sí solas. Esto nos parece relevante ya que el tratamiento de EL al ser más localizado no se diferencia en resultados a un tratamiento que actúa a nivel sistémico.

Índice Cintura/Cadera (ICC)

Nuestro estudio arrojó resultados significativos para esta variable en los 3 grupos de intervención, el grupo EL disminuyó un 3,5 %, el grupo HIIT disminuyó un 3,7% y el grupo EL+HIIT aumentó un 3,6%. Este aumento de ICC en el último grupo se debe a que la diferencia entre circunferencia de cintura y circunferencia de cadera es menor por ende, el resultado de la relación tendrá un aumento.

Un estudio de Ribeiro 2007, encontró diferencias significativas tras 6 sesiones de electrolipólisis abdominal, utilizando un protocolo donde variaba la Intensidad entre 0,5-1 mA, la Frecuencia entre 20-50 Hz y el tipo de onda emitida, obteniendo una disminución de 0,02 cm (2,4%). En contraste con nuestro estudio que se utilizó

una Intensidad umbral para cada paciente con una frecuencia establecida de 15 Hz y un solo tipo de onda durante toda la sesión, disminuyendo 0,03 cm (3,5). Los resultados para ambos estudios fueron similares, por lo que se podría pensar que si se utiliza el protocolo de Ribeiro con la misma cantidad de sesiones que nuestro estudio (10 sesiones), podría arrojar mejores resultados que los nuestros. Sería importante evaluar el comportamiento de la variación de cada parámetro por sí sólo y definir si todos interfieren en el resultado en comparación con los de nuestro estudio.

Área de Grasa Visceral (AGV)

Los resultados obtenidos en nuestro estudio luego de 5 semanas, no fueron significativos y no tuvieron cambios en el grupo de HIIT. No así, en otros estudios con una duración total de tratamiento sobre 12 semanas, que arrojaron resultados estadísticamente significativos. Zhang H et al, 2015 disminuyó un 18% y en el 2017 disminuyó 13% luego de 12 semanas e Irving B et al 2009 disminuyó 14% en 16 semanas. Al comparar estos resultados, se observa que a partir de las 12 semanas de tratamiento las disminuciones son significativas, con cambios por sobre el 10%. Sumado a esto, Maillard F et al, 2016, utilizó el mismo protocolo que nuestro estudio, obteniendo una disminución de 5,7%, pero tras un mayor número de semanas de tratamiento (16 semanas). Esto afirma que la duración de tratamiento en semanas influye de forma positiva en los resultados que arroja la intervención con HIIT. Cabe destacar que, si bien el protocolo utilizado por Maillard F et al 2016 si tuvo resultados significativos, no fueron igualmente efectivos en comparación con los otros estudios antes mencionados, los que tuvieron una disminución aún mayor, lo que nos indica que no sería el protocolo más adecuado para la disminución de AGV.

Para el tratamiento de Electrolipólisis, no se encontraron estudios como tampoco para la combinación de éste con entrenamiento de HIIT que incluyeran AGV en sus variables. Sin embargo, en nuestro estudio sí fueron analizados, sin cambios significativos, pero con una tendencia a la disminución para el grupo combinado y una tendencia al aumento para el grupo EL. Es por esto que nos parece

importante incorporar esta variable para futuras investigaciones en este tipo de tratamiento, ya que nos indica un parámetro de porcentaje de grasa abdominal visceral, lo cual es considerado riesgoso para la salud (Almeida E et al, 2018).

Masa grasa corporal (kg)

No se obtuvo cambios significativos en ninguno de los grupos de intervención, sin embargo, cabe destacar que para el grupo de EL y HIIT de forma aislada tuvieron una tendencia al aumento de 2,17% y 10,8% respectivamente, en comparación con el grupo combinado el cual tuvo una tendencia a la disminución de un 8,3%. Esto contrasta con la literatura para el tratamiento de HIIT, ya que hablan de disminuciones significativas, pero en un mayor tiempo de tratamiento que el requerido en el presente estudio. Un ejemplo es Mancilla 2014 que con 3 meses de tratamiento arrojó una disminución de 4,2 kg de grasa corporal, al igual que Tjonna et al 2009 que redujo 0,9 kg y a los 12 meses redujo 2,4 kg. Otro estudio de Irving B et al, 2009 tras 16 semanas tuvo una disminución 2,8 kg, mientras que, en 12 semanas, Zhang H et al 2017 arrojó una disminución de 3,3 kg (4,9%). Estos resultados difieren de los obtenidos en nuestro estudio luego de 5 semanas de tratamiento, por lo que se debe considerar si el número de semanas utilizadas es suficiente para generar adaptaciones fisiológicas que permitan disminuir la masa grasa mediante un tratamiento de HIIT.

A pesar de que en nuestro estudio no se pudo concluir una disminución directa de grasa abdominal a través de los diferentes grupos de intervención, consideramos atingente investigar sobre la masa grasa de tronco a través de plicometría, como se mostró en una investigación que obtuvo cambios porcentuales en un grupo que solo recibió un tratamiento de electrolipólisis, presentando una reducción media del 20%, mientras que el grupo de electrolipólisis más actividad física redujo en promedio 23,88% (Días C, 2008), ambos evaluados mediante el pliegue cutáneo abdominal. Se sugiere en otras investigaciones considerar este tipo de métodos de evaluación como complemento.

Porcentaje de grasa corporal

La evidencia científica que considera esta variable tras la intervención de HIIT es controversial con respecto a los resultados obtenidos, puesto a que existen estudios que no han demostrado efectos positivos asociados a la disminución del % de grasa corporal (Álvarez M et al, 2012; Molina C et al, 2016; Irving B et al, 2009; Camacho A et al, 2016, Smith Ryan A, 2016) al igual que en nuestro estudio, lo que contrasta con los resultados significativos en otros estudios (Fisher G et al, 2015; Zhang H et al, 2017; Smith Ryan, A 2015; Zhang H et al, 2015; Tjonna A et al, 2009; Keating S et al, 2014; Peñailillo L et al, 2016). Analizando los estudios anteriormente mencionados, los estudios que obtuvieron resultados estadísticamente significativos, realizaron el entrenamiento de HIIT en cicloergómetro, a diferencia de treadmill que fue menos utilizado. Además, el método de evaluación utilizado para poder estimar el % GC que se utilizó con mayor frecuencia resultando cambios significativos fue con dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA,) en comparación con la Bioimpedancia utilizada en nuestro estudio. Cabe destacar que el DEXA es el gold standard como método de evaluación para poder determinar de forma exacta la composición corporal, especificando características de masa muscular, tejido graso e incluso tejido óseo, pudiendo establecer relaciones entre ellas (Peppia et al, 2017).

Creemos que es necesario realizar más estudios que comparen distintos protocolos para determinar la duración, frecuencia y tiempo de recuperación que podrían producir mayor disminución en el porcentaje de grasa corporal. En relación a nuestro protocolo consideramos que 5 semanas (10 sesiones) de tratamiento fue insuficiente para inducir una pérdida de % de grasa corporal, ya que este mismo protocolo tras 15 semanas (45 sesiones) de intervención si logra disminuir de forma significativa esta variable (Trapp E, 2008). Además de considerar una supervisión de la alimentación y homogeneidad de las características basales de los sujetos (Trapp E, 2008).

Con respecto al tratamiento de Electrolipolisis, no se encontró literatura que considerara esta variable, más bien se basaron mayormente en muestras de

sangre, niveles plasmáticos o muestras de orina post tratamiento, lo cual era inviable para este estudio. Es por esto que se incluyó el %GC para poder analizar si se generan cambios con EL, ya que era esperable que el tratamiento de HIIT si generará cambios en el % y por sobre todo si tenía alguna incidencia en la combinación de ambos tratamientos. Sin embargo, sorprendentemente, ambos tratamientos tuvieron una tendencia al aumento de GC, pero la combinación de ambos una tendencia a la disminución lo que podría mostrar que el conjunto de ambos tratamientos genera efectos positivos.

Masa muscular esquelética y masa muscular de tronco

En nuestro estudio no se obtuvo cambios significativos en estas variables. Sin embargo, en otro estudio que utilizó el mismo protocolo de HIIT (Kong Z, 2016), los participantes tuvieron un aumento de la masa muscular de 0,3 kg, lo que no coincide con nuestro estudio, ya que el grupo de HIIT tuvo una disminución de 0,8 kg. Esto se le atribuye a que realizaron el tratamiento con una frecuencia de 4 veces por semana, con un total de 20 sesiones, a diferencia de de nuestro estudio que tuvo un total de 10 sesiones con una frecuencia de 2 veces por semana. Por lo tanto, los efectos se pudieron haber acentuado con una mayor frecuencia y duración total del tratamiento. Así mismo otro estudio (Trapp E, 2008) que tuvo resultados similares a Kong Z, también utilizó nuestro mismo protocolo pero tras 15 semanas (45 sesiones totales) de tratamiento, arrojando un aumento de masa muscular de tronco de 0,5 kg, el cual no significativo pero mostrando una tendencia al aumento de esta variable. De igual forma, cabe recalcar que para nuestro estudio, el objetivo no era lograr un aumento de masa muscular esquelética ni de tronco, si no que una mantención de ella. Si el objetivo es buscar un aumento, se recomienda realizar otro tipo de entrenamiento más específicos para el trabajo muscular. De la misma forma, para el tratamiento de electrolipolisis no se busca una modificación en la masa muscular, ya que es un tratamiento que actúa a nivel de tejido adiposo subcutáneo y no en el tejido muscular (Da silva A, falta año; Ribeiro N, 2012).

CONCLUSIÓN

Luego de analizar y comparar los resultados obtenidos en nuestro estudio con respecto a la literatura, se confirma parcialmente nuestra hipótesis nula, ya que no se encontraron diferencias significativas en la variación de la composición corporal para todos los grupos, sin demostrar mayor efectividad en la combinación de ambos tratamientos. Sin embargo, cabe destacar que todos los tratamientos arrojaron resultados significativos para la reducción de la masa corporal y CC en todos los grupos intervenidos. Para el ICC, el tratamiento de HIIT y EL arrojaron resultados significativos con una disminución de esta variable, no así para el grupo combinado que tuvo un aumento. Esto reafirma que este tipo de intervenciones parecen efectivas y seguras por sí solas para reducir el riesgo cardiovascular. Esto abre la posibilidad a incorporar el recurso de EL como un método de tratamiento efectivo, con gran adherencia, sin un esfuerzo adicional y que genera gran satisfacción subjetiva. Sumado a esto, el entrenamiento de HIIT también demostró ser efectivo como ejercicio aeróbico en un menor tiempo, con los mismos resultados que un ejercicio continuo, con la ventaja de realizar distintos protocolos y modalidades, dependiendo del objetivo que se plantee en el estudio. Para las variables no significativas, es importante considerar la tendencia que arrojaron los resultados, lo cual podría aportar información relevante para próximos estudios.

La incorporación de otros métodos de evaluación como complemento, podría arrojar resultados más exactos, aumentando su confiabilidad como por ejemplo plicometría, ultrasonido o DEXA para el tejido adiposo y muscular, Test de astrand y caminata 6 min para comprobar una variación en la capacidad aeróbica e incorporar evaluaciones cualitativas como cuestionarios de satisfacción o fotografías corporales, obteniendo información subjetiva de la paciente. Es importante considerar un seguimiento alimenticio estricto, controlando aún más las variables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acedo F, Martins M, Oda C & Santos F. (2008). Estudio comparativo dos efeitos da eletrolipólise com uso de tens modo burst e modo normal no tratamento de adiposidade localizada abdominal. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, vol. 3(2), pág. 49-62.
2. Acosta E. (2012). Obesidad, tejido adiposo y resistencia a la insulina. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, vol. 46 (2), pág. 183-94.
3. Aguilera R, Vergara C, Quezada R, Sepúlveda M, Coccio N, Cortés P, Delarze C y Flores C. (2015). Ejercicio intervalado de alta intensidad como terapia para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico; revisión sistemática con metaanálisis. *Nutr Hosp.*, vol. 32, pág. 2460-2471.
4. Alarcón M, Delgado P, Caamaño F, Osorio A, Rosas M, Cea F. (2015). Estado nutricional, niveles de actividad física y factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Santo Tomás. *Rev chil nutr*, vol, 42(1), pág. 70-6.
5. Alarcón M, Delgado P, Castillo L, Thuiller N, Bórquez P, Sepúlveda C, Rebolledo S. (2016). Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO₂ máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 33(2), pág. 284-288.
6. Almeida E, Sabino C, Dornelas A, Galvão I, Da Silva A & Kruze I. (2018). Razón entre grasa visceral y subcutánea como predictor de alteraciones cardiometabólicas. *Revista chilena de nutrición*, vol. 45 (1), pág. 28-36.
7. Álvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis C. (2012). Effect of sprint interval training and resistance exercise on metabolic markers in overweight women. *Rev med Chile*, vol 140(10), pág 1289-1296.
8. Alvero J, Correas L, Ronconi M. Ronconi, Fernandez R, y Porta J. (2011). La bioimpedancia eléctrica como metodo de estimacion de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte*, vol 4(4), pág. 167-174.
9. Alves E, Salermo G, Paniss V, Franchini E y Takito M. (2017). Efectos del estímulo de larga o corta duración durante el entrenamiento por intervalos de alta intensidad sobre el rendimiento físico, la ingesta de energía y la

- composición corporal. *Diario de rehabilitación de ejercicios*, 13 (4), 393–399.
10. Assumpção A, Souza A, Máximo L. (2006). Eletrolipólise. In: *Dermato Funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. São Paulo: Phorte.
 11. Atalah, E. (2012). Epidemiologia de la obesidad en Chile. *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 23(2), pág. 117-123.
 12. Arnaiz P, Acevedo M, Barja S, Aglony M, Guzman B, Cassis B, Carvajal J, Moreno M, Navarrete C, Berrio X. (2010). Adiponectin levels, cardiometabolic risk factors and markers of subclinical atherosclerosis in children. *International Journal of cardiology*, vol 138 (2), pág. 138–144.
 13. Billing P, Stumpf T, Martinelli A & Viana P. (2012). A eletrolipólise percutânea como possibilidade de diminuição da adiposidade em abdômen e flancos. *Revista Biomotriz N°2*, pág. 94-102.
 14. Busnardo V. 2003. Eletrolipólise – Eletrolipoforese.
 15. Burgos C, Henríquez-Olguín C, Ramírez-Campillo R, Mahecha Matsudo S, Cerda-Kohler H. (2017). ¿Puede el ejercicio físico per se disminuir el peso corporal en sujetos con sobrepeso/obesidad?, *Rev Med Chile*, vol. 145, pág. 765-774.
 16. Borges F. 2006. *Dermato-funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. São Paulo: Phorte.
 17. Borges F. (2010). *Dermatofuncional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. Editora Phorte, São Paulo.
 18. Boudou P, Sobngwi E, Mauvais-Jarvis F, Vexiau P and Gautier J.-F. (2003). Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *European Journal of Endocrinology*, vol. 149(5), pág. 421–424.
 19. Boutcher S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*.
 20. Burin S y Calegari A. (2012). Comparação dos efeitos da endermologia e da eletrolipoforese no tratamento do fibro edema gelóide. *Fisioterapia Brasil*, vol. 13, pág. 336-341.

21. Braz de Campos G, Lima L. (2016). Electrolipolysis effectiveness in reducing localized adiposity: an integrative review. *Ciencia & saúde*, vol 9(3), pág 197-202.
22. Camacho A, Brazo J, Camacho M, Marcos M, Timón R & Olcina G. (2016). Efecto de un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre masa grasa corporal en adolescentes. *Revista Española de Salud Pública*, vol, 90.
23. Cano-Montoya J, Alvarez C, Martínez C, Salas A, Sade F, Ramírez-Campillo R (2016). Recuperación cardiovascular durante ejercicio intermitente en pacientes con hipertensión y diabetes tipo 2 altamente adherentes. *Rev Med Chile*, vol. 144, pág. 1150-1158.
24. Carvajal C. (2015). Tejido adiposo, obesidad e insulino resistencia. *Medicina Legal de Costa Rica*, vol. 32(2), pág.138-144.
25. Chicharro L & Campos V. Entrenamiento interválico de alta intensidad. 2018. *Exercises physiology & Training*. pág. 39.
26. Cofré C, Sánchez P, Zafra E & Espinoza A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, vol. 48(3), pág. 275-284.
27. Comark D. (1991). *Ham: histología*. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pág. 144-148; 477- 478.
28. Costigan S, Eather N, Plotnikoff R, Taaffe D, Lubans D. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, pág. 1-9.
29. Cristi-Montero C y Rodríguez F. (2014). Paradoja "activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente". Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista médica de Chile*, vol. 142 (1), pág. 72-78.
30. Curilem C, Rodríguez F, Almagià A, Yuing T, Berral de la Rosa F. (2016). Ecuaciones para la evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Cad. Saúde Pública*, vol. 32(7).
31. SILVA M. (1997). *Eletroterapia em estética corporal*. São Paulo: Robe, 1997, p.59-64
32. De Souza J, Guterres L. (2014). Efeitos da eletrolipólise na redução de gordura abdominal em mulheres jovens. *Revista inspirar movimento & saúde*, vol. 6 (5). pág 13-18.

33. Días C, Cristina E, Meyer T, Cruz C, Lucci V. (2008). Estudio comparativo dos efeitos da eletrolipólise por acupontos e da eletrolipólise por acupontos associada ao trabalho aeróbico no tratamento da adiposidade abdominal grau I em indivíduos do sexo feminino com idade entre 18 e 25 anos. *Rubs*. vol.1 (2), pág. 64 - 71.
34. Duperly J. (2005). Sedentarismo vs ejercicio en el síndrome metabólico. *Acta Med Colomb*, vol. 30, pág. 133-136.
35. Feliciano P, Stanciola H, Queiroz G, Alves J, Gouveia M, Castro S, Priore S. (2010). Circunferência da cintura como indicador de gordura corporal e alterações metabólicas em adolescentes: comparação entre quatro referências. *Rev Assoc Med Bras*, vol. 56(6), pág. 665-9.
36. Fernández R, Arranz M, Ortega J y Hernández J. (2011). Resistencia a la insulina y cambios metabólicos en adultos obesos. *Revista Cubana de Endocrinología*, vol. 22(2), pág. 78-90.
37. Fisher G, Brown A, Bohan M, Alcorn A, Noles C, Winwood L, Resuehr H, George B, Jeansonne M, Allison D. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, vol 10 (10).
38. Fogelholm M, Malmberg J, Suni J, Santtila M, Kyröläinen H & Mäntysaari M. (2006). Waist circumference and BMI are independently associated with the variation of cardio-respiratory and neuromuscular fitness in young adult men. *International Journal of Obesity*, vol. 30(6), pág. 962–969.
39. Gallardo I, Arreguín T, Bernal K. (2012). Correlación de la composición corporal por plicometría y bioimpedancia en estudiantes de nutrición. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, vol. 17 (1), pág. 15-19.
40. Gibala M, Gillen J, Percival M. (2014). Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: influences of nutrition and sex. *Sports Med*, vol. 44, pág. 127–137.
41. González E, Montero M, Schmidt J. (2013). Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*, vol. 28 (6), pág. 1993-1998.
42. González G, Hernández S, Pozo P y García D. (2011). Asociación entre tejido graso abdominal y riesgo de morbilidad: efectos positivos del ejercicio físico en la reducción de esta tendencia. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 26(4), pág. 685-691.

43. Grima A, León M, Ordoñez B. (2005). El síndrome metabólico como factor de riesgo cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*, vol 5, pág. 16-20.
44. Guerrero N, Muñoz R, Muñoz A, Pabón J, Ruiz D, Sánchez D. (2015). Nivel de sedentarismo en los estudiantes de fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano, Popayán. *Hacia promoc. salud.*, vol. 20(2), pág. 77-89.
45. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. (2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med*, vol. 42 (7), pág. 587-605.
46. Guirro E, Guirro R. (2004). *Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos, recursos e patologías*. 3 ed. São Paulo, Manole, pág. 49-380.
47. Guyton A. 2002. *Tratado de Fisiología Médica*, editora Guanabara Koogan, 10ª ed., Rio de Janeiro.
48. Heydari M, Freund J and Boutcher S. (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *Journal of Obesity*, vol. 12, pág. 480-467.
49. Hood M, Little J, Tarnopolsky M, Myslik F, Gibala M. (2011). Low-Volume Interval Training Improves Muscle Oxidative Capacity in Sedentary Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. pág. 1849-1856.
50. Hoyos M, Rosales V. (2014). Lípidos: Características principales y su metabolismo. *Rev. Act. Clin. Med*, vol.41, pág. 2142-2145.
51. Irving B, Davis C, Brock D, Weltman J, Swift D, Barrett E, Gaesser G, and Weltman, A (2009). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Med Sci Sports Exerc*, vol. 40(11), pág. 1863–1872.
52. Jeukendrup A, Saris W, Wagenmakers A. (2007). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio Una Revisión. Parte I, II: Regulación del Metabolismo y los Efectos del Entrenamiento*.
53. Kay S y Fiatarone M. (2006). The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews*, vol. 7(2), pág. 183–200.
54. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, et al. (2013). The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: A randomized, controlled trial. *Diabetes Care*, vol 36(2), pág 228-236.

55. Keating S, Machan E, O'Connor H, Gerofi J, Sainsbury A, Caterson D, Johnson N. (2014). Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *Journal of Obesity*. pág. 1–12.
56. Kong Z, Sun S, Liu M, Shi Q. (2016). Short-Term High-Intensity Interval Training on Body Composition and Blood Glucose in Overweight and Obese Young Women. *Journal of Diabetes Research*, pág. 1–9.
57. Lizarzaburu J. (2013). Síndrome Metabólico: concepto y aplicación práctica. *An Fac med*, vol 74(3), pág. 15-20.
58. López, J, Vicente D. (2018). Entrenamiento interválico de alta intensidad. *Exercise physiology & training, fisiología del ejercicio*. vol (), pag. 2-192.
59. Machado G, Bertolucci R, Lopes de Oliveira N, Lopes C. (2011). Análise dos efeitos do ultrassom terapêutico e da eletrolipoforese nas alterações decorrentes do fibro edema geloide. *Fisioter. Mov.*, Curitiba, vol. 24 (3), pág. 471-479.
60. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. (2017). Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, vol. 48(2), pág. 266-288.
61. Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, De Pradel Del Amaze P, Boirie Y, Boisseau N. (2016). High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolism*, vol 42(6), pág 433–441.
62. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, & Díaz Erik. (2014). Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Revista médica de Chile*, vol. 142(1), pág. 34-39.
63. Mangiamarchi P, Caniuqueo A, Ramírez-Campillo R, Cárdenas P, Morales S, Cano-Montoya J, Bresciani G, Álvarez C. (2017). Ejercicio intermitente y consejería nutricional mejoran control glicémico y calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Revista médica de Chile*, vol 145(7), pág 845-853.
64. Marcano Y, Torcat J, Ayala L, Verdi B, Lairret C, Maldonado M & de Vegas J. (2006). Funciones endocrinas del tejido adiposo. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, vol. 4(1), pág. 15-21.

65. Martínez M, Leiva A, Sotomayor C, Victoriano T, Von Chrismar A, Pineda S. (2012). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Austral de Chile. *Rev Med Chile*, vol. 140, pág. 426-435.
66. Martínez M, Redondo M, Alonso M. (2006). Mesa Redonda: El tejido adiposo como glándula endocrina. *Obesidad y síndrome metabólico. Bol Pediatra*, vol. 46, pág. 275-291.
67. Martínez J, Dipierri J, Bejarano I, Quispe Y & Alfaro E. (2018). Variación de la masa grasa corporal por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. *Revista Argentina de antropología biológica*, vol. 20, pág. 1-8.
68. Martire, L.J. (2011). Lipoaspiração na Face. *Revista Ciências em Saúde* vol.1 (1).
69. Martins C, Kazakova I, Ludviksen M, Mehus, I, Wisloff U, Kulseng B, King N. (2016). High-Intensity Interval Training and Isocaloric Moderate-Intensity Continuous Training Result in Similar Improvements in Body Composition and Fitness in Obese Individuals. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, vol. 26(3), pág. 197–204.
70. Mazurek K, Krawczyk K, Zmijewski P, Norkowski H, Czajkowska A. (2014). Effects of aerobic interval training versus continuous moderate exercise programme on aerobic and anaerobic capacity, somatic features and blood lipid profile in collegiate females. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, vol. 21(4), pág. 844-849.
71. Mendías C, Alonso L, Barcia J, Sánchez J, Jiménez E, Lara A, Chaín de la Bastida J. (2008). Bioimpedancia eléctrica. Diferentes métodos de evaluación del estado nutricional en un centro periférico de hemodiálisis. *3 Rev Soc Esp Enferm Nefrol*, vol. 11 (3), pág. 173-177.
72. Minsal (2017), Política Nacional de alimentación y nutrición, pág. 1-81.
73. Millet G, Vleck V & Bentley D. (2009). Physiological Differences Between Cycling and Running. *Sports Medicine*, vol. 39(3), pág. 179–206.
74. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. (2014). Continuous vs interval training on glycemic control and macroand microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports*, vol 24, pág 69–76.
75. Mohsen I. (2009). Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obes Rev*. vol 11 (1), pág 11-18

76. Molina C, Cifuentes G, Martínez C, Mancilla R y Díaz E. (2016). Disminución de la grasa corporal mediante ejercicio físico intermitente de alta intensidad y consejería nutricional en sujetos con sobrepeso u obesidad. *Revista médica de Chile*, vol. 144(10), pág. 1254-1259.
77. Morales R, Caridad A, Ibis A, Lara A, Marañón M and Castillo B. (2004). Corporal Composition: Intervals for Normal Level in the Study Through Electric Bioimpedance of a Reference Population. *Medisan*, vol. 8(4), pág. 22-34.
78. Moreira O, Oliveira C, Candia-Luján R, Romero E, Fernández P. (2015). Métodos de evaluación de la masa muscular: una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 32(3), pág. 977-985.
79. Moreno M. (2010). Circunferencia de cintura: una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico. *Revista Chilena de Cardiología*, vol. 29 (1), pág. 85-87.
80. Moreno M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica las condes*, vol. 23(2), pág. 124-128.
81. Ojeda R, Cresp M. (2011). Correlación entre Índice de Masa Corporal y Circunferencia de Cintura en una Muestra de Niños, Adolescentes y Adultos con Discapacidad de Temuco, Chile. *International Journal of Morphology*, vol. 29(4), pág. 1326-1330.
82. Pajuelo J, Sánchez J, Álvarez D, Tarqui C y Bustamante A. (2016). La circunferencia de la cintura en adolescentes del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 77(2), pág. 111-116.
83. Parienti. J. 2001. *Medicina Estética*. São Paulo: Andrei, pág.39-49; 58-68.
84. Pelt, G. et al. (2012). The role of fat mass index in determining obesity. *American Journal of Human Biology*, vol 22(5), pág 639-647.
85. Peppas M, Stefanaki C, Papaefstathiou A, Boschiero D, Dimitriadis G, Chrousos G. 2017. Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. vol.16 (2), pág. 181–193.
86. Pérez M. (2007). El adipocito como órgano endocrino. Implicaciones fisiopatológicas y terapéuticas. *Revista Med*, vol 15(2), pág. 225-242.
87. Pérez M, Cabrera W, Varela G y Garaulet M. (2010). Distribución regional de la grasa corporal: Uso de técnicas de imagen como herramienta de

- diagnóstico nutricional. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 25(2), pág. 207-223.
88. Pérez S y Díaz-Perera G. (2011). Circunferencia de la cintura en adultos, indicador de riesgo de aterosclerosis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, vol. 10(4), pág. 441-447.
89. Quesada L, León C, Betancourt J & Nicolau E. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *Revista Archivo Medico de Camaguey*, vol. 20(5), pág. 565-578.
90. Ramírez López E, Ramos Trujillo A, Rodríguez M, Puente Hernández D, Mata Obregón M. (2015). Índice cintura-cadera en mujeres que se percibe como más atractivo por hombres de 20 a 30 años de edad. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, vol. 14 (1), pág. 27-32.
91. Ribeiro de Melo N, Maria de Albuquerque F, Arruda G, Monte S. (2012). Eletrolipólise por meio da estimulação nervosa elétrica transcutânea (Tens) na região abdominal em pacientes sedentárias e ativas. *Fisioterapia em Movimento*, vol. 25 (1), pág. 127-140.
92. Ribeiro de Paula M, Picheth G, Di Pietro Simões N. (2007). Effects of abdomen electrical stimulation with subcutaneous electrodes in serum levels of glycerol and lipid profile: 1º lugar do I Encontro Internacional de Fisioterapia Dermato-funcional.
93. Reyes M. (2012). Características biológicas del tejido adiposo: El adipocito como célula endocrina. *Rev. Med. Cclin. Condes*, vol. 23(2), pág. 136-144.
94. Robinson A y Snyder-Mackler L. 2001. *Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, pág. 426.score
95. Rodríguez F, González H, Cordero J, Lagos S, Aguilera R & Barraza F. (2014). Estimación y Comparación de la Masa Muscular por Segmento, en Deportistas Juveniles Chilenos. *International Journal of Morphology*, vol. 32(2), pág.703-708.
96. Rodríguez J, Mora S., Acosta E, & Menéndez J. (2004). Índice de masa corporal como indicador en la estratificación del riesgo aterogénico para la vigilancia en salud. *Revista Cubana de Medicina Militar*, vol. 33(1).
97. Rodríguez F, Berral de la Rosa F, Almagià A, Iturriaga M & Rodríguez F. (2012). Comparación de la Composición Corporal y de la Masa Muscular por Segmentos Corporales, en Estudiantes de Educación Física y Deportistas de Distintas Disciplinas. *International Journal of Morphology*, vol. 30(1), pág. 7-14.

98. Rodón A, Vallejo F, García M. (2014). Evaluación nutricional mediante técnicas de impedancia. Ventajas e inconvenientes en tca. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, vol. 19, pág. 2090-2114.
99. Rosales Y. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutr Hosp*, vol 27(6), pág.1803-1809.
100. Santa María M. (2013). Metabolismo de los Lípidos Durante el Ejercicio Físico.
101. Salazar D, Castillo T, Pastor M, Tejada-Tayabas L, Palos A. (2016). Ansiedad, depresión y actividad física asociados a sobrepeso/obesidad en estudiantes de dos universidades mexicanas. *Hacia promoci.salud*. 2016; vol. 21(2), pág. 99-113.
102. Sánchez J, Romero C, Muñoz L, Rivera R. (2016). Adipose organ, a metabolic and endocrine regulating rainbow .*Revista Cubana de Endocrinología*, vol. 27(1), pág. 105-119.
103. Sánchez F, Garcia R, Alarcón F, Cruz M. (2005). Adipocinas, tejido adiposo y su relación con células del sistema inmune. *Gac Méd Méx*, vol.141 (6), pág. 505-512.
104. Sánchez A y Barón M. (2009). Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Anales Venezolanos de Nutrición*, vol. 22 (2), pág. 105-110.
105. Sánchez-Iglesias A, Fernández-Lucas M & Teruel J. (2012). Fundamentos eléctricos de la bioimpedancia. *Nefrología (Madrid)*, vol. 32(2), pág. 133-135.
106. Sanguankeo A, Lazo M, Upala S, Brancati FL, Bonekamp S, Pownall HJ, Balasubramanyam A, Clark JM. (2017). Effects of visceral adipose tissue reduction on CVD risk factors independent of weight loss: The Look ahead study. *Endocr Res*, vol. 42 (2), pág. 86-95.
107. Savino P. (2011). Obesidad y enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición. *Rev Colomb Cir.*, vol. 26, pág. 180-195.
108. Selman I, Sandoval M. (2017). Efectos fisiológicos post entrenamiento del intervalo de alta intensidad bajo hipoxia. *Revista actualizaciones Clínica MEDS*, vol. 1 (2), pág. 20-31.
109. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P & Del Mar C. (2006). Exercise for overweight or obesity. *Cochrane database Syst Rev*. vol 4, pág. 1-88.

110. Shiraev T, Barclay G. (2012). Evidence based exercise - clinical benefits of high intensity interval training. *Australian Family Physician*. vol 41 (12), pág. 960–962.
111. Silva M. (1997). *Eletroterapia em estética corporal*. São Paulo: Robe, pág.59-64.
112. Smith-Ryan A, Trexler E, Wingfield H and Bluea M. (2016). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *J Sports Sci*. Nov, vol. 34(21), pág. 2038–2046.
113. Soriano M, Pérez S, Baques M. (2000). *Electroestética profesional aplicada: Teoría y práctica para La utilización de corrientes em estética*. Espanha: Sorisa, pág.120-123.
114. Suárez W, Sánchez A, González J. (2017). Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual Pathophysiology of obesity Current view. *Rev Chil Nutr*, vol. 44(3), pág. 226-233.
115. Swift D, Johannsen N, Lavie C, Earnest C and Church T. (2014). The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis*, vol. 56, pág. 441-7.
116. Soriano M, Pérez S, Baques M. (2000). *Electroestética professional aplicada: Teoria y práctica para La utilización de corrientes em estética*. Espanha: Sorisa, pág.120-123.
117. Thorogood A, Mottillo S, Shimony A, Fillion KB, Joseph L, Genest J, et al. (2011). Isolated aerobic exercise and weight loss: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med*, vol. 124 (8), pág. 747-55.
118. Tjonna A, Lee S, Rognmo O, Stolen T, Bye A, Haram P, Loennechen J, Al-Share Q, Skogvoll E, Slordahl S, Kemi O, Najjar S, Wisloff U. (2008). Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome - "A Pilot Study. *Circulation*, vol. 118(4), pág. 346–354
119. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R, et al. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*, vol. 116(4), pág. 317-26.
120. Tjonna A, Rognmo O, Bye A, Stolen T, Wisloff U. (2011). Time course of endothelial adaptation after acute and chronic exercise in patients with metabolic syndrom. *Journal of Strength and Conditioning Research*. vol 25(9); pag 2552–2558.

121. Trapp E, Chrisholm D, Freund J & Boutcher S. The effects of high intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. (2008). *Int J Obesity* 2008; vol. 32, pág. 684-691.
122. Tremblay A, Simoneau JA, Bouchard C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, vol. 43, pág. 814-8.
123. Ullman D, Reis T, Steibel V. (2004). *Principios básicos da medicina estética*. Rio de Janeiro: Letra Capital.
124. Vega J, Guimarães M, Vega A. (2019). Riesgo cardiovascular, una herramienta útil para la prevención de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Cubana de Medicina Integral*, vol. 27, pág. 91-97.
125. Viñuela M, Vera A, Colomer D, Márquez G & Romero S. (2016). Efecto de 12 sesiones de un entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la composición corporal en adultos jóvenes. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 33(3), pág. 637-643.
126. Wagh, D., Aundhakar, D., & Khare, D. (2018). Comparative study of aerobic power between sportsmen and sedentary control group. *Indian journal of applied research*, vol. 7(12).
127. Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, Horlick M, Kotler D, Laferrère B, Mayer L, Pi-Sunyer FX, Pierson RN Jr. (2003). Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr*, vol. 77(2), pág. 379-84.
128. Warner S, Linden M, Liu Y, Harvey B, Thyfault J, Whaley-Connell A, Chockalingam A, Hinton P. (2010). The Effects of Resistance Training on Metabolic Health With Weight Regain. *The journal of clinical hypertension J*, vol. 12(1), pág. 64-72.
129. Williams C, Williams M, Eynon N, Ashton K, Little J, Wiasloff U and Coombes J. (2017). Genes to predict VO₂max trainability: a systematic review. *BMC Genomic*, vol. 18(8), pág. 831.
130. Yahya M, Hussein M, El-Gendy, El Rahman E. (2014). Influence of Ultrasound Cavitation and Electrolipolysis on Obesity Management. *J Am Sci*, vol. 10(9), pág. 188-196.
131. Ying C, Huxley R, Wildman R y Woodward M. (2008). Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, vol. 61(7), pág. 643-653.

132. Zaer N, Zolfaghari MR, Fattah A. (2016). The Impact of High Intensity Interval Training On Lipid Profile, Inflammatory Markers and Anthropometric Parameters in Inactive Women. *Medical Laboratory Journal*, vol. 10(1), pág. 56-60.
133. Zaragoza J, Rodrigo P. (1995). *Electroestetica*. Barcelona. Nueva Estetica.
134. Zhang H, Tong T, Qiu W, Zhang X, Zhou S, Liu Y and He Y. (2017). Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *Journal of Diabetes Research*, pág. 9.
135. Zhang H, Tong T, Qiu W, Wang J, Nie J, He Y. (2015). Effect of high-intensity interval training protocol on abdominal fat reduction in overweight chinese women: a randomized controlled trial. *Kinesiology*, vol 47(1), pág. 57-66.

ANEXOS

ANEXO I

CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA

1. ¿Qué tan a menudo usted realiza ejercicio?
 - a. Nunca
 - b. Una vez a la semana
 - c. Dos a tres veces por semana
 - d. Cuatro veces por semana o más

2. ¿Qué nivel de agotamiento provoca el ejercicio?
 - a. Leve
 - b. Moderado
 - c. Severo

3. ¿Cuántos minutos dura la sesión?
 - a. Menos de 15 minutos
 - b. Entre 15 y 30 min
 - c. Entre 30 y 60 min
 - d. Más de 60 minutos
 - e. Nada

4. ¿Qué tipo de actividad realiza?
 - a. Aeróbico
 - b. Anaeróbico
 - c. Recreativo
 - d. Mixto: Aeróbico / Anaeróbico
 - e. Nada

Anexo II

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: 19 de julio del 2018

Nombre del Estudio: Efecto del uso de electrolipólisis abdominal y/o entrenamiento de alta intensidad y corta duración, sobre la composición corporal en mujeres sedentarias con sobrepeso entre 20 y 30 años.

Patrocinador/ Fuente financiera: Alumnos encargados de este proyecto de investigación; María Ignacia Corvalán Pacheco, Manuel José Miranda Hevia y Katherine Andrea Riquelme Pinto.

Investigador Responsable:

Kinesiólogo:

Esteban Fortuny Pacheco | Tel: +56976693950 | Correo: Efortunyp@uft.edu

Alumnos:

María Ignacia Corvalán Pacheco | Tel: +56966463043 | Correo: Mcorvalanp@uft.edu

Manuel José Mirada Hevia | Tel: +569 95033722 | Correo: Mmirandah@uft.edu

Katherine André Riquelme Pinto | Tel: +56995792197 | Correo: Kriquelmep@uft.edu

Unidad Académica: Escuela de Kinesiología, Universidad Finis Terrae

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, (o permitir participar a su hijo/hija, familiar o representado) -o no- en una investigación, y, si es el caso, para autorizar el uso de muestras humanas o información personal (por ejemplo, información de la ficha clínica).

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

Este estudio está siendo financiado por los propios investigadores con la colaboración del investigador responsable.

Objetivos de la Investigación:

Usted ha sido invitada a participar en este estudio porque cumple con los criterios de reclutamiento necesarios para este. Ellos son; ser del género femenino, edad de 20 a 30 años, no estar en un periodo gestacional, presentar una circunferencia de cintura entre los rangos de 80-88 cm, no practicar actividad física regularmente durante al menos 1 año antes del estudio y no presentar contraindicaciones para el uso de electroterapia.

Para llevar a cabo dicha investigación se espera reclutar 40 participantes en Santiago de Chile que puedan acudir a la Clínica Diagnosra, ubicada en la comuna de Providencia donde se llevarán a cabo las evaluaciones y el plan de intervención las cuales no tendrán ningún costo por parte de las participante de este estudio. El objetivo de este proyecto de investigación es determinar el efecto que tiene el entrenamiento de corta duración y alta intensidad y el uso de electrolipólisis sobre la circunferencia de cintura en pacientes mujeres con sobrepeso. Para esto debemos evaluar el peso inicial, estatura, masa libre de grasa, circunferencia de cintura, consumo de oxígeno máximo y porcentaje de grasa, lo cual se realizará a través de evaluaciones no invasivas que se llevarán a cabo al inicio y al final del estudio.

Procedimientos de la Investigación (Metodología):

Su participación en este estudio será elegida aleatoriamente a través de una numeración consecutiva. Serán divididas al azar en 4 grupos (control A, B, C y D) con un número de 10 participantes cada uno.

- El grupo control A no recibirá ninguna intervención durante tratamiento solo serán evaluadas.
- El grupo B recibirá la intervención con electrolipólisis en la zona abdominal

como parte de su tratamiento

- El grupo C solo recibirá un entrenamiento de HIIT por sí
- El grupo D recibirá electrolipólisis más un entrenamiento aeróbico de alta intensidad y corta duración (HIIT).

Todas las participantes serán citadas a una previa evaluación, para luego asignarles sus grupos y ser agendadas para sus respectivas sesiones.

- En el caso del Grupo control, sólo serán citadas al inicio y al final del estudio para ser evaluadas y no tendrán que asistir a ningún tipo de intervención durante el tratamiento.
- Por otro lado, el Grupo B será evaluado de la misma forma pero deberán asistir a 10 sesiones de electrolipólisis, 2 veces por semana, donde cada sesión tendrá una duración de 60 min,
- El Grupo C será evaluado de igual forma, y deberán asistir a 10 sesiones, 2 por semana de entrenamiento de HIIT con una duración de 26 min cada sesión.
- El Grupo D será evaluado de la misma forma pero deberán asistir a 10 sesiones, 2 veces por semana de electrolipólisis donde se le sumara al final de cada sesión un entrenamiento de HIIT, dando como resultado una intervención con 86 minutos de duración.

Las evaluaciones e intervenciones se llevarán a cabo en la Clínica Diañostra ubicada en Tobalaba 1829, Providencia, Región Metropolitana.

Beneficios:

Cada participante se verá beneficiada al poder mejorar su condición de salud mediante las modificaciones en las concentraciones corporales, específicamente disminuyendo la grasa de la zona abdominal como enfoque principal, generando la consiguiente disminución en la circunferencia de cintura y el riesgo cardiovascular. A su vez, se proporcionará una correcta educación de las pacientes y promoción de la relevancia de la actividad física y estilo de vida saludable.

Riesgos:

Esta investigación tiene riesgos mínimos que se pueden provocar durante la intervención, tales como presentar alteraciones ortostáticas debido al tiempo prolongado que debe permanecer la paciente en el uso de electrolipólisis (60 min) pudiendo provocar mareo o sensación de malestar, además de irritación en la piel en la zona abdominal al retirar las agujas sin cavidad. También se pueden presentar alguna descompensación durante el entrenamiento de HIIT por su alta intensidad y no alcanzar una correcta adecuación del sistema cardiovascular, a pesar del calentamiento previo que se contempla.

Costos:

Todos los procedimientos realizados durante el tratamiento contemplan uso de materiales desechables y requieren de un implemento para su ejecución (equipo lbramed y cicloergómetro), al igual que las evaluaciones, donde se requiere un equipo de bioimpedancia y materiales para mediciones cuantitativas, que serán necesarios por la participación del sujeto del estudio y serán pagados por los alumnos a cargo del estudio. De esta manera, las participantes de cada grupo no tendrán que costear las evaluaciones ni los tratamientos llevados a cabo.

Confidencialidad de la información:

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial, la cual únicamente será revisada por parte de los tratantes y tutor, en caso de ser necesario. Será adjuntada en carpetas y guardadas en la oficina de la Clínica Diagnosra, lugar donde se llevará a cabo el tratamiento, a modo de mantener la seguridad y privacidad de dicha información. Todos los resultados de datos obtenidos durante este estudio serán utilizados para la presentación de Tesis entregada a la Universidad Finis Terrae (Escuela de Kinesiología), con el fin de transparentar su participación en este estudio.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, su nombre no se dará a conocer.

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. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho que le asiste como paciente de esta institución y no se verá afectada la calidad de la atención médica que merece.

Si usted retira su consentimiento, toda la información obtenida será eliminada y no volverá a ser utilizada.

Preguntas:

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar al Investigador Responsable del estudio Kinesiólogo Esteban Fortuny, al teléfono +56976693950 o vía correo electrónico efortunnyp@uft.edu.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: cec@uft.cl del Comité ético Científico, para que la presidenta, Pilar Busquets Losada, lo derive a la persona más adecuada.

Declaración de consentimiento informado (Firmas)

Paciente

Nombre:

Fecha:

Firma:

Investigador

Nombre: María ignacia Corvalán Pacheco

Fecha:

Firma:  

Nombre: Katherine Andrea Riquelme Pinto

Fecha:

Firma: KATHERINE RIVERA PINTO 

Nombre: Manuel José Miranda Hevia

Fecha:

Firma: Manuel José Miranda Hevia 

Anexo III

**EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA GENERAL Y DE FRECUENCIA
CARDIACAD**

Nombre:

Edad:

Rut:

Teléfono:

FECHA XX/XX	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Promedio
Peso (Kg).				
Estatura (cm)				
IMC				
Perimetría de cadera				
Perimetría de cintura				
Índice de circunferencia cintura/cadera				
FC reposo				
FC máxima				

Se realiza Bioimpedancia Multifrecuencia en el paciente ____ Sí ____ No

BIOIMPEDANCIA TIPO

Anexo IV

ANALISIS DE COMPOSICION CORPORAL

I.D.:

Edad:

Altura 1

Género F

Fecha 12. 11. 2018

Hora 16:28:42

Clinica Diañostra
www.diañostra.cl
02. 28459070

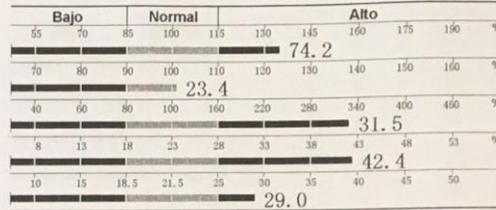
Análisis de Composición Corporal

Compartimentos	Unidades	Medido	Valores normales
Agua intracelular	L	19.5	17.4~21.2
Agua extracelular	L	11.7	10.6~13.0
Proteínas	kg	8.4	7.5~9.1
Minerales	kg	3.11	2.59~3.17
Masa grasa corporal	kg	31.5	11.0~17.6

Valores	Agua corporal total	Masa magra	Masa libre de grasa	Peso
19.5	31.2	40.1	42.7	74.2
11.7				
8.4				
3.11	Oseo : 2.60			
31.5				

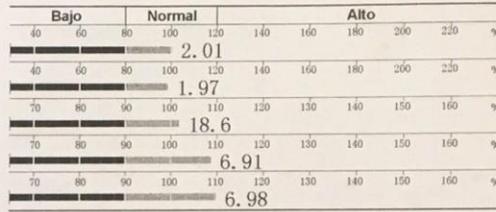
Análisis músculo-grasa

Índice	Unidades	Medido	Valores normales
Peso	kg	74.2	46.8~63.3
Masa de músculo esquelético	kg	23.4	20.9~25.5
Masa grasa muscular	kg	31.5	11.0~17.6
Porcentaje de grasa corporal	%	42.4	18.0~28.0
BMI	kg/m ²	29.0	18.5~25.0



Análisis de masa magra segmental

Segmento	Unidades	Medido	Valores normales
Brazo derecho	kg	2.01	1.61~2.41
Brazo izquierdo	kg	1.97	1.61~2.41
Tronco	kg	18.6	16.5~20.1
Pierna derecha	kg	6.91	5.72~7.00
Pierna izquierda	kg	6.98	5.72~7.00



Asunto

Agua Segmental

Medido	Valores normales
Brazo derecho 1.56 L	1.26~1.88
Brazo izquierdo 1.54 L	1.26~1.88
Tronco 14.4 L	12.9~15.8
Pierna derecha 5.36 L	4.49~5.49
Pierna izquierda 5.43 L	4.49~5.49

AEC/ACT

Medido	Valores normales
Total 0.375	0.36~0.39
Brazo derecho 0.377	0.36~0.39
Brazo izquierdo 0.379	0.36~0.39
Tronco 0.375	0.36~0.39
Pierna derecha 0.371	0.36~0.39
Pierna izquierda 0.377	0.36~0.39

Índice de nutrición

Medido	Valores normales
MCC 27.9 kg	24.9~30.5
CMO 2.60 kg	2.13~2.61
CB 32.1 cm	-
CMB 23.7 cm	-
Circunferencia de la cintura 90.0 cm	Bajo 80.0
AGV 121.1 cm ²	Bajo 100.0
MB 1293 kcal	-
ACT/MLG 73.0 %	-

Historial de agua corporal

No	FECHA	HORA	PESO	AIC	AEC	ACT	AEC/ACT	ACT/MLG
1	18/11/12	16						

C.C 82 cm
C.Ca 101 cm

Impedancia

[Touch Type, Lying Posture]		BD	BI	TR	PD	PI
Z _{tot}	1 kHz	443.1	448.9	33.6	289.4	279.1
	5 kHz	431.4	438.0	32.6	278.7	269.4
	50 kHz	392.4	399.8	28.8	235.3	228.7
	250 kHz	355.2	364.5	25.2	205.9	201.2
	500 kHz	339.8	348.8	24.2	199.7	195.5
1 MHz	316.9	326.0	23.9	196.1	192.3	
X _{cap}	5 kHz	15.8	16.0	1.5	17.0	15.5
	50 kHz	34.9	34.1	3.1	29.9	28.3
	250 kHz	39.0	38.7	2.4	17.2	16.5
Phase Angle(°)	5 kHz	2.1	2.1	2.6	3.5	3.3
	50 kHz	5.1	4.9	6.1	7.3	7.1
	250 kHz	6.3	6.1	5.4	4.8	4.7

S10DM-0210/S10AB-A101/S10AS-A105

Copyright © 1996 - by Biospace Co. Ltd. All rights reserved. BR-DPA-03-A-110524

I.D.*

Edad

Altura

Género

Fecha 12. 11. 2018

Hora 16:28:42

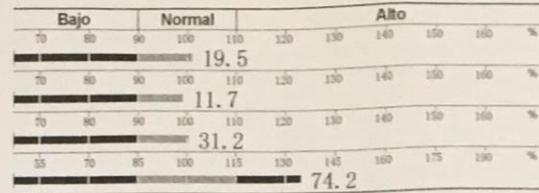
Clinica_Diagnostra

www.diagnostra.cl

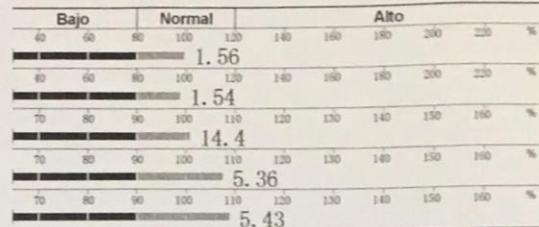
02. 28459070

Análisis de Agua Corporal

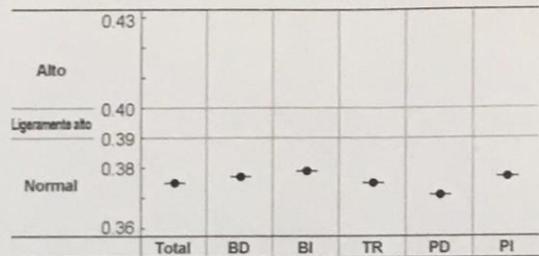
Compartimentos	Unidades	Medido	Valores normales
Agua intracelular	L	19.5	17.4~21.2
Agua extracelular	L	11.7	10.6~13.0
Agua corporal total	L	31.2	28.0~34.2
Peso	kg	74.2	46.8~63.3

**Agua Segmental**

Segmento	Unidades	Medido	Valores normales
Brazo derecho	L	1.56	1.26~1.88
Brazo izquierdo	L	1.54	1.26~1.88
Tronco	L	14.4	12.9~15.8
Pierna derecha	L	5.36	4.49~5.49
Pierna izquierda	L	5.43	4.49~5.49

**AEC/ACT**

Segmento	Unidades	Medido	Valores normales
Total	-	0.375	0.36~0.39
Brazo derecho	-	0.377	0.36~0.39
Brazo izquierdo	-	0.379	0.36~0.39
Tronco	-	0.375	0.36~0.39
Pierna derecha	-	0.371	0.36~0.39
Pierna izquierda	-	0.377	0.36~0.39

**Asunto**

	Medido	Valores normales	Medido	Valores normales	Medido	Valores normales	
BMI	29.0 kg/m ²	18.5~25.0	MCC	27.9 kg	24.9~30.5	CB	32.1 cm
Porcentaje de Grasa Corporal	42.4 %	18.0~28.0	CMO	2.60 kg	2.13~2.61	AMC	23.7 cm
MB	1293 kcal	-	MLG	42.7 kg	35.8~45.7	ACT/MLG	73.0 %

Historial de agua corporal

No	FECHA	HORA	PESO	AIC	AEC	ACT	AEC/ACT	ACT/MLG
1.	18/11/12	16:28	74.2	19.5	11.7	31.2	0.375	73.0

Impedancia

[Touch Type, Lying Posture]

Z ₅₀₀	BD	BI	TR	PD	PI
1 kHz	443.1	448.9	33.6	289.4	279.1
5 kHz	431.4	438.0	32.6	278.7	269.4
50 kHz	392.4	399.8	28.8	235.3	228.7
250 kHz	355.2	364.5	25.2	205.9	201.2
500 kHz	339.8	348.8	24.2	199.7	195.5
1 MHz	316.9	326.0	23.9	196.1	192.3
X ₅₀₀					
5 kHz	15.8	16.0	1.5	17.0	15.5
50 kHz	34.9	34.1	3.1	29.9	28.3
250 kHz	39.0	38.7	2.4	17.2	16.5
Phase Angle [°]					
5 kHz	2.1	2.1	2.6	3.5	3.3
50 kHz	5.1	4.9	6.1	7.3	7.1
250 kHz	6.3	6.1	5.4	4.8	4.7

S100M-0210/S10AB-A101/S10AS-A105

I.D. 2
Edad

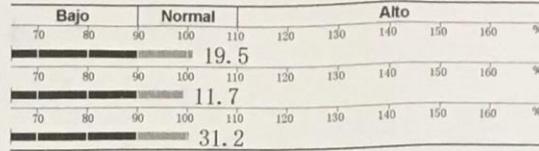
Altura
Género

Fecha 12. 11. 2018
Hora 16:28:42

Clinica Diagnostra
www.diagnostra.cl
02. 28459070

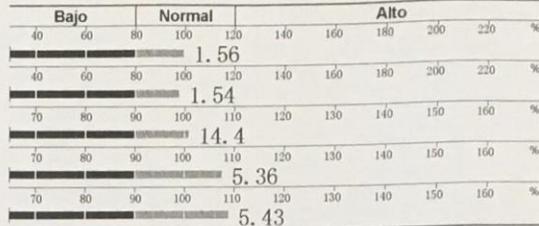
Análisis de Agua Corporal

Compartimentos	Unidades	Medido	Valores normales
Agua intracelular	L	19.5	17.4~21.2
Agua extracelular	L	11.7	10.6~13.0
Agua corporal total	L	31.2	28.0~34.2



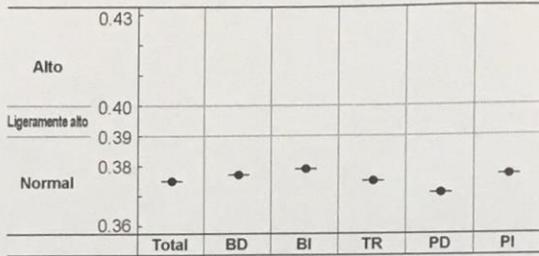
Agua Segmental

Segmento	Unidades	Medido	Valores normales
Brazo derecho	L	1.56	1.26~1.88
Brazo izquierdo	L	1.54	1.26~1.88
Tronco	L	14.4	12.9~15.8
Pierna derecha	L	5.36	4.49~5.49
Pierna izquierda	L	5.43	4.49~5.49



AEC/ACT

Segmento	Unidades	Medido	Valores normales
Total	-	0.375	0.36~0.39
Brazo derecho	-	0.377	0.36~0.39
Brazo izquierdo	-	0.379	0.36~0.39
Tronco	-	0.375	0.36~0.39
Pierna derecha	-	0.371	0.36~0.39
Pierna izquierda	-	0.377	0.36~0.39



Asunto

Análisis músculo-grasa

	Medido	Valores normales
Peso	74.2 kg	46.8~63.3
Músculo Esquelético	23.4 kg	20.9~25.5
Masa grasa muscular	31.5 kg	11.0~17.6
BMI	29.0 kg/m ²	18.5~25.0
Porcentaje de grasa corporal	42.4 %	18.0~28.0

Análisis de masa magra segmental

	Medido	Valores normales
Brazo derecho	2.01 kg	1.61~2.41
Brazo izquierdo	1.97 kg	1.61~2.41
Tronco	18.6 kg	16.5~20.1
Pierna derecha	6.91 kg	5.72~7.00
Pierna izquierda	6.98 kg	5.72~7.00

Indice de nutrición

	Medido	Valores normales
MCC	27.9 kg	24.9~30.5
CMO	2.60 kg	2.13~2.61
CB	32.1 cm	-
CMB	23.7 cm	-
Circunferencia de la cintura	90.0 cm	Bajo 80.0
AGV	121.1 cm ²	Bajo 100.0
MB	1293 kcal	-
ACT/MLG	73.0 %	-

Análisis de Composición Corporal

	Medido	Valores normales
Masa magra	40.1 kg	36.0~44.0
Masa libre de grasa	42.7 kg	35.8~45.7

Proteínas y Minerales

	Medido	Valores normales
Proteínas	8.4 kg	7.5~9.1
Minerales	3.11 kg	2.59~3.17

Historial de agua corporal

No	FECHA	HORA	PESO	AIC	AEC	ACT	AEC/ACT	ACT/MLG
1.	18/11/12	16:28	74.2	19.5	11.7	31.2	0.375	73.0

Impedancia

[Touch Type, Lying Posture]

		BD	BI	TR	PD	PI
Z _ω	1 kHz	443.1	448.9	33.6	289.4	279.1
	5 kHz	431.4	438.0	32.6	278.7	269.4
	50 kHz	392.4	399.8	28.8	235.3	228.7
	250 kHz	355.2	364.5	25.2	205.9	201.2
	500 kHz	339.8	348.8	24.2	199.7	195.5
	1 MHz	316.9	326.0	23.9	196.1	192.3
X _{cω}	5 kHz	15.8	16.0	1.5	17.0	15.5
	50 kHz	34.9	34.1	3.1	29.9	28.3
	250 kHz	39.0	38.7	2.4	17.2	16.5
Phase Angle(θ)	5 kHz	2.1	2.1	2.6	3.5	3.3
	50 kHz	5.1	4.9	6.1	7.3	7.1
	250 kHz	6.3	6.1	5.4	4.8	4.7

S10DM-0210/S10AB-A101/S10AS-A105

Copyright© 1998- by Biospace Co., Ltd. All rights reserved. BR-SPA-83-A-110524