

**UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA**

**“Modificación de los niveles de expresión génica del Gen LEP en
pacientes con sobrepeso y obesidad posterior a 6 meses de
entrenamiento con ejercicio funcional”**

TESIS

Que para obtener el Título de:

LICENCIADO EN CULTURA FÍSICA Y DEPORTE

Presenta:

David Badilla Acosta

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA**

**“Modificación de los niveles de expresión génica del Gen LEP en
pacientes con sobrepeso y obesidad posterior a 6 meses de
entrenamiento con ejercicio funcional”**

TESIS

Que para obtener el Título de:

LICENCIADO EN CULTURA FÍSICA Y DEPORTE

Presenta:

David Badilla Acosta

Director de tesis externo

Dra. en C. Verónica Loera Castañeda
Investigadora Titular “C”
Instituto Politécnico Nacional
CIIDIR Durango

Director de tesis interno

M.A.P.E. María Julia León Bazán
Universidad de Sonora

Asesor técnico

M. en N y LTF Jorge Alberto Díaz García
Instituto Politécnico Nacional CIIDIR Durango

VOTOS APROBATORIOS

Los miembros del jurado calificador del examen profesional de:

David Badilla Acosta

Hemos revisado detenidamente su trabajo escrito titulado:

“Modificación de los niveles de expresión génica del Gen *LEP* en pacientes con sobrepeso y obesidad posterior a 6 meses de entrenamiento con ejercicio funcional”

Y encontramos que cumple con los requisitos para la presentación de su examen profesional. Por tal motivo recomendamos se acepte dicho trabajo como requisito parcial para la obtención de título de:

LICENCIADO EN CULTURA FÍSICA Y DEPORTE

Atentamente:

DRA. VERÓNICA LOERA CASTAÑEDA

Nombre y firma del Presidente del jurado

DRA. GRACIELA HOYOS RUIZ

Nombre y firma del Secretario

DR. OMAR GAVOTTO NOGALES

Nombre y firma del Vocal

DR. FERNANDO BERNAL REYES

Nombre y firma del Suplente

DEDICATORIA

Esta tesis quiero dedicarla a mi familia, por convertirme en la persona que soy hoy.

A mis padres por enseñarme y aconsejarme durante cada etapa de mi educación, por su apoyo incondicional, tanto económico como moral y por los sacrificios realizados para poder concluir esta etapa de mi vida.

Muchas gracias, sin ustedes nunca hubiera podido lograr esto.

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, me gustaría agradecer a Dios por permitirme lograr un objetivo más y bendecirme durante mi carrera universitaria.

A la Universidad de Sonora por el apoyo brindado durante los 4 años de preparación profesional y el tiempo que me tomo terminar la presente tesis.

Al CIIDIR IPN Unidad Durango por la capacitación y apoyo brindado durante mi estadía de verano de investigación.

A mi directora de tesis, Dra. Verónica Loera Castañeda por su apoyo y esfuerzo, por permitirme ser parte de su equipo de trabajo y que con su paciencia y dedicación ayudo a concluir mi carrera universitaria con éxito.

De igual manera quiero agradecer a mi directora interna de tesis, M.A.P.E. María Julia León Bazán, gracias por su paciencia y apoyo brindado durante este proceso.

A todos los que formaron parte del equipo de trabajo, tanto en Hermosillo, Sonora como en la Ciudad de Victoria de Durango, Durango.

A M. en N y LTF Jorge Alberto Díaz García, de igual manera por su experiencia y asesoraría brindada durante la realización de la presente tesis.

A mi familia, especialmente a mis padres quienes fueron mi apoyo más grande durante mis estudios y por motivarme durante el proceso de mi tesis.

De igual manera a mis amigos por estar presente en las buenas y en las malas durante este proceso.

A todos ustedes Muchas Gracias.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABLAS	v
OBJETIVOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. MARCO TEÓRICO	3
Sobrepeso y obesidad	3
Entrenamiento con ejercicio físico funcional	3
Gen LEP	4
IV. METODOLOGÍA	5
Universo de estudio	5
Población de estudio	5
Unidad de estudio	5
Tipo de estudio	5
Nivel de estudio	5
Criterios de inclusión	5
Criterios de exclusión	6
Criterios de eliminación	6
Procedimiento	6
Programa de intervención	7
Instrumentos	7
V. RESULTADOS	9
VI. DISCUSIÓN	17

VII. CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables analizadas iniciales del grupo en general.....	9
Tabla 2. Comparación inicio-final de los valores obtenidos en las variables analizadas después de 6 meses de intervención con ejercicio funcional.....	10
Tabla3. Variables somatométricas normales en hombres y mujeres.....	11
Tabla 4. Distribución de la capacidad física medida por fitness mediante la prueba Rockport inicial.....	12
Tabla 5. Distribución en porcentajes del nivel de fitness tras Prueba de Rockport final.....	13
Tabla 6. Resultado promedio de variables tras Prueba de Rockport final.....	15
Tabla 7. Nivel de fitness en mujeres de acuerdo con el consumo máximo de oxígeno acorde a la edad.....	15
Tabla 8. Nivel de fitness en hombres de acuerdo con el consumo máximo de oxígeno acorde a la edad.....	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Figura 1. Distribución de los resultados de Nivel fitness tras Prueba de Rockport inicial en mujeres.....	12
Figura 2. Distribución de los resultados de Nivel fitness tras Prueba de Rockport inicial en hombres.....	13
Figura 3. Distribución de resultados en nivel fitness tras Prueba de Rockport final en mujeres.....	14
Figura 4. Distribución de resultados en nivel fitness tras Prueba de Rockport final en hombres.....	14
Figura 5. Niveles de expresión del gen <i>LEP</i> tomando como constitutivo al gen 18s.....	15

OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la modificación en los niveles de expresión génica del gen LEP en personas con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Hermosillo Sonora mediante el ejercicio físico funcional.

Objetivos Específicos

- Determina el nivel de fitness en personas con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Hermosillo, Sonora.
- Caracterizar la composición corporal (peso, talla, masa grasa, masa muscular e IMC) en personas con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Hermosillo, Sonora.
- Identificar los cambios en la composición corporal (peso, masa grasa, masa muscular e IMC) después de 6 meses de ejercicio físico funcional.
- Determinar los niveles de expresión del gen LEP en voluntarios sobrepeso y obesidad.
- Determinar los niveles de expresión del gen LEP en pacientes con sobrepeso y obesidad después de 6 meses de ejercicio físico funcional.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue Determinar la modificación en los niveles de expresión génica del gen *LEP* en personas con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Hermosillo, Sonora mediante el ejercicio físico funcional.

Se inició el proyecto con un total de 22 personas seleccionadas (17 mujeres, 5 hombres) entre 18 a 63 años que radican en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Con sobrepeso y/u obesidad a quienes se les tomaron medidas antropométricas, muestras de sangre periférica para la extracción de ARN, posteriormente se realizó la prueba de Rockport, para determinar su nivel de fitness y asignarlos en el nivel adecuado del programa de intervención de entrenamiento con ejercicio físico funcional preestablecido. El programa de intervención constó de 3 sesiones a la semana por un periodo de 6 meses. Las sesiones estaban conformadas por 5 series de 5 ejercicios en los que se realizaba el mayor número de repeticiones en un periodo de 30 segundos con 30 segundos de descanso entre ejercicios. Durante el programa se tomó la frecuencia cardiaca de las personas al inicio y al final de las sesiones.

Tras completar la intervención de entrenamiento físico funcional por el periodo de 6 meses, se logró una reducción en los niveles de expresión del gen *LEP*, sin embargo, debido a la deserción de los pacientes los estudios no fueron concluyentes. En su mayoría lograron mantener su nivel de condición física, solo hubo un caso en que el nivel fitness descendió de regular a mala, y otro caso en que mejoro de mala a regular.

En conclusión el programa de ejercicio físico funcional constante por un periodo de 6 meses modifica los niveles de expresión del gen *LEP* tendiendo a la baja

Palabras claves: Sobrepeso, Obesidad, leptina, Gen *LEP*, Ejercicio físico.

I. INTRODUCCIÓN

EL gen *LEP* provee las instrucciones para la producción de Leptina, esta es una hormona secretada por adipocitos conformada por 167 aminoácidos, descubierta en 1994, circulando principalmente por el tejido adiposo (Farr, 2015).

Tras ser descubierta se creía que la cura para la obesidad había sido encontrada, sin embargo, después de varios estudios clínicos realizados, los resultados obtenidos llevaron a una decepción al ser inefectivos con el tratamiento de obesidad en humanos (Heymsfield, 1999).

Nuevas investigaciones han ayudado a tener un mejor entendimiento del papel de la leptina en la fisiología humana y el rol que juega en la regulación en la homeostasis energética, funciones neuroendocrinas y metabolismo (Kelesidis, 2010).

El disminuir lesiones en actividades deportivas y mejorar el rendimiento deportivo es el propósito principal del entrenamiento con ejercicio físico funcional (Boyle, 2004), el cual ha contribuido eficazmente a lograr dicho propósito en deportistas entrenados bajo este sistema.

Conociendo los beneficios del entrenamiento físico funcional, se creó un programa de ejercicios adaptado a personas con sobrepeso y obesidad, si en 6 meses logramos reducir los niveles de masa grasa en los pacientes, además de crear un nuevo hábito en ellos, podríamos lograr cambios en el gen *LEP* y su producción de leptina, que afecten de manera positiva a los pacientes y a su herencia genética, para poder beneficiar a generaciones futuras y lograr una reducción en las poblaciones con sobrepeso y obesidad.

II. ANTECEDENTES

Estudios en soldados europeos quienes siguieron un programa de rehabilitación con entrenamiento funcional, lograron mejorar sus capacidades físicas funcionales y rangos de movimiento, demostrado en el test de medición The Functional Movement Screen, y se logró mejorar los niveles de grasa corporal en ellos, obteniendo datos que sugieren que en programas de entrenamiento funcional beneficia a pacientes y no pacientes que buscan un régimen de entrenamiento seguro y efectivo (Goss, 2009).

Actualmente se conoce que entre más altos sean los niveles séricos de leptina, mayor es el reflejo de saciedad lo cual se ha comprobado experimentalmente al administrar leptina exógena a ratas obesas observando una reducción significativa de peso, sin embargo, en estudios clínicos con personas obesas los resultados de reducción de peso corporal y masa grasa no han sido homogéneos (Friedman, 1998).

En un estudio realizado a una población de individuos sanos en Japón tras una intervención nutricional y actividad física se encontró una reducción en los niveles circulantes de leptina (Miyatake, 2014)

En mujeres con reciente diabetes gestacional después de 3-16 meses de dar a luz, se observó un aumento en niveles de leptina en plasma mientras se encontraban en ayunas tras ejercicios cardiopulmonares (Gar, 2017)

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Sobrepeso y obesidad

La obesidad es un problema de salud acompañada de enfermedades tales como diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, aumento de grasa visceral, entre otras enfermedades, que juntas caracterizan el síndrome metabólico. El aumento en el número de adipocitos es otra de las características de la obesidad, además considerado un estado de inflamación crónico (Viesti, 2014)

La OMS define el sobrepeso y obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede resultar perjudicial para la salud. (OMS, 2015)

De 1980 al 2014 el sobrepeso y obesidad se han incrementado al doble (OMS, 2015), a nivel mundial han causado más muertes que la insuficiencia ponderal (OMS), en México la ENSANUT 2012 reporta que 26 millones de adultos mexicanos presentaban sobrepeso y 22 millones obesidad, solo un poco más del 20% de la población está en los parámetros de peso saludable (ENSANUT, 2012).

En el estado de Sonora la incidencia de sobrepeso y obesidad es semejante que a nivel nacional, 7 de cada 10 adultos mayores de 20 años (ENSANUT, 2012), lo que se ha reflejado en los índices de morbilidad y mortalidad por el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles tales como la Diabetes Tipo 2 y la Hipertensión Arterial (CEPRESOD, 2011).

3.2 Entrenamiento con ejercicio funcional

Es un sistema útil de programas y ejercicios con el propósito principal de reducir lesiones y mejorar el rendimiento en actividades de la vida diaria, a través de ejercicios progresivamente demandantes (Boyle, 2004). Este sistema fue originalmente creado con el propósito de curar parcialmente el deterioro funcional y motor en adultos mayores y por sus características el concepto y la idea de entrenamiento con ejercicio funcional es aceptado en el entrenamiento y acondicionamiento deportivo (Tomljanovic, 2011).

Un estudio realizado en la Universidad de Split, en Croacia, en individuos jóvenes demostró mejoras en control postural y precisión coordinativa en individuos entrenados con ejercicio físico funcional en una serie de pruebas físicas establecidas en comparación a individuos entrenados con entrenamiento de fuerza tradicional (Tomljanovic, 2011).

3.3 Gen *LEP* (Leptina)

El producto del gen *LEP*, leptina, es una hormona proteica sintetizada principalmente en el tejido blanco adiposo, el cual actúa a través de un receptor específico. (Karvonen, 1998)

La leptina tiene un papel fundamental en la producción, acumulación y distribución de la grasa corporal, por lo que se le ha involucrado con obesidad y sobrepeso, por su efecto hipotalámico (Rudolph, 1997).

Primero se describió a la leptina por su actuación en el centro de saciedad del hipotálamo a través de receptores específicos (ob-R), para restringir la ingesta de alimentos y mejorar el gasto energético (Tucholsky & Otto-Buczkowska, 2011)

Inicialmente en estudios experimentales, se les administró leptina exógena a ratas con obesidad inducida observándose pérdida de peso (Grayson, 2011) sin embargo en humanos se han obtenido resultados heterogéneos (Dubern, 2012).

Los niveles de secreción del Gen *LEP* no solo se ven reflejados en la cantidad de grasa acumulada, sino también en el balance energético de la persona. Cambios en la secreción de leptina influyen de manera significativa en procesos metabólicos y hormonales en el cuerpo humano (Tucholski & Otto-Buczkowska, 2011)

IV. METODOLOGÍA

La investigación que se llevó a cabo fue de tipo relacional experimental, teniendo en cuenta que anteriormente no se ha realizado una investigación similar en el estado de Sonora por lo cual los resultados obtenidos pueden variar con otros estados del país y/o con poblaciones del resto del mundo; lo anterior teniendo en cuenta que la cultura y el estilo de vida de nuestro grupo de muestra es muy diferente al de distintos estados y/o otros países.

4.1 Universo de estudio:

Personas residentes de la ciudad de Hermosillo, Sonora. México

4.2 Población de estudio:

Personas de 18 a 63 años con sobrepeso u obesidad radicando en la ciudad de Hermosillo, Sonora. México

Conformado por 20 personas con IMC >25

4.3 Unidad de estudio

El voluntario

4.4 Tipo de estudio

Longitudinal, Prospectivo con intervención

4.5 Nivel de estudio

Relacional

4.6 Criterios de inclusión

1. Hombres y mujeres no embarazadas de 18 a 63 años con sobrepeso u obesidad residentes de la ciudad de Hermosillo, Sonora. México
2. Sin limitantes para la actividad física
3. Sin cardiopatías, ni presencia de marcapasos

4. Que firmen carta de consentimiento informado

4.7 Criterios de exclusión:

1. Mujeres con ovario poliquístico
2. Personas con enfermedades mieloproliferativas
3. Personas con prótesis de miembros (inferiores o superiores)

4.8 Criterios de eliminación:

1. Mujeres que desarrollen embarazo durante el periodo de intervención
2. Personas que decidan retirarse del estudio
3. Personas de cuyas muestras no sea posible obtener ARN de buena calidad y no sea posible su recuperación
4. Personas con problemas psiquiátricos que comprometan el desarrollo del proyecto

4.9 PROCEDIMIENTO:

1. A las personas que cumplieron los criterios de inclusión se les proporcionó, explicó el proyecto y se recabó firma autógrafa por duplicado de la carta de consentimiento informado
2. Se recabaron datos generales
3. Se realizaron mediciones antropométricas; peso (equipos OMRON HBF-516, TANITA TBF300A), Talla (Tallímetro), medidas de circunferencia (Cinta antropométrica)
4. Se realizó prueba de Rockport
5. Se obtuvieron muestras de sangre periférica para la realización de extracción de ARN al inicio del proyecto y al finalizar la intervención
6. Se aplicó un programa de ejercicio físico funcional (Intervención) por 6 meses

5. Programa de Intervención

El programa tuvo una duración de 6 meses en los cuales se realizó una intervención de una hora tres días a la semana

El programa de ejercicio funcional se dividió en tres niveles de intensidad, cada nivel incluyó una rutina distinta para 6 días por semana y consta de 5 series conformadas por 5 ejercicios los cuales se realizaron en repeticiones durante 30 segundos y al finalizar se intercalaron con un tiempo de descanso de 30 segundos entre cada ejercicio.

Los niveles se dividieron de acuerdo con la condición física de la persona, el cual fue determinado al realizar la prueba de Rockport seguido de la fórmula para determinar $VO_2\text{max}$ y nivel de fitness, si un ejercicio no le causó esfuerzo a la persona, se le indicó aumentar un nivel de ejecución e intensidad más alto.

Cabe mencionar que las personas que conformaron la muestra no realizaron cambio extra a sus estilos de vida, tales como una dieta o ingerir sustancias que provoquen alteraciones hormonales, ya que esto se les informó que podría afectar los resultados de la investigación.

5.1 Instrumentos

Prueba de Rockport: Consiste en caminar la distancia de 1609 metros a la mayor velocidad posible. Esta prueba fue diseñada para personas que no pueden correr debido a una pobre condición cardiorrespiratoria.

Procedimiento

1. Antes comenzar la prueba se les explicó en qué consiste la prueba y se midió frecuencia cardiaca
2. Se señaló la línea de salida y línea de meta
3. Se cronometró el tiempo realizado durante la prueba

4. Al finalizar la prueba se les tomaron frecuencia cardíaca, de la muñeca izquierda entre los primeros 10 a 15 segundos de finalizada la prueba
5. Los datos se ingresaron a la fórmula:

$$VO_2Max=132,6-(0.17xPC)-(0.39xE)+(6.31xS)-(3.27xT)-(0.156xFC)$$

Donde:

- PC: Peso Corporal
- E: Edad
- S: Sexo(Mujeres=0, Hombres=1)
- T: Tiempo
- FC: Frecuencia Cardíaca

El resultado del tiempo se transformó de minutos y segundos (00:00) a minutos (0.0)

Ejemplo: 15:30 a 15.5 minutos.

6. Obteniendo en resultado de la formula se determinó el nivel de fitness de la persona, el cual pudo ser: Baja, Regular, Media, Buena o Excelente
7. Una vez obtenido el nivel de fitness al voluntario se le asignó uno de los tres niveles de rutina de entrenamiento adecuados, de acuerdo a su resultado en la tabla de fitness.

Medidas antropométricas:

Para la toma de medidas se utilizaron los siguientes instrumentos;

- Cinta antropométrica: para la toma de medidas de circunferencia de cadera y cintura.
- Tallímetro: para medir la talla (altura) del paciente
- Básculas: OMRON HBF-516 y TANITA TBF300A Para determinar masa magra, masa grasa, peso y edad metabólica de la persona y obtener un punto de referencia del progreso que logro durante el proyecto.

V. RESULTADOS

Los datos descriptivos de la población estudiada se presentan en la siguiente tabla (tabla 1) y para realizar el análisis estadístico se usó la prueba de Chi cuadrada, con una significación estadística considerada de $p < 0.05$ (tabla 2).

Tabla 1. Variables analizadas iniciales del grupo en general.

Variable	Casos Hombres	Casos Mujeres
Porcentaje	18.75	81.25
Edad (años)	22.5 \pm 4.95	48.3 \pm 12.1
Peso (Kg)	92.3 \pm 2.83	96.55 \pm 12.95
IMC	29.5 \pm 0.04	37.56 \pm 4.39
% Grasa	55.4 \pm 0.57	42.59 \pm 5.66
% Músculo	16.6 \pm 3.54	38.31 \pm 14.78
Grasa visceral	11 \pm 1.41	16.8 \pm 3.99
Cintura (cm)	115 \pm 0	109.85 \pm 12.06
Cadera (cm)	126 \pm 4.24	116.37 \pm 10.89
Índice cintura-cadera	0.91 \pm 0.03	0.95 \pm 0.09
Tensión sistólica (Hgmm)	126.69 \pm 18.59	138 \pm 16
Tensión diastólica	81.92 \pm 11.47	97 \pm 6.5

En cuanto a las variables somatométricas encontramos también algunas diferencias estadísticamente significativas, en la comparación de inicio vs final las cuales se presentan en la tabla 2, donde se encuentra diferencias estadísticamente significativas en todas las variables, lo cual evidencia que la intervención mediante ejercicio funcional impacta mejorando las condiciones de composición corporal y somatométricas como en el peso, IMC y tensión arterial sistólica tanto como la diastólica, mejorando por ende los factores de riesgo metabólicos y probablemente

cardiovasculares al disminuir estos parámetros como reflejo de la optimización en los niveles séricos generales.

Tabla 2. Comparación inicio-final de los valores obtenidos en las variables analizadas después de 6 meses de intervención con ejercicio funcional.

Variable somatométrica	Inicial Media + DE Hombres	Inicial Media + DE Mujeres	Final Media + DE Hombres	Final Media + DE Mujeres	Prueba de Chi cuadrada General
PESO	92.3±2.83	96.55±12.95	89.25±7	84.85±14.01	x ² =132.0 p=0.001
IMC	29.5±0.04	37.56±4.39	28.46±1.32	32.93±4.11	x ² = 111.0 p=0.001
% Grasa	55.4±0.57	42.59±5.66	34.1±8.41	42.45±3.46	x ² = 96.0 p= 0.001
% Músculo	16.6±3.54	38.31±14.78	68.2±0.85	49.55±5.21	x ² = 132.0 p= 0.233
Grasa Visceral	11±1.41	16.8±3.99	10.5±3.54	14.90±6.61	x ² = 51.0 p= 0.039
Cintura	115±0	109.85±12.06	106.7±2.26	99.33±9.21	x ² = 84.0 p=0.002
Cadera	126±4.24	116.37±10.89	116.95± 5.16	107.2±7.53	x ² = 70.0 p=0.003
Índice cint.-cad	0.91±0.03	0.95±0.09	0.91±0.06	0.93±0.07	x ² = 64.0 p=0.005
Tensión sist.	126.69±18.59	138±16	120.6±16.7	122.7±9.7	x ² = 48.0 p= 0.02
Tensión diast.	81.92±11.47	97±6.5	77.5±9.78	77.9±9.1	x ² = 25.5 p=0.003

IMC= índice de masa corporal, índice cint-cad= índice cintura-cadera, Tensión sist= Tensión sistólica, Tensión diast.= Tensión diastólica.

En la tabla 3 podemos encontrar las variables somatométricas consideradas normales tanto para mujeres como hombres dentro de la misma edad promedio de voluntarios participantes en la intervención.

Tabla 3. Variables somatométricas normales en hombres y mujeres

Variable somatométrica	Variabes ideales en hombres	Variabes ideales en mujeres
PESO*	72-80	55-61
IMC*	18.5-24.9	18.5-24.9
% Grasa**	8-19.9	23-33.9
% Músculo**	33.1-39.1	24.1-30.1
Grasa Visceral**	1-9	1-9
Cintura(cm)*	81.3-89.9	75.8-83.5
Cadera (cm)*	≤102	≤88
Índice cint.-cad*	0.78-0.94	0.71-0.85
Tensión sist.*	120	120
Tensión diast.*	80	80

Fuente OMS 2015* y Omron**

En el manejo de parámetros de fitness para determinar la condición física, se realizó la prueba Rockport al total de los voluntarios incluidos en el estudio y se obtuvieron los datos a analizar como se muestra en la tabla 3 y la gráfica 1:

Tabla 4. Distribución de la capacidad física medida por fitness mediante la prueba RockPort inicial.

Nivel de fitness	Porcentajes Nivel Fitness Mujeres	Porcentajes Nivel Fitness Hombres
Baja o mala	40%	0%
Regular	40%	50%
Mediana	20%	50%
Buena	0%	0%
Excelente	0%	0%

Figura 1. Distribución de los resultados de Nivel fitness tras Prueba de Rockport inicial en mujeres.

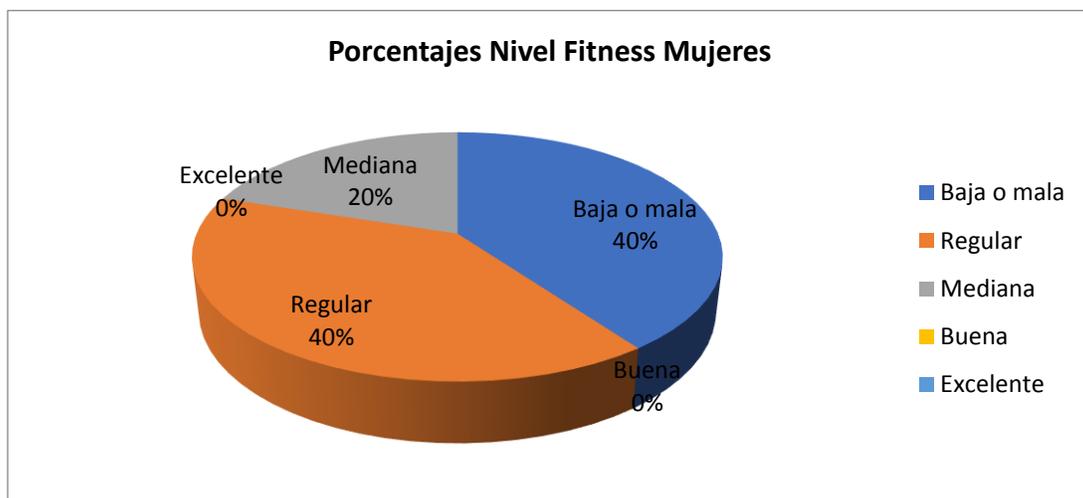
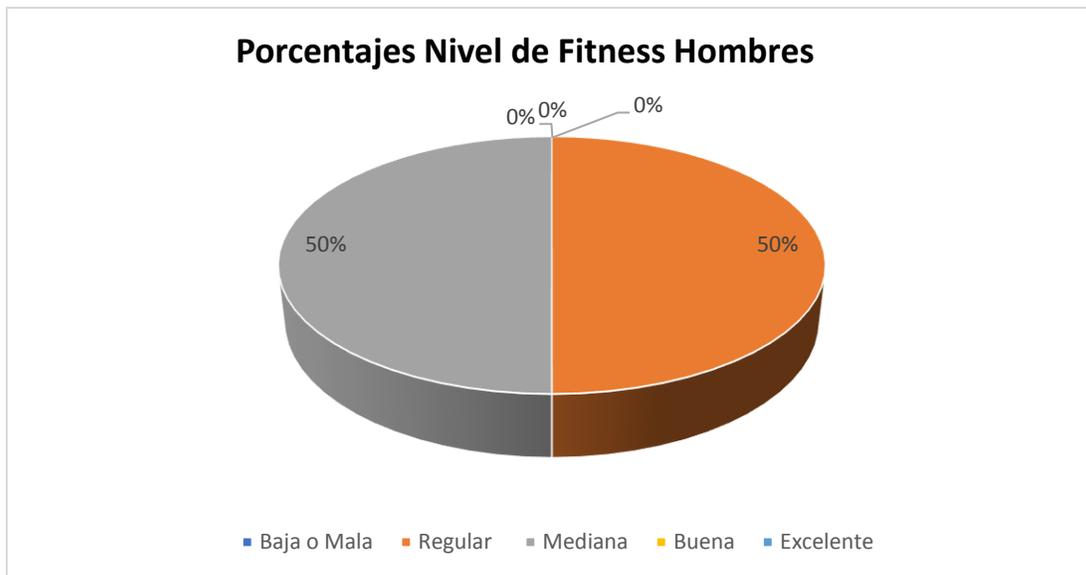


Figura 2. Distribución de los resultados de Nivel fitness tras Prueba de Rockport inicial en hombres.



Al concluir 6 meses de intervención mediante tres sesiones semanales de ejercicio funcional, se realizó la última prueba de Rockport en la cual se observan cambios prácticamente mínimos en la población estudiada como se observa en la tabla 5 y gráfica 3.

Tabla 5. Distribución en porcentajes del nivel de fitness tras Prueba de Rockport final

Nivel de fitness	Porcentajes Nivel Fitness Mujeres	Porcentajes Nivel Fitness Hombres
Baja o mala	40%	0%
Regular	40%	0%
Mediana	20%	100%
Buena	0%	0%
Excelente	0%	0%

Figura 3. Distribución de resultados en nivel fitness tras Prueba de Rockport final en mujeres

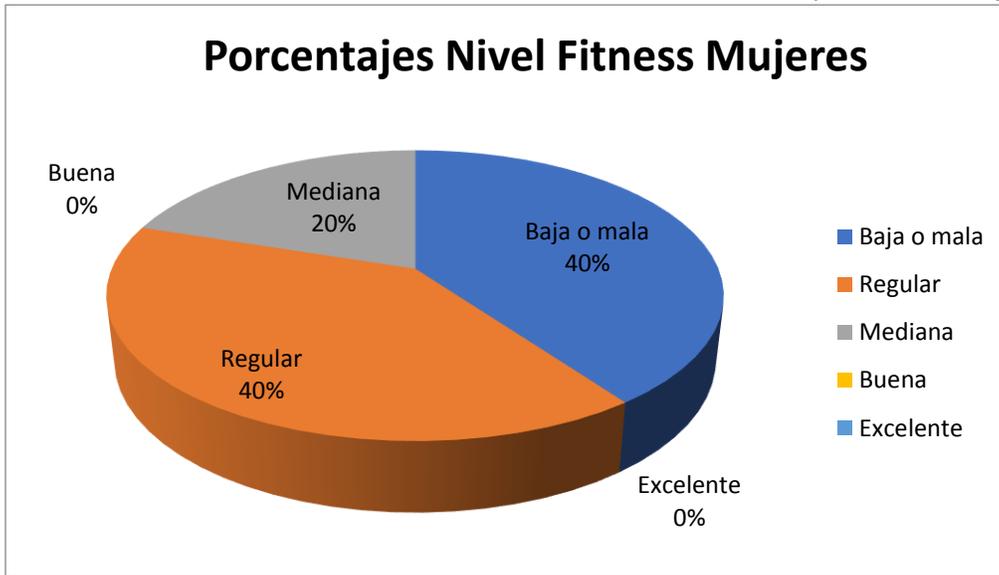


Figura 4. Distribución de resultados en nivel fitness tras Prueba de Rockport final en hombres

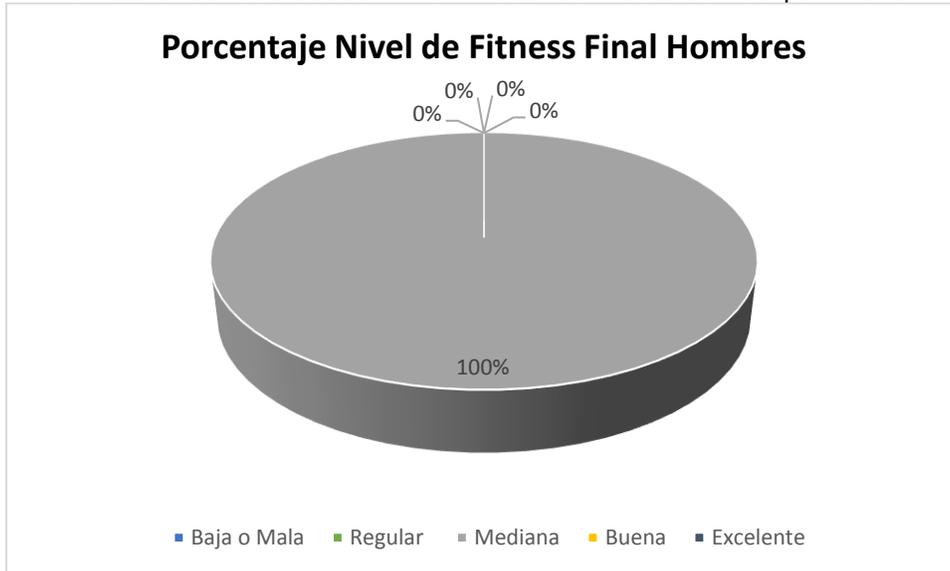


Tabla 6. Resultado promedio de variables tras Prueba de Rockport final

Variable	Prueba final Media \pm DE Hombres	Prueba final Media \pm DE Mujeres
Peso	89.25 \pm 7	84.85 \pm 16.6
FCI	77.5 \pm 13.43	79.8 \pm 8.92
FCF	124.5 \pm 4.94	109.8 \pm 15
Tiempo	16.72 \pm 0.31	18.98 \pm 0.92
VO2max	40.81 \pm 1.22	19.81 \pm 10.25
Nivel de fitness	Mediana	Regular

Tabla 7. Nivel de fitness en mujeres de acuerdo con el consumo máximo de oxígeno acorde a la edad.

Consumo Máximo de Oxígeno					
(ml/kg/min)					
Edad	Baja o mala	Regular	Mediana	Buena	Excelente
20-29	<24	24-30	31-37	38-48	>49
30-39	<20	20-27	28-33	34-44	>45
40-49	<17	17-23	24-30	31-41	>42
50-59	<15	15-20	21-27	28-37	>38
60-69	<13	13-17	18-23	24-34	>35

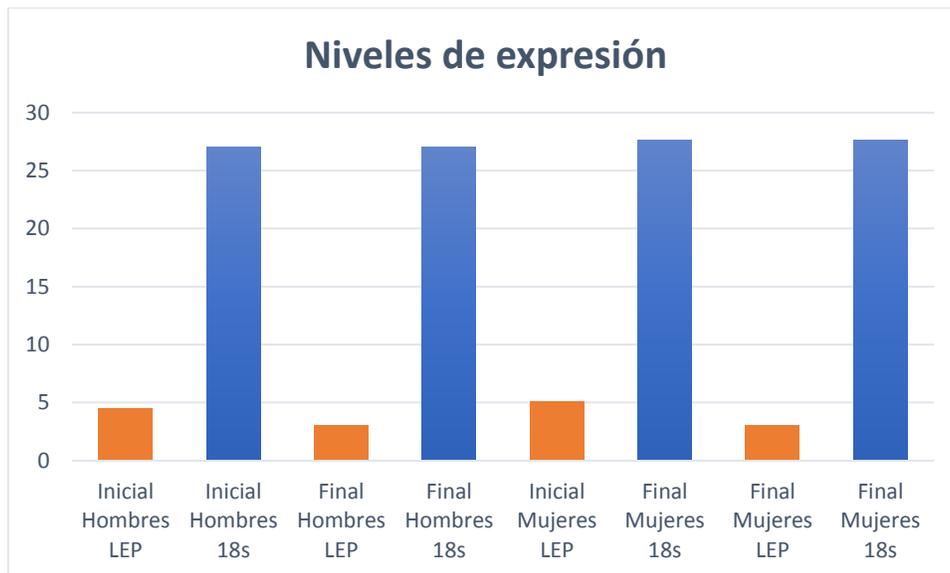
Tabla 8. Nivel de fitness en hombres de acuerdo con el consumo máximo de oxígeno acorde a la edad.

Consumo Máximo de Oxígeno					
(ml/kg/min)					
Edad	Baja o mala	Regular	Mediana	Buena	Excelente
20-29	<25	25-33	34-42	43-52	>53
30-39	<23	23-30	31-38	39-48	>49
40-49	<20	20-26	27-35	36-44	>45
50-59	<18	18-24	25-33	34-42	>43
60-69	<16	16-22	23-30	31-40	>41

NIVELES DE EXPRESIÓN GÉNICA

- Encontramos una diferencia en los niveles de expresión del gen *LEP* antes y después de la intervención por seis meses, tomando como control de amplificación el gen constitutivo *18sr*
- Podemos observar en la gráfica 3, que los niveles de expresión del gen *LEP* disminuyeron después de los 6 meses de intervención sin embargo debido a la deserción de un grupo importante de casos (43%) esta diferencia no fue concluyente.

Figura 5. Niveles de expresión del gen *LEP* tomando como constitutivo al gen *18s*



Podemos observar como los niveles de expresión del gen constitutivo fue mucho mayor que los del gen a tamizar, aun así, se puede observar que los niveles del gen de leptina tendieron a la baja tanto en hombres como en mujeres.

VI. DISCUSIÓN

Los cambios en la pérdida de peso y nivel de fitness del grupo estudiado no presentaron un efecto significativo en los niveles de expresión del gen *LEP*, sin embargo, tras concluir el programa de intervención se alcanzó una reducción. La deserción de gran parte del grupo experimental a mediados de la intervención no nos permite obtener resultados concluyentes. La mayoría de los individuos lograron mantener su nivel de fitness, solo se presentó una mejora y un caso de disminución en mujeres, en hombres se presentó una mejora mientras que un voluntario se mantuvo.

Investigaciones en pacientes con síndrome metabólico, los cambios logrados en pérdida de peso, y reducción en la circunferencia abdominal no han cumplido con las expectativas de los investigadores, ya que en la mayor parte de los casos los pacientes mantienen su peso o logran una pequeña pérdida de peso tras el periodo experimental establecido (Soca, 2009). Después del periodo de intervención, se presentó la pérdida de peso y variación en medidas antropométricas considerando una intervención exitosa si nos basamos en cambios en el aspecto físico de la persona.

En estudios donde además de establecer un régimen de entrenamiento físico también se establece una intervención nutricional logrando efectos positivos en cuanto a pérdida de peso, debido a la restricción calórica que el paciente cumple durante el plan nutricional (Soca, 2012) se evidencia un mayor aporte y mejores resultados. Teniendo en cuenta que durante el periodo de intervención no se estableció en conjunto una intervención nutricional, los cambios observados en el peso aun cuando estadísticamente fueron significativos pudieron ser mejores. Implementando un plan nutricional adecuado, conforme a las necesidades de cada individuo con base a una restricción calórica, será posible un mayor cambio en la variable de pérdida de peso al final de la intervención.

Cambios positivos como reducción de presión arterial sistólica, reducción de triglicéridos y colesterol, son beneficios adquiridos a través del entrenamiento físico

en el mayor número de investigaciones en pacientes con síndrome metabólico, la reducción de adipocitos no presenta un cambio muy significativo, sobre todo en periodos experimentales de corto plazo (Soca, 2009). En nuestro estudio encontramos mejoría en parámetros como lo son las cifras de tensión arterial y composición corporal.

Para lograr una mayor reducción en el peso corporal se recomienda practicar actividad física desde baja a alta intensidad, de acuerdo con el nivel fitness que presenta el individuo, al menos 150 minutos a la semana o 30 minutos 5 días a la semana, logrando mejoras de reducción de peso en individuos con sobrepeso y obesidad con diferencia de hasta 13 kg tras un periodo de 12 a 18 meses de intervención en estudios aleatorios. (JAKICIC, 2001). Si bien siguiendo este método en investigaciones aleatorias no se lograron presentar los resultados esperados durante el periodo del programa. Teniendo en cuenta lo anterior, se ha sugerido incrementar el tiempo de intervención hasta 300 minutos a la semana o una hora diaria 5 días a la semana en busca de mayores resultados en un menor periodo de tiempo, de igual manera teniendo en cuenta el nivel de fitness del individuo, para aumentarlo gradualmente de acuerdo con su progreso durante la intervención (JAKICIC, 2001). Sesiones de 45 minutos durante 3 días a la semana, fueron suficientes para lograr resultados en los objetivos previamente establecidos, aun cuando los pacientes tenían la indicación de realizar 2 sesiones más durante su tiempo libre el resto de la semana. Esto se le puede atribuir a que el paciente no contaba con la misma motivación al estar realizando las sesiones por su cuenta a diferencia a cuando estas se realizaban en grupo. Para futuras investigaciones, establecer un mínimo de 4 sesiones semanales de 45 minutos cada una, será lo ideal para aumentar la interacción en un ambiente entre pacientes con el mismo objetivo, a asignarle una tarea que no nos asegura podrá cumplir por su cuenta.

En cuanto a cambios en los niveles de expresión séricos del Gen *LEP*, se observó una pequeña reducción al comparar los resultados iniciales con los resultados finales de nuestra investigación. Este resultado puede representar cambios en los niveles de saciedad en nuestros individuos, la variación en cambios de peso en los

pacientes vuelve a demostrar lo explicado anteriormente. Investigaciones en humanos no han sido homogéneas en comparación a investigaciones que demostraron una reducción de saciedad tras la introducción de leptina exógena, aumentando los niveles de esta en roedores con obesidad y logrando una disminución de peso altamente significativa por este tratamiento (Grayson, 2011; Dubern, 2012). Para el año 2002 se conocía que el aumento de leptina solo lograba satisfacer la saciedad en un 5% de los individuos que se sometían a tratamientos de inducción de leptina exógena y en muy pocos casos logrando una pérdida de peso por este método (Simón, 2002).

VII. CONCLUSIONES

- La práctica constante del ejercicio físico funcional logro una reducción en los niveles de secreción del Gen *LEP*
- Una intervención de 6 meses mediante ejercicio funcional fue suficiente para obtener una pérdida de peso y modificación de la composición corporal
- El ejercicio físico funcional sin intervención nutricional o psicológica logró un aumento en el nivel de fitness y el mantenimiento de este
- El ejercicio funcional por 6 meses mejoró las cifras de la tensión arterial sistémica tanto sistólica como diastólica

RECOMENDACIONES

- Es sugerible que para futuras investigaciones se aumente el tamaño de la muestra para disminuir el índice de impacto por deserciones.
- Contar con un lugar y ambiente apropiados para realizar la intervención ya que en este estudio utilizamos espacios públicos que en ocasiones no eran totalmente óptimos para la realización del ejercicio y que permitan disminuir el riesgo de lesiones y deserción de población.
- Aumentar el número de sesiones semanales

BIBLIOGRAFÍA

-Boyle M. (2004) *Functional training on sports*. Champaign,IL,United States of America.

-Tomljanovic M., Spacic M., Gabriolo G., Uljevic O., Foretic N. (2011) Effects of five weeks of functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. *Kinesiology*. 43 2:145-154

-Goss D. L., Christopher G. E., Faulk R. T., Moore J. (2009) Functional training program bridges rehabilitation and return to duty. *Journal of Special Operations Medicine : a Peer Reviewed Journal for SOF Medical Professionals*9(2).29-48

-Friedman J. M., Halaas J. L. (1998) Leptin and the regulation of bodyweight in mammals. *Nature*. 395 763-770

-Karvonen M., Pesonen U., Heinonen P, Laakso M., Rissanen A., Naukkarinen H., Valve R., Uusitupa M. I. J., Koulou M. (1998). Identification of New Sequence Variants in the Leptin Gene. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 83, 3239-3242.

-Fried S., Ricci M., Russell C., Laferrère B. (2000) Regulation of leptin production in humans. *American Society for Nutritional Science*.130: 3127S-3137S

-Tucholski K & Otto E. (2011) The role of leptin in the regulation of carbohydrate metabolism. *Endocrinol Pol*. 62(3)252-261

-Soca P., Peña Pérez I., Niño Escofet S., Cruz Torres W., Niño Peña A., Ponce De León D. (2012). Ensayo clínico aleatorio: papel de la dieta y ejercicios físicos en mujeres con síndrome metabólico. *ATENCIÓN PRIMARIA*, 44, 387-393.

-Castillo I, Molina-García J. Adiposidad corporal y bienestar psicológico: efectos de la actividad física en universitarios de Valencia, España. *Rev Panam Salud Publica*. 2009;26(4):334–40.

-Soca P. E. M., Cruz Torres W., González Ferrer J., Cardona Cáceres X., Cruz Lage L. A., Hernández Tamayo M. (2009). Efectos beneficiosos de cambios en la dieta y ejercicios físicos en mujeres obesas con síndrome metabólico. *Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. 4, 29-36

-Jakicic J. M.; Clark K., Coleman E., Donnelly J. E., Foreyt J., Melanson, E., Volek J., Volpe S. L. (2001). Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and

Prevention of Weight Regain for Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 33, 2145-2156.

-ENSANUT 2012

-CEPRESOD. Estrategia Estatal para la Prevención y el control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes (2015). En: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/adulto/descargas/pdf/EstrategiaSODSonora.pdf>

ENSANUT 2016. La Encuesta Nacional de salud y nutrición como fuente para las políticas publicas http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/eventos/.../A_DEL_RIO.ppt

-OMS Sobrepeso y obesidad (2015)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

-Grayson B. E., Seeley R. J. (2011) Deconstructing obesity: the face of fatness before and after the discovery of leptin. *Diabetologia* 55 3–6

-Dubern B., Clement K. (2012). Leptin and leptin receptor-related monogenic obesity. *Biochimie*. 94(10).

-Simón E., Del Barrio A.S. (2002). Leptina y obesidad. ANALES Sis San Navarra, 25, 53-64.

- Kelesidis T., Kelesidis I., Chou S., Mantzoros C. S. (2010). Narrative Review: The Role of Leptin in Human Physiology: Emerging Clinical Applications. *Ann Intern Med*, 152(2), 93-100.

-Gar C., Rottenkolber M., Grallert H., Banning F., Freiboth, I., Sacco V., Wichmann C., Reif V., Potzel A., Dauber V., Schendell C., Sommer N. N., Wolfarth B., Seissler J., Lechner A., Ferrari U. (2017). Physical fitness and plasma leptin in women with recent gestational diabetes. *PLoS One*, 12, 6.

-Miyatake N., Murakami H., Kawakami R., Tabata I., Miyachi M., The NEXIS Study Group. (2014). Circulating leptin levels are associated with physical activity or physical fitness in Japanese. *Environ Health Prev Med*, 19(5), 362-366.

-Farr O. M., Gavrieli A., Mantzoros C. S. (2015). Leptin applications in 2015: What have we learned about leptin and obesity?. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes Journal*, 22(5), 353-359.

CEPRESE. Estrategia Estatal para la Prevención y el control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes (2015). En: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/adulto/descargas/pdf/EstrategiaSODSonora.pdf>

La Encuesta Nacional de salud y nutrición como fuente para las políticas públicas http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/eventos/.../A_DEL_RIO.ppt

OMS Sobrepeso y obesidad (2015)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

ANEXOS

Método de extracción de ARN

1. De 4 a 6 ml de sangre periférica total
2. Centrifugar a 3000RPM por 15 minutos
3. Pipeta de un 1ml tomamos 100 μ l de la fase intermedia(Leucocitos) y agregamos un ml de trizol
4. Agregamos 200 μ l de cloroformo
5. Agitamos en Vortex 30 segundos
6. Incubamos a temperatura ambiente por 15 minutos
7. Centrifugamos 2200RPM por 15 minutos
8. Separamos la fase superior en un tubo previamente rotulado(Sin arrastrar fase intermedia)
9. Agregamos 500 μ l de isopropanol e incubamos por 15 minutos a temperatura ambiente
10. Centrifugar a a 13,000RPM por 15 minutos
11. Decantamos y agregamos 1ml de etanol al 70%
12. Agitamos en vortex por 30 segundos
13. Centrifugamos a 13,000RPM por 10 minutos
14. Decantamos y dejamos secar a en papel absuente
15. Resuspender en 20 μ l de agua ultrapure

Intervención

Programa de ejercicios

Nivel 1 (Malo o bajo)

Lunes

5. **Rodillas al pecho.**- En posición de lagartija se lleva una rodilla al pecho, luego se devuelve a su posición inicial y se repite la acción con el miembro contralateral. 30 segundos.
6. **Desplante y flexión de bíceps contra lateral.**- Se realiza un desplante con una pierna sin que la rodilla toque el suelo, al tiempo que se hace una flexión de bíceps del lado contrario.30 segundos.
7. **Media sentadilla y posición del triunfo.**- Se realizan sentadillas sin sobrepasar el ángulo de 90 grados en la articulación de la rodilla, intentando mantener la espalda erguida y la tibia perpendicular al suelo. En la extensión de rodilla se elevan los brazos extendiéndolos por encima de la cabeza en posición de triunfo. 30 segundos
8. **Medias Campanas.**- Se toma la mancuerna o botella del extremo proximal y se realiza una media sentadilla aprovechando la inercia del bote para hacer una flexión de hombro, manteniendo los codos extendidos y bajando y subiendo el centro de masas junto con la campana. 30 segundos.
9. **Media abdominal.**- En posición supina, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, las manos en la nuca y el cuello relajado, se realiza una contracción de los músculos abdominales tanto como sea posible sin despegar los omoplatos del piso. 30 segundos.

Martes

4. **Aleteos de hombros con desplante lateral.**- Con la mancuerna del peso correspondiente se hace un desplante lateral, quedando en posición de sentadilla, al mismo tiempo que el centro de gravedad desciende se abren los brazos a la altura de los hombros como aleteando. 30 segundos.
5. **Acostado, piernas rectas arriba y abajo.**- Acostado boca arriba se extienden las rodillas y se realiza una flexión de cadera, manteniendo la rodilla extendida y de manera alternada. 30 segundos.
6. **Reloj tipo lagartija en pared.**- Se realizan lagartijas recargado contra la pared siguiendo las posiciones de las manecillas del reloj a las 11 a las 12 y a la 1, realizando la lagartija completa cada vez. Se comienza en las 12 con las manos cercanas al cuerpo, luego se aleja la mano izquierda del centro hacia las 11 y se realiza una lagartija abierta, se regresa la mano izquierda al centro, se realiza otra lagartija y después se aleja la mano derecha del centro para realizar otra lagartija, se repite cuantas veces sea posible en 30 segundos.
7. **Rodillas arriba, golpear manos.**- Se posicionan las manos a nivel de la cadera y se eleva la rodilla hasta golpear la mano de cada lado. 30 segundos
8. **Acostado levantar cadera.**- En posición supina, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, se levanta la cadera hasta que las rodillas, la cadera y los hombros queden en una línea recta. 30 segundos

Miércoles

6. **Martillo con botella de agua.**- Se toma la botella de lado, se mueven como si se estuviera martillando o tocando el tambor alternadamente y de manera tan rápida como sea posible por 30 segundos.

7. **Puntillas abiertas.**- Se realizan puntillas con los talones juntos y las puntas hacia afuera por 30 segundos.
8. **Lagartijas en pared.**- Se realizan lagartijas en pared tan alejado de ella como sea posible para el sujeto realizarlas, conforme se dé la fatiga se puede ir disminuyendo la distancia.
9. **Ángeles -superman.**
 - a) **Ángeles.**- Acostado boca arriba se levantan ambas manos, las piernas desde la rodilla y la cabeza del suelo, manteniendo la vista al frente y se aletea con manos y pies por 30 segundos, se alternara el siguiente circuito con Superman.
 - b) **Superman.**- En la misma posición que los ángeles se elevaran los brazos rectos al frente de la cabeza, con la vista al frente, se moverán arriba y abajo sin tocar el piso por 30 segundos, de la misma manera, con las piernas extendidas se llevaran arriba abajo desde la rodilla sin tocar el suelo.
10. **Arañas.**- En posición en posición de ganeo, sostenido en las puntas, se levantarán las rodillas del suelo, como si fuera un bebe intentando levantarse, luego se volverán a bajar las rodillas sin tocar el suelo, se repetirá el ejercicio por 30 segundos.

Jueves

7. **Botella hacia la barbilla.**- Con las botellas del peso correspondiente, se llevaran a la barbilla, esto simulando como si las botellas estuvieran unidas de la tapa, o como si fuese una barra que se levanta hacia la barbilla, se repite cuantas veces sea posible por 30 segundos.

8. **Acostado de lado pierna arriba y abajo.**- Acostado de lado se eleva una pierna hacia el lado tantas veces sea posible por 15 segundos, se pausa el cronometro y se permite que el sujeto se dé la vuelta y se realiza con el lado contrario.
9. **Hombros arriba y abajo con botella.**- Con las botellas se llevan los hombros arriba y abajo como diciendo “no se” tantas veces como sea posible por 30 segundos.
10. **En cuatro puntos patada hacia arriba.**- EN posición de gateo se lleva la pierna hacia atrás dando una patadita, se repite por 15 segundos y se cambia de lado, tantas veces como sea posible en 30 segundos.
11. **Piernas arriba y a los lados.**- En posición supina, se llevan las piernas extendidas hacia arriba y se hacen péndulos de lado a lado cuando alcancen un ángulo de 45 grados de flexión de cadera. Se hacen las que sean posibles en 30 segundos.

Viernes

1. **Recargado en la pared cadera arriba y abajo.**- Recargado en la pared de lado, teniendo los pies como fulcro y el hombro de apoyo, se lleva la cadera arriba y abajo tantas veces sea posible por 15 segundos y luego se cambia de lado.
2. **Sentarse y levantarse de silla, alternar lados.**- Se le ensañará al paciente como sentarse y levantarse de una silla de un lado y del otro, se sentará hasta el piso y se levantará hasta quedar erguido, alternando lados y cuantas veces sea posible en 30 segundos.

3. **Flexión de codo y posición de triunfo.**- Se realizan flexiones de codo y cuando la botella este en los hombros se levantarán las manos como haciendo un gesto de triunfo extendiendo los codos por encima de la cabeza, se finaliza bajando las manos a su posición inicial y se inicia de nuevo el ejercicio. 30 segundos.
4. **Aleteo de colibrí.**- Se llevan las botellas hacia el frente con flexión de hombro, luego hacia los lados en abducción y por último hacia atrás en extensión de hombro, se repite tantas veces sea posibles en 30 segundos.
5. **Arañas invertidas.**- Como si se fuera a realizar la posición de arco del triunfo con las manos y pies en el piso, se extiende la cadera, levantándola del piso y se lleva lo más cercana al suelo sin tocarlo o quedar sentado y se repite por 30 segundos.

Sábado

- **Medias abdominales laterales.**- Acostado bocarriba se llevan las rodillas flexionadas hacia un lado y se realiza la media abdominal, 15 segundos de cada lado.
- **Desplante largo y lento.**- Se realiza un desplante con una pierna hasta que la rodilla toque el suelo, se hace de manera lenta y el desplante es largo y prolongado, de manera alternada por 30 segundos.
- **Acostado piernas arriba, tijeras.**- Acostado boca arriba se llevan las piernas hacia arriba en un ángulo de 45 grados y se comienzan a hacer tijeras cruzando arriba y abajo alternando las piernas, se repite por 30 segundos.
- **En cuatro puntos patada de rana**- En posición de gateo se lleva la pierna hacia un lado como si un perro fuera a orinar, luego se lleva hacia atrás con

una patada, se regresa a la posición de lado de la misma manera y se hace una patada hacia atrás normal, se realiza tan rápido como sea posible y se cambia a los 15 segundos.

- **Puntillas y flexión de codo.**- De pie se realizarán puntillas al tiempo que se flexionan ambos codos venciendo el peso de las botellas.

Nivel 2 (Regular o medio)

Lunes

- **Medio Burpee.**- Se realiza una lagartija y se llevan las rodillas al pecho y se levanta.
- **Desplante y flexión de bíceps contra lateral.**- Se realiza un desplante con una pierna sin que la rodilla toque el suelo, al tiempo que se hace una flexión de bíceps del lado contrario.30 segundos
- **Media sentadilla y posición del triunfo.**- Se realizan sentadillas sin sobrepasar el ángulo de 90 grados en la articulación de la rodilla, intentando mantener la espalda erguida y la tibia perpendicular al suelo. En la extensión de rodilla se elevan los brazos extendiéndolos por encima de la cabeza en posición de triunfo .30 segundos
- **Campanas.**- Se toma la mancuerna o botella del extremo proximal y se realiza una media sentadilla aprovechando la inercia del bote para hacer una flexión de hombro, manteniendo los codos extendidos y bajando y subiendo el centro de masas junto con la campana. 30 segundos
- **Media abdominal.**- En posición supina, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, las manos en la nuca y el cuello relajado, se realiza

una contracción de los músculos abdominales tanto como sea posible sin despegar los omoplatos del piso.

Martes

- ***Aleteos de hombros con desplante lateral.***- Con la mancuerna del peso correspondiente se hace un desplante lateral, quedando en posición de sentadilla, al mismo tiempo que el centro de gravedad desciende se abren los brazos a la altura de los hombros como aleteando. 30 segundos.
- ***Acostado, piernas rectas arriba y abajo.***- Acostado boca arriba se extienden las rodillas y se realiza una flexión de cadera, manteniendo la rodilla extendida y de manera alternada. 30 segundos.
- ***Reloj tipo lagartija en banco.***- Se realizan lagartijas recargado contra un banco elevado siguiendo las posiciones de las manecillas del reloj a las 11 a las 12 y a la 1, realizando la lagartija completa cada vez. Se comienza en las 12 con las manos cercanas al cuerpo, luego se aleja la mano izquierda del centro hacia las 11 y se realiza una lagartija abierta, se regresa la mano izquierda al centro, se realiza otra lagartija y después se aleja la mano derecha del centro para realizar otra lagartija, se repite cuantas veces sea posible en 30 segundos.
- ***Rodillas arriba, golpear manos.***- Se posicionan las manos a nivel de la cadera y se eleva la rodilla hasta golpear la mano de cada lado, velocidad de trote. 30 segundos

- **Acostado levantar cadera.**- En posición supina, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, se levanta la cadera hasta que las rodillas, la cadera y los hombros queden en una línea recta. 30 segundos.

Miércoles

6. **Martillo con botella de agua.**- Se toma la botella de lado, se mueven como si se estuviera martillando o tocando el tambor alternadamente y de manera tan rápida como sea posible por 30 segundos.
7. **Caminar en puntas.**- Se realiza una marcha de puntas por 30 segundos.
8. **Lagartijas banco elevado.**- Se realizan lagartijas en banco tan elevado como sea posible para el sujeto realizarlas, conforme se dé la fatiga se puede disminuir el ritmo.
9. **Ángeles -superman.**-
 - a) **Ángeles.**- Acostado boca arriba se levantan ambas manos, las piernas desde la rodilla y la cabeza del suelo, manteniendo la vista al frente y se aletea con manos y pies por 30 segundos, se alternara el siguiente circuito con Superman.
 - b) **Superman.**- En la misma posición que los ángeles se elevaran los brazos rectos al frente de la cabeza, con la vista al frente, se moverán arriba y abajo sin tocar el piso por 30 segundos, de la misma manera, con las piernas extendidas se llevaran arriba abajo desde la rodilla sin tocar el suelo.
10. **Arañas.**- En posición en posición de gateo, sostenido en las puntas, se levantarán las rodillas del suelo, como si fuera un bebe intentando levantarse,

luego se volverán a bajar las rodillas sin tocar el suelo, se repetirá el ejercicio por 30 segundos.

Jueves

1. **Botella hacia la barbilla.**- Con las botellas del peso correspondiente, se llevaran a la barbilla, esto simulando como si las botellas estuvieran unidas de la tapa, o como si fuese una barra que se levanta hacia la barbilla, se repite cuantas veces sea posible por 30 segundos.
2. **Acostado de lado pierna arriba y abajo.**- Acostado de lado se eleva una pierna hacia el lado tantas veces sea posible por 15 segundos, se pausa el cronometro y se permite que el sujeto se dé la vuelta y se realiza con el lado contrario.
3. **Hombros arriba y abajo con botella.**- Con las botellas se llevan los hombros arriba y abajo como diciendo “no se” tantas veces como sea posible por 30 segundos.
4. **En cuatro puntos patada hacia arriba.**- EN posición de gateo se lleva la pierna hacia atrás dando una patadita, se repite por 15 segundos y se cambia de lado, tantas veces como sea posible en 30 segundos.
5. **Piernas arriba y a los lados.**- En posición supina, se llevan las piernas extendidas hacia arriba y se hacen péndulos de lado a lado cuando alcancen un ángulo de 45 grados de flexión de cadera.

Viernes

- **Acostado de lado cadera arriba y abajo.**- Acostado de lado, teniendo los pies como fulcro y el codo de apoyo, se lleva la cadera arriba y abajo tantas veces sea posible por 15 segundos y luego se cambia de lado.
- **Sentarse y levantarse, alternar lados.**- Se le ensañará al paciente como sentarse y levantarse de un lado y del otro, se sentará hasta el piso y se levantará hasta quedar erguido, alternando lados y cuantas veces sea posible en 30 segundos.
- **Flexión de codo y posición de triunfo.**- Se realizan flexiones de codo y cuando la botella este en los hombros se levantan las manos como haciendo un gesto de triunfo extendiendo los codos por encima de la cabeza, se finaliza bajando las manos a su posición inicial y se inicia de nuevo el ejercicio. 30 segundos.
- **Aleteo de colibrí.**- Se llevan las botellas hacia el frente con flexión de hombro, luego hacia los lados en abducción y por ultimo hacia atrás en extensión de hombro, se repite tantas veces sea posibles en 30 segundos.
- **Arañas invertidas.**- Como si se fuera a realizar la posición de arco del triunfo con las manos y pies en el piso, se extiende la cadera, levantándola del piso y se lleva lo más cercana al suelo sin tocarlo o quedar sentado y se repite por 30 segundos.

Sábado

Medias abdominales laterales.- Acostado bocarriba se llevan las rodillas flexionadas hacia un lado y se realiza la media abdominal, 15 segundos de cada lado.

Desplante largo y lento con botella de agua.- Se realiza un desplante con una pierna hasta que la rodilla toque el suelo, se hace de manera lenta y el desplante es largo y prolongado, de manera alternada por 30 segundos.

Acostado piernas arriba, tijeras.- Acostado boca arriba se llevan las piernas hacia arriba en un ángulo de 45 grados y se comienzan a hacer tijeras cruzando arriba y abajo alternando las piernas, se repite por 30 segundos.

En cuatro puntos patada de rana- En posición de ganeo se lleva la pierna hacia un lado como si un perro fuera a orinar, luego se lleva hacia atrás con una patada, se regresa a la posición de lado de la misma manera y se hace una patada hacia atrás normal, se realiza tan rápido como sea posible y se cambia a los 15 segundos.

Puntillas y flexión de codo.- De pie se realizarán puntillas al tiempo que se flexionan ambos codos venciendo el peso de las botellas.

Nivel 3 (Bueno o excelente)

Lunes

1. **Burpee.**- Se realiza una lagartija y se llevan las rodillas al pecho, se levanta, se lleva los brazos arriba y se da un salto. 30 segundos
2. **Desplante y flexión de bíceps contra lateral.**- Se realiza un desplante con una pierna sin que la rodilla toque el suelo, al tiempo que se hace una flexión de bíceps del lado contrario.30 segundos

3. **Sentadilla y posición del triunfo.**- Se realizan sentadillas hasta alcanzar el ángulo de 90 grados en la articulación de la rodilla, intentando mantener la espalda erguida y la tibia perpendicular al suelo. En la extensión de rodilla se elevan los brazos extendiéndolos por encima de la cabeza en posición de triunfo .30 segundos
4. **Campanas.**- Se toma la mancuerna o botella del extremo proximal y se realiza una media sentadilla aprovechando la inercia del bote para hacer una flexión de hombro, manteniendo los codos extendidos y bajando y subiendo el centro de masas junto con la campana. 30 segundos
5. **Media abdominal.**- En posición supina, con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, las manos en la nuca y el cuello relajado, se realiza una contracción de los músculos abdominales tanto como sea posible sin despegar los omoplatos del piso.

Martes

1. **Aleteos de hombros con desplante lateral.**- Con la mancuerna del peso correspondiente se hace un desplante lateral, quedando en posición de sentadilla, al mismo tiempo que el centro de gravedad desciende se abren los brazos a la altura de los hombros como aleteando. 30 segundos.
2. **Acostado, piernas rectas arriba y abajo.**- Acostado boca arriba se extienden las rodillas y se realiza una flexión de cadera, manteniendo la rodilla extendida y de manera alternada. 30 segundos.
3. **Reloj tipo lagartija.**- Se realizan lagartijas a nivel del suelo siguiendo las posiciones de las manecillas del reloj a las 11 a las 12 y a la 1, realizando la lagartija completa cada vez. Se comienza en las 12 con las manos cercanas al cuerpo, luego se aleja la mano izquierda del centro hacia las 11 y se realiza

una lagartija abierta, se regresa la mano izquierda al centro, se realiza otra lagartija y después se aleja la mano derecha del centro para realizar otra lagartija, se repite cuantas veces sea posible en 30 segundos.

4. **Correr en un punto.**- Se posicionan las manos a nivel de la cadera y se eleva la rodilla hasta golpear la mano de cada lado con el ritmo de un sprint. 30 segundos
5. **Acostado levantar cadera y patada.**- En posición supina, una rodilla flexionada y el pie en el suelo, se levanta la cadera y se levanta la pierna contralateral recta hasta alcanzar la rodilla de la pierna contraria. 15 segundos por pierna.

Miércoles

1. **Martillo con botella de agua.**- Se toma la botella de lado, se mueven como si se estuviera martillando o tocando el tambor alternadamente y de manera tan rápida como sea posible por 30 segundos.
2. **Puntillas con un pie.**- Se realizan puntillas a un pie 15 segundos por pie, cuantas sean posibles.
3. **Lagartijas.**- Se realizan lagartijas a nivel del suelo, conforme se dé la fatiga se puede ir disminuyendo el ritmo.
4. **Ángeles -superman.**
 - a. **Ángeles.**- Acostado boca arriba se levantan ambas manos, las piernas desde la rodilla y la cabeza del suelo, manteniendo la vista al frente y se aletea con manos y pies por 30 segundos, se alternara el siguiente circuito con Superman.

- b. **Superman.**- En la misma posición que los ángeles se elevaran los brazos rectos al frente de la cabeza, con la vista al frente, se moverán arriba y abajo sin tocar el piso por 30 segundos, de la misma manera, con las piernas extendidas se llevaran arriba abajo desde la rodilla sin tocar el suelo.
5. **Arañas.**- En posición en posición de gateo, sostenido en las puntas, se levantarán las rodillas del suelo, como si fuera un bebe intentando levantarse, luego se volverán a bajar las rodillas sin tocar el suelo, se repetirá el ejercicio por 30 segundos.

Jueves

1. **Botella hacia la barbilla.**- Con las botellas del peso correspondiente, se llevaran a la barbilla, esto simulando como si las botellas estuvieran unidas de la tapa, o como si fuese una barra que se levanta hacia la barbilla, se repite cuantas veces sea posible por 30 segundos.
2. **Acostado de lado pierna arriba y abajo.**- Acostado de lado se eleva una pierna hacia el lado tantas veces sea posible por 15 segundos, se pausa el cronometro y se permite que el sujeto se dé la vuelta y se realiza con el lado contrario.
3. **Hombros arriba y abajo con botella.**- Con las botellas se llevan los hombros arriba y abajo como diciendo “no se” tantas veces como sea posible por 30 segundos.
4. **En cuatro puntos patada hacia arriba.**- En posición de gateo se lleva la pierna hacia atrás dando una patadita, se repite por 15 segundos y se cambia de lado, tantas veces como sea posible en 30 segundos.

5. **Piernas arriba y a los lados.**- En posición supina, se llevan las piernas extendidas hacia arriba y se hacen péndulos de lado a lado cuando alcancen un ángulo de 45 grados de flexión de cadera.

Viernes

1. **Acostado de lado cadera arriba y abajo.**- Acostado de lado, teniendo los pies como fulcro y el codo de apoyo, se lleva la cadera arriba y abajo tantas veces sea posible por 15 segundos y luego se cambia de lado.
2. **Sentarse y levantarse, alternar lados.**- Se le enseñará al paciente como sentarse y levantarse de un lado y del otro, se sentará hasta el piso y se levantará hasta quedar erguido, alternando lados y cuantas veces sea posible en 30 segundos.
3. **Sentadilla y salto con posición del triunfo.**- Se realizan flexiones de codo y cuando la botella este en los hombros se levantarán las manos como haciendo un gesto de triunfo extendiendo los codos por encima de la cabeza y se da un salto, sin bajar los brazos más de la altura de los hombros y se repite el salto. 30 segundos.
4. **Aleteo de colibrí.**- Se llevan las botellas hacia el frente con flexión de hombro, luego hacia los lados en abducción y por último hacia atrás en extensión de hombro, se repite tantas veces sea posibles en 30 segundos.
5. **Arañas invertidas.**- Como si se fuera a realizar la posición de arco del triunfo con las manos y pies en el piso, se extiende la cadera, levantándola del piso y se lleva lo más cercana al suelo sin tocarlo o quedar sentado y se repite por 30 segundos.

Sábado

1. **Medias abdominales laterales.**- Acostado bocarriba se llevan las rodillas flexionadas hacia un lado y se realiza la media abdominal, 15 segundos de cada lado.
2. **Saltos en escuadra.**- Se realiza un salto y se posiciona en escuadra como si se fuera a hacer un desplante casi hasta que la rodilla toque el suelo, se hace de manera rápida, de manera alternada por 30 segundos.
3. **Acostado piernas arriba, tijeras.**- Acostado boca arriba se llevan las piernas hacia arriba en un ángulo de 45 grados y se comienzan a hacer tijeras cruzando arriba y abajo alternando las piernas, se repite por 30 segundos.
4. **En cuatro puntos patada de rana.**- En posición de gateo se lleva la pierna hacia un lado como si un perro fuera a orinar, luego se lleva hacia atrás con una patada, se regresa a la posición de lado de la misma manera y se hace una patada hacia atrás normal, se realiza tan rápido como sea posible y se cambia a los 15 segundos.
5. **Puntillas a un pie y flexión de codo.**- De pie se realizarán puntillas al tiempo que se flexionan ambos codos venciendo el peso de las botellas. 15 segundos por pie.