



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FÍSICO AERÓBICO SOBRE LA APTITUD METABÓLICA EN ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y SÍNDROME DE OVARIO POLIQUÍSTICO”.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciada en Fisioterapia

Profesor Guía
Lic. Arian Aladro

Autora
Julieta Estefanía Alemán Silva

Año
2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Lcdo. Arian Aladro

CI: 1755823034

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

“Declaramos haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Lic. Ft. Silvia Varela Gordillo
CI: 1713760336

Lic. Ft. Marcelo Baldeón Villavicencio
CI: 1707618136

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Julieta Estefanía Alemán Silva

CI: 1723474092

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser la fortaleza en la realización de este proyecto de tesis, y a cada uno de los que son parte de mi familia, a mis padres Mauricio Alemán y Julieta Silva, a mi esposo Danilo Arévalo y mi hermano Mauricio Alemán por ser el apoyo incondicional y motivación de mi formación académica, por ser el aliento y fuerza en los momentos de cansancio y declive, por creer en mí y no dudar de mis habilidades. Al Licenciado Arian Aladro por su paciencia, honestidad y enseñanza. Y a todos mis maestros que fueron parte de mi formación académica. Gracias eternas a todos ustedes.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres quiénes han velado por mi bienestar y educación, a mi esposo y mi hermano pilares fundamentales en mi vida. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar. A ellos, por estar conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. Es por ello que soy lo que soy ahora. Les amo hasta la eternidad.

Este estudio también va dirigido para todas las mujeres con Síndrome de Ovario Poliquístico que como somos diagnosticadas con este trastorno y buscamos un tratamiento alternativo para mejorar nuestra salud y calidad de vida.

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar el impacto de un programa de entrenamiento aeróbico sobre el índice de masa corporal, el índice de cintura-cadera y concentración de insulina sérica en adolescentes sobrepeso con Síndrome de Ovario Polquístico.

MATERIAL Y MÉTODO: Dieciséis adolescentes con sobrepeso y SOP (edad media $16,75 \pm 1,183$ años) fueron repartidas aleatoriamente a dos condiciones, uno que sirvió de grupo control "GC" (8 participantes), y el otro como grupo experimental "GE" (8 participantes). Las participantes del GE siguieron un programa de tratamiento basado en ejercicio aeróbico y las participantes del GC estuvieron ausentes de tratamiento.

RESULTADOS: Al finalizar la intervención se encontró que el entrenamiento de ejercicio aeróbico modificó de manera significativa el índice de masa corporal con una reducción de $2,49 \text{ kg/cm}^2$ ($p=0,001$). El índice de cintura-cadera no fue significativamente diferente entre el GE Y GC en el post-tratamiento, sin embargo se observó que en el GE se reduce significativamente esta variable ($p= 0,018$), mientras que GC no hubo cambios una vez terminada la intervención. El análisis sanguíneo de insulina no mostró una diferencia significativa entre grupos luego del programa de ejercicio. Los resultados mostraron que el GE tiene una tendencia a disminuir los valores de insulina posterior al tratamiento, mientras que el GC incrementa dichos valores al finalizar el período de intervención.

CONCLUSIONES: El programa de entrenamiento aeróbico por un periodo de 5 semanas, una frecuencia de cinco días a la semana, durante 50 minutos a una intensidad de 50 al 80% de Frecuencia cardíaca de reserva son eficaz en la reducción del índice de masa corporal, con igual tendencia en los valores del índice cintura-cadera e insulina.

PALABRAS CLAVE: SOP, sobrepeso, adolescentes, ejercicio aeróbico, IMC, ICC, insulina.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the impact of an aerobic training program about body mass index, waist-hip ratio and serum insulin concentration in overweight adolescents with polycystic ovaries.

MATERIAL AND METHOD: Sixteen adolescents with overweight and POS (mean age 16.75 ± 1.183 years) were randomly assigned to two conditions, one serving as a control group (CG) (8 participants), and the other as an experimental group (EG) (8 participants) EG participants followed an aerobic exercise-based treatment program and GC participants were absent from treatment.

RESULTS: At the end of the intervention it was found that aerobic exercise training modified significantly body mass index with a reduction of 2.49 kg / cm^2 ($p = 0.001$). The CHF was not significantly different between the EG and CG in the post-treatment, however, it was observed that in EG, this variable was significantly reduced ($p = 0.018$), whereas CG did not change after the intervention. Insulin blood analysis did not show a significant difference between groups after the exercise program. The results showed that EG has a tendency to decrease post-treatment insulin values, whereas CG increases these values at the end of the intervention period.

CONCLUSIONS: The program of aerobic training for a period of 5 weeks, a frequency of five days a week, during 50 minutes at an intensity of 50 to 80% of FCR are effective in the reduction of body mass index, with equal tendency in the CHF values and insulin.

KEY WORDS: POS, overweight, adolescents, aerobic exercise, BMI, CHF, insulin.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: Marco Teórico.....	3
1.1 Síndrome de Ovarios Poliquísticos y Sobrepeso	3
1.1.1 Definición y Prevalencia Síndrome de Ovarios Poliquísticos.....	3
1.1.2 Sobrepeso (Índice de masa corporal, Índice cintura-cadera, Insulina)	3
1.1.3 Índice de masa corporal (IMC).....	3
1.1.4 Índice cintura-cadera (ICC).....	4
1.1.5 Insulina	5
1.2 Etiología y Fisiopatología	5
1.2.1 Efectos de un incremento de la insulina	9
1.3 Manifestaciones Clínicas.....	9
1.4 Diagnóstico	10
1.5 Tratamiento.....	10
1.5.1 Farmacológico	10
1.5.1.1 Efectos adversos de los anticonceptivos orales y metformina....	10
1.5.2 Modificación del estilo de vida	11
1.6 Entrenamiento aeróbico.....	12
1.6.1 Definición	12
1.6.2 Calentamiento.....	13
1.6.3 Calentamiento y enfriamiento	14
1.6.4 Frecuencia, Intensidad y duración del ejercicio	14
1.6.5 Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR): Fórmula de Karvonen	14
1.7 Efecto fisiológico del ejercicio aeróbico sobre el organismo... ..	16
1.7.1 Efecto Fisiológico Endócrino.....	16
1.8 Beneficios del ejercicio aeróbico en adolescentes con SOP ..	18
CAPÍTULO II EL PROBLEMA	19
2.1 Planteamiento del problema	19

2.2	Pregunta de investigación	21
2.3	Hipótesis.....	21
2.4	Objetivos.....	21
2.4.1	Objetivo General.....	21
2.4.2	Objetivos Específicos.....	22
CAPÍTULO III: Marco Metodológico.....		23
3.1	Materiales y Métodos	23
3.1.1	Enfoque / Tipo de estudio	23
3.1.2	Población y Muestra	23
3.1.2.1	Población.....	23
3.1.2.2	Muestra.....	23
3.1.3	Criterios de Inclusión y Criterios de Exclusión.....	24
3.1.3.1	Criterios de Inclusión	24
3.1.3.2	Criterios de exclusión	24
3.1.4	Operacionalización de las variables.....	25
3.1.5	Materiales: Aparatos, Equipos, Test	25
3.1.5.1	Antropometría.....	25
3.1.5.2	Análisis sanguíneo de la insulina.....	27
3.1.5.3	Auto-evaluación de la frecuencia cardiaca	28
3.1.6	Procedimiento experimental.....	28
3.1.6.1	Grupo Control	28
3.1.6.2	Grupo experimental	29
3.1.7	Programa de Entrenamiento Aeróbico	30
3.1.8	Protocolo de intervención	31
3.1.9	Análisis de los datos	32
CAPÍTULO IV: Resultados		33
4.1	Resultados.....	33
4.1.1	Índice de masa corporal.....	33
4.1.2	Índice cintura cadera.....	35
4.1.3	Insulina sanguínea.....	36

CAPÍTULO V: Discusión Conclusiones.....	38
5.1 Discusión.....	38
5.1.1 IMC.....	38
5.1.2 Índice de cintura-cadera.....	40
5.1.3 Análisis sanguíneo de insulina en ayuno.....	41
5.2 Limitaciones del estudio.....	43
5.3 Fortaleza del estudio.....	43
5.4 Relevancia clínica.....	44
5.5 Conclusiones.....	45
5.6 Recomendaciones.....	46
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	53

INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Ovarios Poliquísticos (SOP) puede tener un impacto negativo durante la vida de las mujeres si no se someten a un tratamiento adecuado. El SOP afecta entre un 5-10% de las mujeres en edad reproductiva y es la alteración endócrina más frecuente de la población adolescente. (Vivas, Castaño, García y Ospina, 2011, p.170). Esta entidad se acompaña de un desorden metabólico/hormonal, por lo que se define como una disfunción ovulatoria caracterizado por un incremento de testosterona, andrógenos y altos niveles de insulina, puede manifestarse con amenorrea, infertilidad, metrorragias, sobrepeso, obesidad, hirsutismo, acné (Sirmans y Pate, 2013, p.10).

Algunas investigaciones indican que el 50% de las pacientes diagnosticadas con SOP tienen obesidad o sobrepeso. La prevalencia de sobrepeso en mujeres con SOP en los países subdesarrollados es de 40% de esta población y esta prevalencia aumenta considerablemente con la edad. El exceso de peso se asocia con frecuencia, con un incremento de las concentraciones séricas de insulina (Merino, Codner y Cassorla, 2011, p.591).

Las pacientes con SOP pueden presentar a largo plazo riesgos como diabetes, hipertensión arterial, dislipidemia y enfermedades cardíacas, afectando la calidad de vida en estas mujeres. En caso de no realizar ningún tratamiento adecuado se produce una serie de alteraciones provocadas por este síndrome.

Actualmente estudios indican que adolescentes con SOP presentan sobrepeso u obesidad, diabetes, alteraciones psicológicas y tienen mayor probabilidad de padecer de Síndrome Metabólico (SM) en su edad adulta, estas complicaciones se manifiestan cada vez más temprano sino se siguen hábitos y estilos de vida saludables (Guyton, y Hall, 2011, p.420).

Es importante iniciar en las adolescentes un programa de entrenamiento terapéutico aeróbico para mejorar su aptitud metabólica y de esta manera

prevenir, reducir y tratar las consecuencias del SOP (Salmerón y Casas, 2012, p.259).

El ejercicio aeróbico previene complicaciones como la diabetes, hipertensión arterial, infertilidad, sobrepeso u obesidad, SM, y enfermedades cardíacas (Nieto y Nottola, 2007, p.50).

Considerando lo mencionado, el motivo del presente estudio fue proporcionar información sobre la eficacia de un programa de entrenamiento aeróbico para las adolescentes con ovario poliquístico y sobrepeso. Esto permite prevenir alteraciones que estas adolescentes pueden presentar en la vida adulta.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Síndrome de Ovarios Poliquísticos y Sobrepeso

1.1.1 Definición y Prevalencia Síndrome de Ovarios Poliquísticos

El Síndrome de Ovarios Poliquísticos (SOP) es un trastorno endocrino-metabólico de probable origen genético influenciado por factores ambientales como la nutrición y la actividad física (Correa, y MieCHI, 2011, p.2).

El SOP es el trastorno endocrino más común en las mujeres, afectando en un 6%-10% de la población femenina en la edad fértil. Actualmente, este índice se ve afectado ya que estudios demuestran que el 50% de mujeres con diagnóstico de ovario poliquístico tiene sobrepeso u obesidad. (Salmerón y Casas, 2012, p.259).

El SOP se caracteriza por un notable incremento de la producción ovárica de testosterona, andrógenos e insulina.

1.1.2 Sobrepeso (Índice de masa corporal, Índice cintura-cadera, Insulina)

El sobrepeso se define como un IMC de 25 a 29,9kg/m². De esta manera se puede seleccionar estrategias de prevención y diseñar programas eficaces de ejercicio aeróbico. Un estilo de vida sedentario o un nivel bajo de actividad física propicia el sobrepeso. Por esta razón es importante la intervención de un programa de ejercicio terapéutico en las pacientes con sobrepeso (Jared, y Moh, 2014, p.602).

1.1.3 Índice de masa corporal (IMC)

La medición del IMC ($\text{Peso} / \text{Talla}^2 = \text{kg/m}^2$) sirve para medir la adiposidad y para evaluar el sobrepeso y obesidad (Tabla 1). Los pacientes que presentan un índice de masa corporal mayor a 25 están excedidos de peso, estos

pacientes tienen sobrepeso y riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Saavedra, 2011).

Tabla 1.

Valores del IMC.

<u>IMC (kg/m²)</u>	
< 18,5	Infra peso
18,5 a 24,9	Normal
<u>25 a 29,9</u>	<u>Sobrepeso</u>
30 a 34,9	Obesidad grado 1
35 a 39,9	Obesidad grado 2
40 o mayor	Obesidad grado 3

Adaptado de: Saavedra, 2011.

1.1.4 Índice cintura-cadera (ICC)

Cuando las personas tienen exceso de grasa localizado en el abdomen y cadera pueden padecer de sobrepeso u obesidad. La presencia de sobrepeso u obesidad central es un parámetro que se debe medir con el ICC. Además, el ICC puede determinar el riesgo cardiovascular. La fórmula del ICC es perímetro de la cintura (cm) / perímetro de la cadera (cm). El valor normal en las mujeres es menor a 0,75 (Saavedra, 2011). Los valores se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Valores del ICC en mujeres

Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
<0,75	0,75 a 0,85	>0,85

Adaptado de: Saavedra, 2011.

1.1.5 Insulina

La insulina es secretada por las células beta pancreáticas de los islotes de Langerhans, es la hormona principal durante el estado de absorción, cuando los nutrientes entran en la sangre procedente del intestino delgado. La insulina estimula la absorción por los tejidos de moléculas de nutrientes como la glucosa y los aminoácidos, su almacenamiento en forma de glucógeno, proteínas y grasas (Powers et al., 2014, p.602).

Dado que la insulina participa directamente en la entrada de glucosa en los tejidos y que el consumo de glucosa puede aumentar de 7 a 20 veces durante el ejercicio la insulina disminuye durante la actividad física de intensidad moderada, esto es una respuesta adecuada. Si el ejercicio estuviera vinculado a un incremento de la insulina, la glucosa sería absorbida por los tejidos a un ritmo más rápido para dar lugar a una hipoglucemia inmediata. Una concentración baja de insulina durante el ejercicio favorece la movilización de la glucosa y tejidos adiposos (Powers et al., 2014, p.603).

La resistencia a la insulina es una condición en el cuál el organismo produce insulina, pero las células musculares, grasas y hepáticas no reaccionan con ella y la glucosa no puede entrar en la célula. El páncreas no puede resolver el problema produciendo más insulina. El exceso de glucosa se acumula en el torrente sanguíneo (antecedente de diabetes). Por lo tanto, las personas con resistencia a la insulina tienen altos niveles de insulina y glucosa circulando en su sangre (Slentz, Houmard, y Kraus, 2009, p.31).

1.2 Etiología y Fisiopatología

El SOP es el resultado de múltiples factores genéticos y ambientales. El SOP es hereditario y se puede asociar con la presencia de un SM en los padres de las mujeres afectadas (Rivas, Vásquez, y Arredondo, 2010, p.79).

EL SOP es un desequilibrio de las hormonas sexuales femeninas. Los ovarios, trompas de Falopio, útero y la vagina son parte del aparato reproductor femenino (Figura 1). Los ovarios contienen óvulos que son inmaduros y se almacenan en pequeñas estructuras llenas de líquido llamadas folículos (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.307).



Figura 1. Fisiopatología de SOP. Tomado de Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308

La glándula pituitaria situada en la base del cerebro produce hormonas que dirigen la función de sus ovarios. Cada mes la glándula pituitaria secreta la hormona estimulante del folículo (FSH) y la hormona luteinizante (LH) hacia el torrente sanguíneo (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

Después que estas hormonas llegan a los ovarios, varios óvulos inmaduros comienzan a madurar incrementando el tamaño de los folículos. A medida que los óvulos maduran los folículos secretan estrógenos (principal hormona sexual femenina) y andrógenos (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

Una vez que la cantidad de estrógenos en la sangre alcanza un cierto nivel, la pituitaria manda una gran cantidad de LH a los ovarios, provocando que el folículo más maduro se abra y libere su óvulo en un proceso llamado ovulación (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

El óvulo liberado viaja por las trompas de Falopio donde espera la fertilización, con el tiempo los folículos inmaduros y los óvulos restantes se disuelven (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

Si el óvulo no es fecundado, junto con el revestimiento del útero se desprenden durante el siguiente periodo menstrual (Figura 2) (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

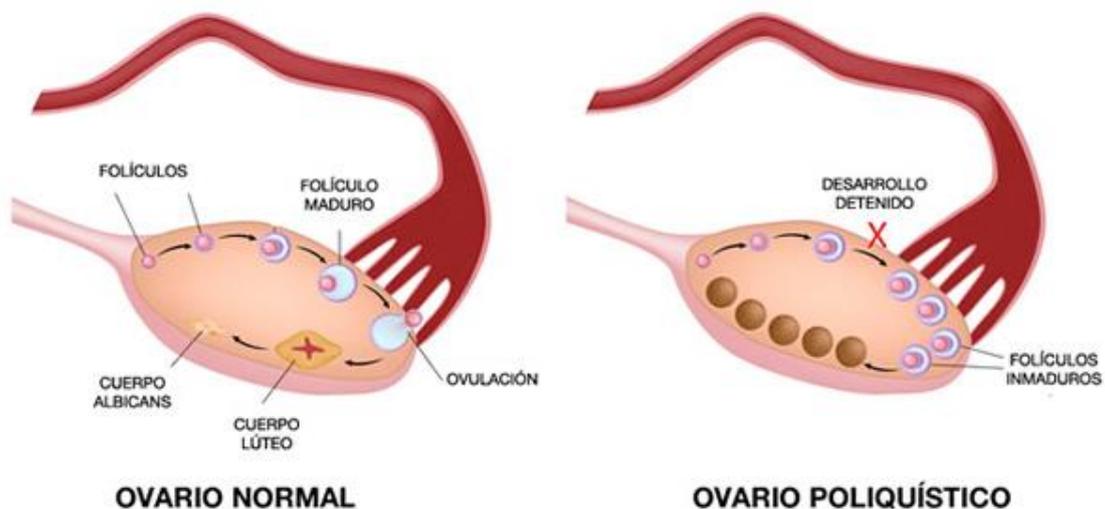


Figura 2. Diferencia entre ovario normal y ovario poliquístico. Tomado de Mani, Davies, Bodicoat, Levy, Gray, Howlett, y Khunti, 2015, p.545.

En la mujeres con SOP, la glándula pituitaria puede liberar altas cantidades anormales de hormona LH hacia el torrente sanguíneo lo que altera su ciclo menstrual normal, como consecuencia los folículos no maduran y la ovulación no ocurre lo que puede llevar a la infertilidad, algunos de los folículos inmaduros no se disuelven y permanecen como sacos llenos de líquido o quistes, además se puede encontrar niveles altos de insulina (hormona producida por el páncreas) (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.308).

El exceso de insulina en combinación con altos niveles de la hormona LH puede conducir a un exceso de producción de una hormona masculina llamada testosterona en los ovarios. Los niveles altos de testosterona detienen la ovulación que pueden llevar a la infertilidad, además el incremento de

testosterona causan muchas de las características físicas asociadas al SOP tales como el acné e hirsutismo (Guerra, Costa y Rodríguez, 2008, p.309).

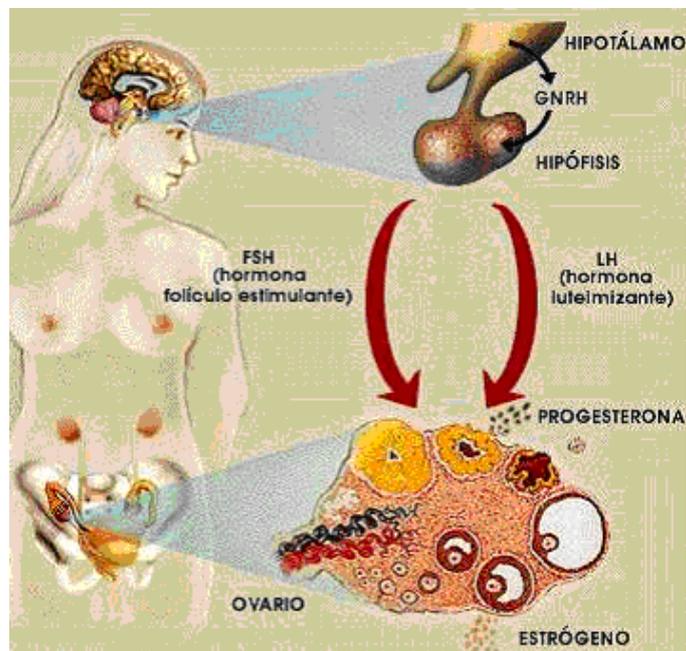


Figura 3. Ciclo ovárico Tomado de Mani, Davies, Bodicoat, Levy, Gray, Howlett, y Khunti, 2015, p.543.



Figura 4. Fisiopatología de SOP. Tomado de Mani, Davies, Bodicoat, Levy, Gray, Howlett, y Khunti, 2015, p. 543.

1.2.1 Efectos de un incremento de la insulina

- La insulina provoca sinergismo con la LH en el ovario e incrementa la producción de andrógenos (Rivas et al., 2010, p.81).
- La insulina reduce la síntesis hepática lo que conlleva a un incremento de la testosterona (Rivas et al., 2010, p.81).
- El aumento de la insulina predispone a las pacientes a desarrollar diabetes tipo 2, SM, hipertensión, sobrepeso y obesidad (Rivas et al., 2010, p.81).

1.3 Manifestaciones Clínicas

Las mujeres con SOP pueden presentar signos y síntomas como:

- Oligoamenorrea: es una alteración del ciclo menstrual, el cual se dará en intervalos de 36 a 90 días con una duración y sangrado normal (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Amenorrea: ausencia de la menstruación (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Metrorragias disfuncionales: pérdida de sangre que tiene la mujer por sus genitales externos (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Hipertrichosis: crecimiento excesivo de pelo en áreas de presentación normal en la mujer (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Hirsutismo: crecimiento excesivo de pelo terminal en zonas no habituales en la mujer (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Alopecia frontoparietal: caída de pelo femenino (Beneyto et al., 2003, p.507).
- Acantosis nigricans: se caracteriza por hiperpigmentación (oscurecimiento en un área de la piel) e hiperqueratosis (engrosamiento de la capa externa de la piel) afectando principalmente a la vulva, la raíz

de los muslos, nuca y axilas (Beneyto, Ferryra, Galfrascoli, Gonzáles, y Sosa 2003, p. 505).

- EL acné severo o resistente al tratamiento, períodos menstruales irregulares y dolorosos esterilidad, sobrepeso y obesidad son otras manifestaciones de las mujeres con SOP (Salmerón y Casas, 2012, p.260).

1.4 Diagnóstico

El SOP es diagnosticado por medio de una ecografía abdominal o vaginal en la cual se va evidenciar mayor o igual a 12 folículos en los ovarios y/o un volumen ovárico mayor o igual a 10 cm. Además, en el SOP las concentraciones séricas de LH, FSH, insulina, estrógenos, andrógenos se los encuentran con valores incrementados. (Sirmans y Pate, 2013, p.10).

1.5 Tratamiento

1.5.1 Farmacológico

La función de los anticonceptivos orales son disminuir los niveles de testosterona por esta razón esta medicación es prescripto para adolescentes que presentan oligomenorrea de larga duración, hirsutismo y acné (Salmerón y Casas, 2012, p.259).

Las indicaciones de la metformina son para pacientes con sobrepeso y obesidad ya que inhibe la producción de insulina mejorando la sensibilidad de insulina (Salmerón y Casas, 2012, p.259).

1.5.1.1 Efectos adversos de los anticonceptivos orales y metformina

Las pacientes que consumen anticonceptivos orales o metformina pueden presentar los siguientes efectos negativos en su organismo (Tabla 3).

Tabla 3.

Efectos adversos

Metformina	Anticonceptivos orales
Náuseas.	Náuseas.
Vómito.	Diarrea.
Diarrea.	Aumento de peso.
Dolor abdominal.	Hipertensión arterial.
Pérdida de apetito.	Fibroadenoma.
Cefalea	
Disnea	
Dolor de pecho.	
Calambres musculares.	
Fatiga.	
Eritema.	
Urticaria.	
Anemia.	
Hepatitis.	

Adaptado de: Castro, Castillo, Ochoa y Godínez 2014, p.30.

1.5.2 Modificación del estilo de vida

La modificación del estilo de vida es el tratamiento de primera línea en mujeres con SOP y consiste en incrementar la actividad física y dieta. Las pacientes con SOP y sobrepeso que inician un programa de ejercicio, se recomienda niveles moderados de actividad física, durante 30 minutos como mínimo la mayoría días de semana (Jared, y Moh, 2014, p.605).

Un estilo de vida sedentario, estrés y una mala alimentación en las mujeres con SOP se debería incluir una intervención inmediata que incluya la modificación

de la dieta y mayor actividad física. Esto puede retrasar significativamente las manifestaciones clínicas de este síndrome y evitar el desarrollo de hipertensión arterial, diabetes tipo 2, sobrepeso y obesidad (Jared, y Moh, 2014, p.606).

El ejercicio aeróbico es la primera línea de tratamiento del SOP porque influye en todos los componentes de este trastorno. El ejercicio aeróbico ayuda a reducir el exceso de grasa corporal, también mejora la sensibilidad de las células a la insulina y, por lo tanto, normaliza los niveles de insulina en sangre y disminuye los niveles de glucosa, además ayuda a disminuir la presión arterial e incrementa los niveles de colesterol-HDL (Jared, y Moh, 2014, pp. 606-607).

Algunas investigaciones promueven el uso de ejercicio aeróbico como estrategia terapéutica para el tratamiento de SOP. Los fisioterapeutas o profesionales del ejercicio deben trabajar en colaboración con el médico de la paciente (Jared, y Moh, 2014, pp.606-607).

1.6 Entrenamiento aeróbico

1.6.1 Definición

El ejercicio aeróbico o denominado también ejercicio cardiovascular es un término atribuido a este tipo de ejercicio debido a sus múltiples beneficios en la salud, lo define como el ejercicio que implica o mejora el consumo de oxígeno (VO₂) en el organismo (Wilmore y Knuttge, 2003, p.45).

Diversos tipos de ejercicios son aeróbicos que se realizan a niveles de intensidad baja a moderada durante períodos prolongados de tiempo. La intensidad puede variar entre 50 a 80% de la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR) (Wilmore y Knuttge, 2003, p.45).

En la prescripción de ejercicio para una persona con sobrepeso es necesario cinco días de participación en un programa de entrenamiento aeróbico para garantizar que el paciente gaste el máximo de calorías posibles durante la

semana y establecer el hábito de realizar la actividad física regular (Jared, y Moh, 2014, p.608).

Existen estudios donde se recomienda que las mujeres con SOP deben realizar un mínimo de entre 150 y 250 minutos por semana de ejercicio aeróbico de intensidad moderada (50-60% de la FCR) a intensa (70-80 de la FCR) (Jared, y Moh, 2014, p.609).

1.6.2 Calentamiento

Las pacientes deben realizar ejercicios preparatorios antes de llevar a cabo actividades intensas. El calentamiento es una actividad que aumenta la temperatura global del cuerpo, así como la temperatura de los músculos a fin de preparar al organismo para el ejercicio intenso (Jared, y Moh, 2014, p. 615).

La fase de calentamiento es importante en una sesión de ejercicio exitosa. Calentar bien física y mentalmente es un aspecto fundamental a la hora de alcanzar la intensidad de entrenamiento necesaria para obtener resultados óptimos. Cumplir con un período de calentamiento es importante para incrementar la temperatura corporal central mejorando así la flexibilidad de los músculos debido a que la elasticidad muscular depende del riego sanguíneo muscular. Por esto, los músculos fríos con poco riego sanguíneo son propensos a sufrir lesiones que los músculos con mayor riego sanguíneo (Jared, y Moh, 2014, pp. 615-616).

Los efectos del calentamiento son:

- Incremento del riego sanguíneo de muscular (Jared, y Moh, 2014, p. 616).
- Incremento de la sensibilidad de los receptores nerviosos (Jared, y Moh, 2014, p.616).

- Incremento de la temperatura de los tejidos que provoca durante la fase de calentamiento es el resultado de tres procesos fisiológicos: la fricción de los filamentos deslizantes durante la contracción muscular, el metabolismo de los nutrientes y la dilatación de los vasos sanguíneos de los músculos (Jared, y Moh, 2014, p.616).

1.6.3 Calentamiento y enfriamiento

Las actividades de calentamiento y enfriamiento ayudan al sistema cardiovascular y musculo esquelético a adaptarse a la carga de trabajo utilizada durante el ejercicio. Si el programa de entrenamiento exige una Frecuencia Cardíaca Objetivo (FCO), se debe realizar un calentamiento de entre 5 y 15 minutos para ir incrementando de forma gradual la FC hasta el nivel deseado y, tras la sesión de ejercicio, debería realizarse un enfriamiento entre 5 y 15 minutos de baja intensidad (Jared, y Moh, 2014, p. 616).

1.6.4 Frecuencia, Intensidad y duración del ejercicio

La prescripción del ejercicio en mujeres con ovarios poliquísticos debe incluir actividad física aeróbica con una frecuencia entre tres y seis días por semana, con sesiones de entre 20 y 60 minutos al día al 50 y 80% de la FCR. Las sesiones de ejercicio empiezan con un calentamiento de baja intensidad y estiramientos de los músculos y deben concluir con un período de enfriamiento ayudando a prevenir lesiones musculares y articulares (Jared, y Moh, 2014, p.617).

1.6.5 Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR): Fórmula de Karvonen

Regular y controlar la intensidad de ejercicio es clave para prescribir un programa de entrenamiento aeróbico adecuado y para evitar el sobreentrenamiento o un entrenamiento sin la suficiente intensidad (Jared, y Moh, 2014, p.617).

1.6.5.1 Frecuencia Cardíaca Máxima prevista en función de la edad (FCPE)

La ecuación utilizada para estimar la FCPE es la siguiente: $FCMP = 220 - \text{Edad}$ (Jared, y Moh, 2014, p.617).

1.6.5.2 Porcentaje de la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR): Fórmula de Karvonen

La fórmula de Karvonen está relacionada con la fórmula del porcentaje Frecuencia Cardíaca Máxima Prevista de la Edad (FCMPE), pero tiene en cuenta las diferencias de Frecuencia Cardíaca en Reposo (FCRep) entre personas. Para utilizar esta fórmula, el fisioterapeuta debe obtener la FCRep del paciente. El mejor momento para que los pacientes se tomen la FCRep es por la mañana, antes de salir de la cama. La técnica sugerida es la palpación del pulso radial. Para obtener la FCR, se debe restar la FCRep de la FCMPE. (Jared, y Moh, 2014, p.617).

La FCR es el aumento de la frecuencia cardíaca respecto a la FCRep hasta alcanzar la FCMPE. Dicho de otro modo, la FCRep es el número de latidos por minuto que la frecuencia cardíaca puede aumentar entre el reposo y el máximo. Se necesita entre el 50% y el 85% de la FCR para mejorar la función cardiovascular (Jared, y Moh, 2014, p.617).

Para determinar Frecuencia Cardíaca Objetivo (FCO) durante el entrenamiento se debe calcular el 50% y el 85% de la FCR y luego se debe sumar la FCRep. (Jared, y Moh, 2014, p.617).

Para calcular la intensidad de ejercicio mediante la FCR se utiliza el método Karvonen (Figura 5). La técnica de medición referida es mediante la palpación del pulso radial.

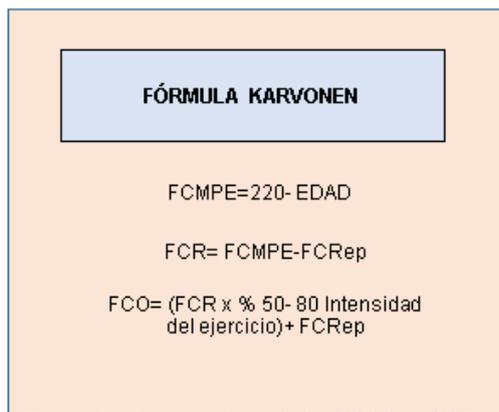


Figura 5. Método Karvonen. Tomada de Jared, y Moh, 2014, p.617

1.7 Efecto fisiológico del ejercicio aeróbico sobre el organismo

1.7.1 Efecto Fisiológico Endócrino

En respuesta a una sesión de ejercicio aeróbico, uno de los objetivos fundamentales del sistema endocrino es facilitar el metabolismo manteniendo la disponibilidad de hidratos de carbono (glucosa) y grasas (ácidos grasos libres) necesarios para satisfacer las mayores necesidades de energía (Jared, y Moh, 2014, p. 92).

Además, las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) facilitan las respuestas cardiovasculares para mejorar el suministro de oxígeno, nutrientes y expulsión de productos de desecho. Las glándulas de mayor importancia en el ejercicio aeróbico son el páncreas, corteza suprarrenal y la médula suprarrenal (Jared, y Moh, 2014, p. 619).

El páncreas es una glándula endocrina fundamental en el metabolismo durante el ejercicio intenso, produce y libera glucagón e insulina. Estas hormonas liberan o captan glucosa de los tejidos, lo que es vital para la supervivencia del cuerpo. El glucagón estimula un aumento de la concentración de la glucosa en plasma, mientras que la insulina facilita el transporte de la glucosa a las células del organismo (Jared, y Moh, 2014, p.619).

Debido al incremento de las necesidades metabólicas en el ejercicio intenso, la secreción de glucagón aumenta, mientras que la secreción de la insulina disminuye. Un aumento del glucagón estimula la conversión del glucógeno a glucosa en el plasma, de modo que hay más glucosa disponible para ser transportadas a las células (Powers et al., 2014, p.604).

Durante el ejercicio la concentración de insulina en el plasma disminuye y mejora la sensibilidad de insulina, al tiempo que incrementa la activación de transporte de glucosa a las células. La mayor liberación de glucagón y la menor liberación de insulina durante el ejercicio aeróbico también aumentan la descomposición de las grasas en los tejidos e incrementa el volumen de ácidos grasos en el plasma lo cual hace que presente más grasas disponibles como combustible para el ejercicio (Powers et al., 2014, p.605).

El cortisol (sustancia liberada en la corteza suprarrenal) estimula la conversión de las proteínas para que puedan ser utilizadas por los sistemas aeróbicos y en la glucólisis además, mantiene niveles normales de azúcar en la sangre y ayuda a la utilización de grasas. La intensidad de ejercicio es un factor que afecta a los niveles de secreción de cortisol porque, los niveles de plasma disminuyen con el ejercicio de baja intensidad e incrementan con el ejercicio de intensidad moderada a alta (Powers et al., 2014, p. 605).

Durante el ejercicio aeróbico, la adenohipófisis secreta hormona de crecimiento que ayuda al cortisol y glucagón producir más grasas y más hidratos de carbono en el plasma para el aumento del metabolismo que se produce durante el ejercicio (Jared, y Moh, 2014, p.93).

Las catecolaminas son hormonas de ataque o huida que la médula suprarrenal libera cuando, en situaciones de estrés, el sistema nervioso simpático actúa sobre ella. La médula suprarrenal percibe el ejercicio como un factor de estrés y libera catecolaminas durante su práctica. La concentración de catecolaminas en el plasma aumenta durante el ejercicio ayudando al cuerpo a suministrar

sangre y oxígeno a los músculos en acción (aumentando la frecuencia cardíaca y presión arterial) (Jared, y Moh, 2014, p.619).

En el ejercicio aeróbico con una intensidad moderada y larga duración se produce un aumento progresivo de la concentración en el plasma de glucagón, cortisol, hormona de crecimiento, adrenalina y noradrenalina, estos cambios van acompañados de una disminución progresiva de la insulina (Jared, y Moh, 2014,p.618).

1.8 Beneficios del ejercicio aeróbico en adolescentes con SOP

Según Jared y Moh (2014, p. 616); los beneficios de un programa de entrenamiento aeróbico son:

- Aumenta el gasto de energía.
- Ayuda a reducir la grasa corporal y a prevenir la reducción de masa muscular que a menudo se produce cuando se pierde peso.
- Reduce la grasa abdominal.
- Reduce la resistencia a la insulina.
- El ejercicio aeróbico es eficaz para aumentar el consumo de calorías, mejorar las condiciones cardiorrespiratoria y un peso corporal menor puede que disminuya el riesgo de hipertensión arterial, diabetes de tipo II, SM, sobrepeso y obesidad.
- Además, reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular, ictus cerebral, osteoporosis, ciertos tipos de cáncer, estrés psicológico. También mejora la digestión y la evacuación.
- Los resultados psicológicos de un programa de entrenamiento aeróbico favorecen al incremento de bienestar y una mejora del estado de ánimo, la imagen corporal, autoestima y autoeficacia.

CAPÍTULO II. EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

El SOP es considerado como la patología más frecuente de trastorno endócrino de mujeres. La etiología más probable es la hereditaria influenciada además por factores externos y modificables como la dieta, el sedentarismo y el estilo de vida, los cuales pueden estar relacionados una variabilidad étnica y geográfica (Vivas et al., 2011 p. 170).

Este síndrome es diagnosticado por la presencia de múltiples quistes en los ovarios, evaluados por medio de ultrasonido ginecológico, además se considera las concentraciones séricas de testosterona, de hormona sexual globulina de unión (SHBG), de andrógenos y de insulina (Sirmans y Pate, 2013, p.11).

Los signos y síntomas de este síndrome incluyen períodos menstruales irregulares, amenorrea, hirsutismo, piel grasa, acné severo, alopecia, períodos menstruales dolorosos además de infertilidad, sobrepeso u obesidad (Panidis et al., 2013, p. 584 - 585)

La fisiopatología del SOP es la disfunción ovárica que está asociada a factores como el hiperinsulinismo, el hiperandrogenismo. Además, el SOP es una disfunción que puede desarrollar desórdenes como hipertensión, dislipidemia, preclamsia, diabetes, enfermedades cardiovasculares, trastornos del estado de ánimo, trastorno de la bipolaridad y cáncer de endometrio. Esto manifiesta que el síndrome produce factores de riesgos a largo plazo comparando con mujeres sanas que tienen menos probabilidades de presentar cualquier anomalía antes mencionada (Palomba, Santagni, Falbo y Sala, 2015, p. 747-748).

Por otra parte, las mujeres diagnosticadas con SOP les prescriben fármacos como la metformina, anticonceptivos orales (Badawy y Elnashar, 2011, p.25) e

intervenciones de modificación del estilo de vida, considerado éste último como el primer tratamiento eficaz en la reducción de los signos y síntomas (Bates y Propst, 2012, p.506).

Los estudios que han utilizado intervenciones con ejercicio se han enfocado a la actividad física, la educación nutricional y la terapia de comportamiento, incluyendo la atención psicológica individual de la paciente y su familia (Lass, Kleber, Winkel, Wunsch y Reinehr, 2011, p.3544).

El ejercicio aeróbico parece ser eficaz en mujeres con SOP para normalizar la sensibilidad de andrógenos e insulina, disminuir el número y tamaño de quistes en el ovario, reducir el índice de masa corporal, el índice de cintura-cadera y disminuir los factores de riesgo a largo plazo (Lass et al., 2011, p. 3534)

En este sentido Panidis et al., (2013) encontraron que en una muestra de mujeres con obesidad y diabetes de 18 a 35 años, el entrenamiento aeróbico con una intensidad moderada durante 20 minutos y tres veces a la semana mejoró algunas sintomatologías del SOP; representando este tipo de intervención un método no invasivo para la paciente comparado con el tratamiento medicamentoso. El tratamiento médico tiene efectos adversos e invasivos para el organismo.

Por otra parte, un reciente estudio realizado en mujeres con obesidad indica que el ejercicio aeróbico en pacientes con Ovario Poliquístico es eficaz como tratamiento para reducir la resistencia a la insulina, mejorar la ovulación y reducir el peso (Harrison, Lombard, Moran y Teede, 2011, p.174).

Como se ha evidenciado, la mayoría de los estudios que han utilizado el ejercicio físico para reducir las manifestaciones clínicas del SOP, se han enfocado en mujeres con obesidad y diabetes, sin embargo, poca atención se les ha dado a un programa de entrenamiento aeróbico a las adolescentes con sobrepeso. Es por ello, que el presente estudio, está enfocada al análisis del

ejercicio aeróbico en mujeres con SOP y sobrepeso. La pérdida de peso influye en el perfil endócrino, incrementa la probabilidad de la ovulación, normaliza los períodos menstruales, mejora la concentración de la insulina y andrógenos, reduce el índice de masa corporal y disminuye la circunferencia de la cintura – cadera (Badawy y Elnashar, 2011, p.26).

2.2 Pregunta de investigación

¿Será efectivo el programa de entrenamiento físico aeróbico para reducir el índice de masa corporal, disminuir el índice de cintura- cadera y mejorar la concentración de insulina en adolescentes con SOP y con sobrepeso?

2.3 Hipótesis

- “El entrenamiento aeróbico tendrá un efecto positivo en la reducción de índice de masa corporal, en la disminución del índice de cintura-cadera y en la concentración de insulina de adolescentes sobrepeso con SOP.”

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

- Analizar el impacto de un programa de entrenamiento aeróbico sobre variables fisiológicas como el índice de masa corporal, el índice de cintura-cadera y la concentración de insulina sérica en adolescentes con SOP y sobrepeso.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar el índice de masa corporal en mujeres con ovario poliquístico antes y después de un programa de ejercicios aeróbicos.
- Medir el índice de cintura-cadera en pacientes con SOP antes y después de un programa de ejercicios aeróbicos.
- Determinar la concentración de insulina en las pacientes antes y después de un programa de ejercicios aeróbicos.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Materiales y Métodos

3.1.1 Enfoque / Tipo de estudio

Enfoque cuantitativo con un diseño experimental, donde las participantes fueron asignadas de manera aleatoria a dos condiciones, uno que sirvió de grupo control "GC" (8 participantes), y el otro como grupo experimental "GE" (8 participantes). Los participantes del GE deberían seguir un programa de tratamiento basado en ejercicio aeróbico y las participantes del GC no realizaron el programa de ejercicio aeróbico.

3.1.2 Población y Muestra

3.1.2.1 Población

Adolescentes con sobrepeso y diagnosticadas con SOP.

3.1.2.2 Muestra

Dieciocho adolescentes con SOP y sobrepeso con edades comprendidas entre 12 a 18 años pertenecientes al Colegio "Nacional Guayllabamba" de la ciudad de Quito. Todos los participantes firmaron un formulario de consentimiento informado en cuál estuvo descrito el procedimiento, beneficios y riesgos del estudio (Anexo1). Los procedimientos a seguir se conformaron de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

3.1.3 Criterios de Inclusión y Criterios de Exclusión

3.1.3.1 Criterios de Inclusión

- Diagnóstico médico de SOP.
- Adolescentes con sobrepeso entre 25 kg/m^2 y 29.9 kg/m^2 .
- Adolescentes que ya hayan presentado su primera menarquia.
- Adolescentes que no realizaron ningún entrenamiento aeróbico.

3.1.3.2 Criterios de exclusión

- Adolescentes con prescripción médica de estimulantes de la sensibilidad de la insulina como el metformina.
- Adolescentes con prescripción médica de anticonceptivos orales.
- Adolescentes que realizaron deporte o actividad física de manera regular.
- Adolescentes con embarazo previo.
- Adolescentes con enfermedad cardiovascular diagnosticadas.
- Adolescentes que presentaron lesión músculo esquelético o impedimento para la práctica de ejercicio físico.

3.1.4 Operacionalización de las variables

Tabla 4.
Variables

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ÍNDICE	INSTRUMENTO
Participantes: Mujeres. Sujetos: 12-18 años.	Socio-demográfica	Edad	12-18 años	Historia Clínica(Anexo2) Entrevista
	Género	Identitario	Femenino	
Variable dependiente: IMC	Peso	Normal Sobrepeso Obesidad	$IMC = \frac{(Peso)Kg}{Altura^2 cm}$	Balanza
	Talla	Altura	$IMC = \frac{(Peso)Kg}{Altura^2 cm}$	Cinta métrica.
Variable dependiente: Índice de cintura/cadera	Índice	Riesgo bajo (>0,75) Riesgo moderado 0,75-0,85 Riesgo alto < 0,85	Índice de cintura/cadera.	Cinta métrica
Variable dependiente: Insulina.	Insulina.	Valor normal en ayuno 3.3-17 uU/ml	uU/ml.	Análisis sanguíneo de la insulina.

3.1.5 Materiales: Aparatos, Equipos, Test

3.1.5.1 Antropometría

En este estudio se midió el IMC, el ICC y el análisis sanguíneo de insulina en ayuno.

El peso se midió mediante una balanza electrónica *CAMRY EB9005*. Esta balanza eléctrica cuantifica el peso en adultos hasta 200 kg (330lb). En esta

investigación se utilizó la balanza en una superficie plana y nivelada, la paciente subió al centro de la balanza con ropa ligera, permaneció quieta y erguida hasta que los números de la pantalla aparezcan fijos y no cambien. Posteriormente se registró el peso del paciente en kilogramos (kg) (Frías, 2011, p.15).

La cinta métrica es un instrumento de medida universal que tiene marcada la longitud del metro que se utiliza para medir distancias. La cinta métrica es de plástico, flexible y se puede enrollar. En esta investigación se utilizó para medir la altura e índice de cintura/cadera de las pacientes (Frías, 2011, p.15).

Para la medición de la altura se colocó la cinta métrica en una superficie plana contra una pared asegurando que quede fija, la paciente se retiró los zapatos y cualquier adorno que se encontraba en el cabello. Después el paciente se ubicó de espalda contra la pared en su máxima extensión, cabeza erecta, con los pies y rodillas juntas tocando los talones en el suelo por varios segundos. Finalmente se obtuvo la medida con una regla tomando como referencia el punto más alto de la cabeza y se registró el resultado de la estatura en centímetros (cms) (Earle y Baechle, 2008, p.600)

El IMC se obtuvo dividiendo el peso en kg para el cuadrado de la talla en metros (Panidis et al., 2013, p. 586).

Para medir el perímetro de cintura la paciente debió estar erguido y posteriormente se colocó la cinta en el punto medio entre el borde inferior de la costilla y la cresta ilíaca, el valor se registró en cms (Earle y Baechle, 2008, p. 601). Luego, para medir el perímetro de cadera con la cinta métrica se realizó la medición a nivel de los trocánteres mayores, la paciente debía estar de pie, los glúteos relajados y los pies juntos este valor de la circunferencia de cadera se registró en cms. La fórmula para obtener el índice de cintura/cadera es igual al perímetro de cintura (cms) dividido para el perímetro de cadera centímetros

(cms). Esta medición nos permitió saber si existió una pérdida de grasa después de la intervención (Earle y Baechle, 2008, p.601).

El uso de la balanza y cinta métrica han demostrado ser materiales válidos y fiables para la valoración del IMC y ICC (Lass et al., 2011; Harrison et al., 2011, p. 3539)

3.1.5.2 Análisis sanguíneo de la insulina

En esta investigación se midió el nivel de insulina mediante un análisis de sangre. El nivel de insulina se midió en ayunas. El médico utilizó guantes para el procedimiento e instrumental como una jeringuilla, aguja, banda elástica, algodón, alcohol antiséptico y tubo de ensayo. Estos equipos fueron utilizados con normas de bioseguridad y asepsia.

Posteriormente el médico extrajo sangre de la vena cubital en la parte inferior del codo, el sitio de punción se limpió con un antiséptico y colocó una banda elástica alrededor de la parte superior del brazo aplicó presión en el área provocando que la vena se llene de sangre. Luego, el médico introdujo una aguja en la vena y recogió la sangre en un tubo adherido a la aguja, la banda elástica se retiró al finalizar la muestra de sangre, se retiró la aguja y se cubrió el sitio de punción. Finalmente se registró el nombre completo del paciente en el tubo (Álvarez et al., 2013, p.1295).

Existe una considerable evidencia de su fiabilidad y de su validez, siendo el examen clínico más utilizado para el diagnóstico de sobrepeso u obesidad y ovarios poliquísticos (Sirmans y Pate, 2013, p.10). Este procedimiento lo va realizar un profesional de la salud en Licenciatura de Laboratorio Clínico.

3.1.5.3 Auto-evaluación de la frecuencia cardiaca

Las participantes debieron registrar su pulso radial con sus dedos índices y medio, presionar la arteria radial y contar las pulsaciones por 15 segundos para posteriormente multiplicar el resultado por 4 (Álvarez et al., 2013, p.1296)

3.1.6 Procedimiento experimental

3.1.6.1 Grupo Control

Ocho adolescentes con SOP y sobrepeso con edades comprendidas entre 12 a 18 años. En la primera semana, el día lunes se realizó a la entrevista con el responsable o tutor indicando las actividades a realizar, posteriormente firmaron el consentimiento informado. El día martes y miércoles se realizó la historia Clínica, medición del IMC y medición del ICC a las adolescentes. El día jueves y viernes se les realizó el análisis sanguíneo de insulina en ayuno. Entre la semana dos y sexta siguieron con sus actividades diarias de la vida. Finalmente en la semana séptima las adolescentes fueron reevaluadas tomando la medición de su IMC, ICC y análisis sanguíneo de insulina. Este procedimiento se resume en la figura 6.

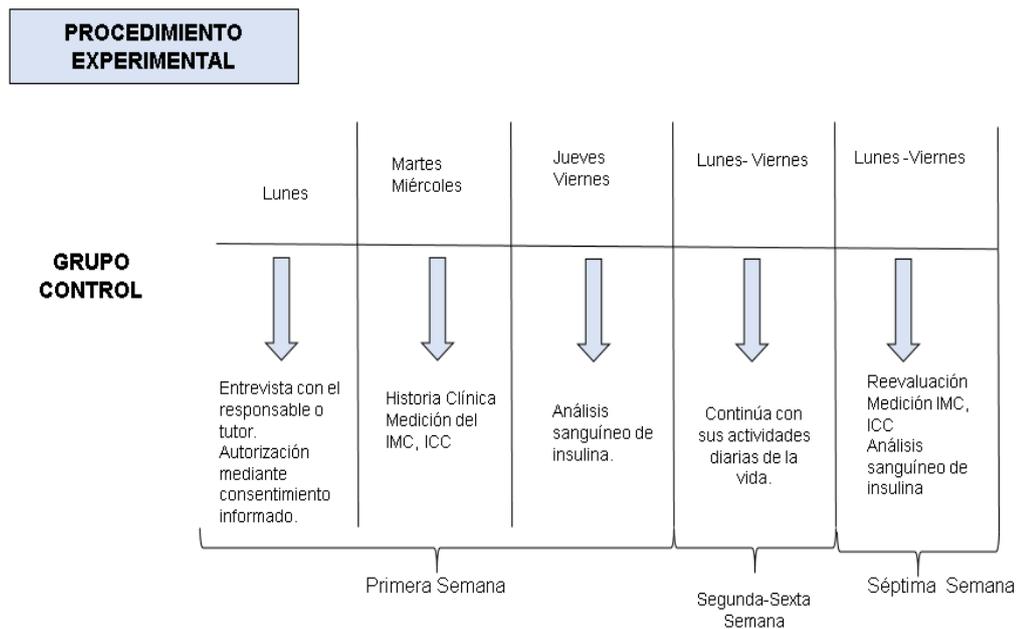


Figura 6. Procedimiento Experimental Grupo Control.

3.1.6.2 Grupo experimental

Ocho adolescentes con SOP y sobrepeso con edades comprendidas entre 12 a 18 años. En la primera semana, el día lunes se realizó la entrevista con el responsable o tutor indicando las actividades a realizar, posteriormente firmaron el consentimiento informado. El día martes y miércoles se realizó la historia clínica, medición del IMC y medición ICC a las adolescentes. El día jueves y viernes se les realizó el análisis sanguíneo de insulina en ayuno y capacitación de la autoevaluación de la FC. Entre la semana dos y sexta intervinieron en un programa de entrenamiento aeróbico de lunes a viernes. Finalmente en la semana séptima las adolescentes fueron reevaluadas tomando la medición de su IMC, ICC y análisis sanguíneo de insulina. Este procedimiento se resume en la figura 7.

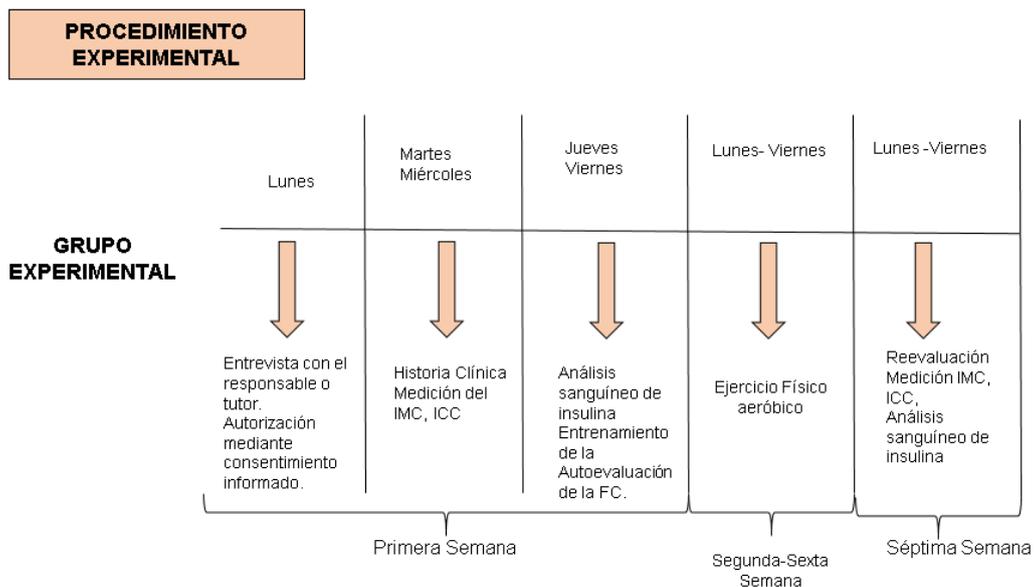


Figura 7. Procedimiento Experimental Grupo Experimental.

3.1.7 Programa de Entrenamiento Aeróbico

- El proyecto de investigación tenía un seguimiento de siete semanas con el fin de comprobar la eficacia de un entrenamiento aeróbico en adolescentes sobrepeso y SOP.
- El programa de entrenamiento aeróbico inició cuando se aprobó el estudio por las autoridades del Colegio Nacional Guayllabamba y el consentimiento informado a las pacientes por los representantes.
- El entrenamiento aeróbico se realizó con supervisión, una frecuencia de 5 veces a la semana consecutivos durante 50 minutos (Panidis et al., 2013, p. 586).
- El programa de ejercicios incluyó 10 minutos de fase de calentamiento, 30 minutos de entrenamiento aeróbico y 10 minutos de regreso a la calma.
- El calentamiento incluyó ejercicios estiramientos estáticos y trote a una intensidad ligera (< 50% FCR).

- En la fase de entrenamiento se realizó ejercicios aeróbicos con un intensidad moderada (50%-60%FCR) a intensa (70-80%FCR) (Jared, y Moh, 2014, p. 617). Este rango de intensidad fue ajustado cada lunes, por la evaluación de la FCRep. Para monitorear que las pacientes controlaban la intensidad preestablecida, debían registrar su FC durante el curso del programa. La FC se monitoreó antes de iniciar el programa de entrenamiento aeróbico, al finalizar el calentamiento, al finalizar cada serie de la fase de entrenamiento (Anexo4), y al minuto 10 de la fase de vuelta a la calma.
- La progresión del programa de entrenamiento aeróbico fue de la siguiente forma: Semana 1 (50-60% FCR); Semana 2 (60-70% FCR); Semana 3 (70-75% FCR); y Semana 4 (75-80% FCR). (Jared, y Moh, 2014, p. 617).
- El ejercicio aeróbico (Fase de entrenamiento) incluyó 3 series cada una con una duración de 10 minutos, y pausa de 1 minuto por serie (Jared, y Moh, 2014, p.617).
- El programa de entrenamiento aeróbico se describe en el anexo 3.

3.1.8 Protocolo de intervención

- Las participantes fueron citadas a la sala de intervención a una hora específica (10 am).
- Posteriormente se registró la FC.
- Se inició la fase de calentamiento que incluyó ejercicios de estiramientos estáticos y trote a una intensidad ligera.
- Se registró la FC.

- Realizaron el entrenamiento terapéutico de ejercicios aeróbicos, cada serie tenía una duración de 10 minutos a una intensidad entre el 50-80%, después de cada serie se volvió a tomar La FC para monitorear que se cumplió la intensidad preestablecida.
- Finalmente, se realizó la fase de regreso a la calma que debían caminar ligeramente durante 10 minutos, al terminar esta fase se volvió a tomar la FC.

3.1.9 Análisis de los datos

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS 22. Los resultados se presentaron en forma de promedios y desviaciones estándar. Para identificar diferencias significativas entre promedios, para cada variable de interés (i.e. IMC, ICC y concentración de insulina) se realizó un análisis de varianza factorial mixto (ANOVA) de 2 (grupos) x 2(mediciones). El umbral de significatividad será establecido en $p < 0,05$.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Resultados

La muestra seleccionada fueron 16 estudiantes con edad promedio de $16,75 \pm 1,183$ años.

Tabla 5

Promedios de edad entre grupos y mediciones

Grupos	Media	Desviación estándar	N
Grupo experimental	17,2500	,46291	8
Grupo control	16,2500	1,48805	8
Total	16,7500	1,18322	16

4.1.1 Índice de masa corporal

El ANOVA encontró una interacción significativa para los promedios del IMC entre grupos y mediciones ($F = 18,001$; $p = 0,001$). El análisis *post hoc* no encontró diferencias significativas entre grupos en el pre-tratamiento, lo cual demuestra que las participantes de ambos grupos comenzaron el estudio con similar IMC (tabla 6). Por el contrario, se observaron diferencias en los promedios de los grupos en el post-tratamiento y estas fueron estadísticamente significativas. Como se muestra en la figura 8 el IMC promedio del grupo experimental fue menor al control (diferencias de medias = $-2,494 \text{ kg/cm}^2$; $p = 0,014$, 95%IC: $-4,410$ a $-0,577$). Estas diferencias se pueden atribuir a la intervención, puesto que el promedio del IMC de las participantes del grupo experimental mostraron un cambio significativo entre el post y el pre-tratamiento (diferencias de medias = $-0,959 \text{ kg/cm}^2$; $p = 0,000$, 95%IC: $-1,401$ a $-0,517$); mientras las participantes del grupo control mantuvieron su IMC (diferencias de medias = $0,278 \text{ kg/cm}^2$; $p = 0,19$, 95%IC: $-0,164$ a $0,719$) una vez finalizado la intervención (figura 8).

† Diferencia $p < 0.05$ entre grupos en el post-tratamiento

‡ Diferencia $p < 0.05$ en el grupos experimental entre mediciones

Tabla 6.

Resultados promedios del IMC entre grupos y mediciones.

	Grupos	Media	Desviación estándar	N
IMC pre-tratamiento	Grupo experimental	26,4250	1,68417	8
	Grupo control	27,6825	1,45976	8
	Total	27,0538	1,65523	16
IMC post-tratamiento	Grupo experimental	25,4663	1,90378	8
	Grupo control	27,9600	1,66191	8
	Total	26,7131	2,15375	16

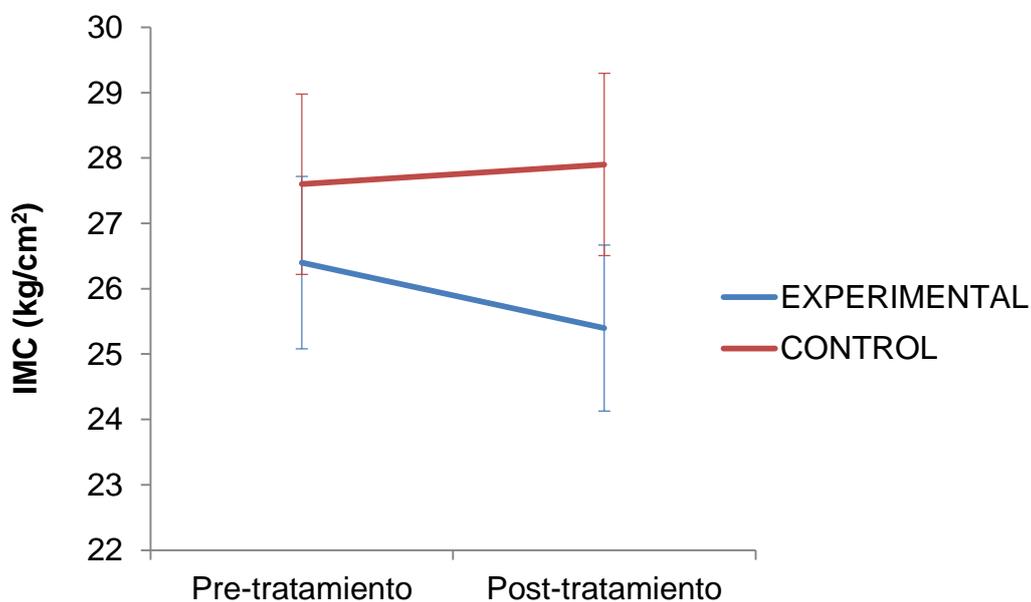


Figura 8. Diferencia de medias entre grupos y mediciones para el IMC

4.1.2 Índice cintura cadera

El análisis estadístico encontró una interacción significativa para los promedios del Índice cintura cadera entre grupos y mediciones ($F = 5,645$; $p = 0,032$). El análisis *post hoc* no encontró diferencias significativas entre el GE y GC en el pre-tratamiento (diferencias de medias = $-0,011$; $p = 0,449$, 95%IC: $-0,042$ a $0,020$), lo cual demuestra que las participantes de ambos grupos comenzaron el estudio con similar Índice cintura cadera (Tabla 7). Tampoco se observaron diferencias significativas en los promedios entre los grupos en el post-tratamiento (diferencias de medias = $-0,024$; $p = 0,180$, 95%IC: $-0,012$ a $0,060$). Sin embargo, el GE mostró un cambio significativo entre el post- tratamiento y el pre (diferencias de medias = $-0,010$; $p = 0,018$ 95%IC: $-0,018$ a $-0,002$); mientras que estas diferencias no se presentaron en el GC (diferencias de medias = $0,003$; $p = 0,513$ 95%IC: $-0,005$ a $0,010$) una vez finalizado la intervención (figura 9).

‡ Diferencia $p < 0.05$ en el grupos experimental entre mediciones.

Tabla 7.

Resultados promedios del Índice Cintura Cadera entre grupos y mediciones.

	Grupos	Media	Desviación estándar	N
Cintura Cadera pre-tratamiento	Grupo experimental	0,8388	0,03603	8
	Grupo control	0,8500	0,01927	8
	Total	0,8444	0,02851	16
Cintura Cadera post-tratamiento	Grupo experimental	0,8288	0,04016	8
	Grupo control	0,8525	0,02550	8
	Total	0,8406	0,03473	16

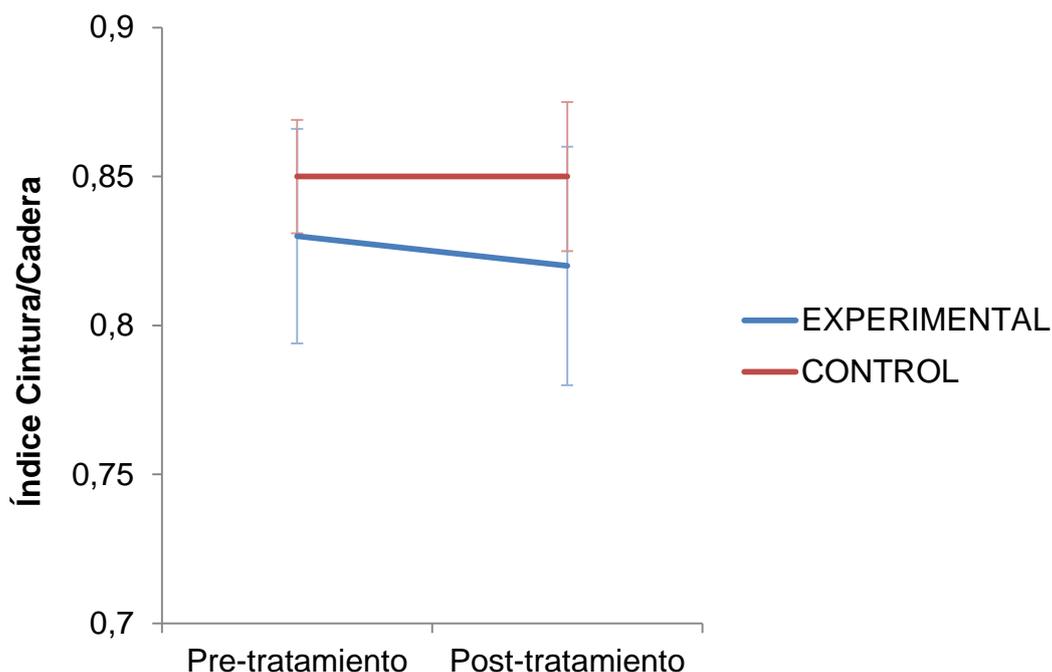


Figura 9. Diferencia de medias entre grupos y mediciones para el Índice cadera-cintura.

4.1.3 Insulina sanguínea

Los resultados de las comparaciones de los niveles de insulina en sangre no mostraron una diferencia significativa entre grupos en el pre-tratamiento y en el pos-tratamiento ($F = 7,177$; $p = 0,018$). Se puede observar en la figura 10 que el promedio del GE inicia el estudio con valores superiores al GC y una vez finalizado la intervención dicho promedio llega a ser menor al GC, pero dichas diferencias no llegan a ser estadísticamente significativas. Por su parte, tampoco se observaron diferencias significativas en los promedios entre mediciones ni en GE (diferencias de medias = 1,900; $p = 0,785$ 95%IC: -12,725 a 16,525) y ni en el GC (diferencias de medias = -5,125; $p = 0,559$ 95%IC: -23,479 a 13,229). Sin embargo, hubo cierta tendencia a que las participantes que recibieron el programa de ejercicio físico redujeran los valores de insulina al término de la intervención (diferencias de medias = -3,175; $p = 0,109$ 95%IC: -7,152 a 0,802), mientras que una tendencia opuesta fue observada en el GC, con un incremento de los valores de insulina al finalizar la intervención (diferencias de medias = 3,850; $p = 0,057$ 95%IC: -0,127 a 7,827).

‡ Diferencia $p < 0,05$ en el grupo experimental entre mediciones

Tabla 8.

Resultados promedios del Análisis sanguíneo de insulina en ayuno entre grupos y mediciones

	Grupos	Media	Desviación estándar	N
Insulina pre-tratamiento	Grupo experimental	31,7125	12,74188	8
	Grupo control	29,8125	14,47909	8
	Total	30,7625	13,21221	16
Insulina post-tratamiento	Grupo experimental	28,5375	15,61116	8
	Grupo control	33,6625	18,49694	8
	Total	31,1000	16,74511	16

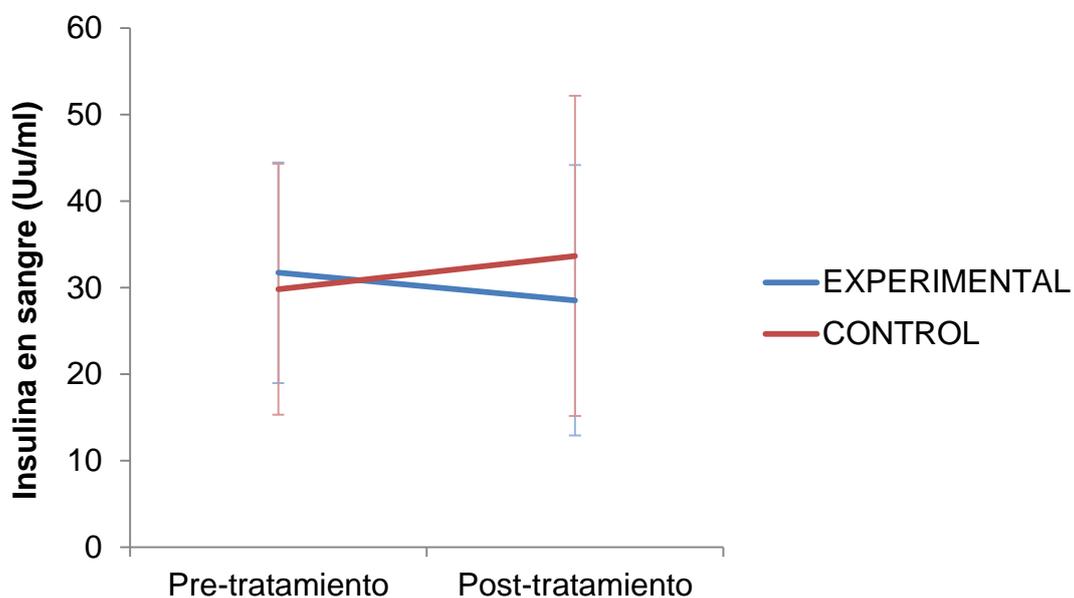


Figura 10. Diferencia de medias entre grupos y mediciones para la concentración de insulina en sangre.

CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 Discusión

Este proyecto de investigación tenía por objetivo analizar el impacto de un entrenamiento aeróbico en la reducción del IMC, del índice de cintura-cadera y de la concentración de insulina en ayuno en adolescentes sobrepeso con SOP. El estudio encontró que el programa de entrenamiento aeróbico modificó de manera significativa el IMC con una reducción de 2,49 kg/cm². Dicho cambio hizo que el IMC promedio del GE fuera estadísticamente diferente al GC. El Índice cintura-cadera no fue significativamente diferente entre el GE Y GC en el post-tratamiento, sin embargo se observó que en el GE se reduce significativamente esta variable, mientras que GC no hubo cambios una vez terminada la intervención. El análisis sanguíneo de insulina no mostró una diferencia significativa entre grupos luego del programa de ejercicio. Los resultados mostraron que el GE tiene una tendencia a disminuir los valores de insulina posterior al tratamiento, mientras que el GC incrementa dichos valores al finalizar el período de intervención.

5.1.1 IMC

Los resultados analizados en el estudio demostraron una disminución significativa en el IMC de las participantes que realizaron el programa de ejercicio aeróbico, siendo el IMC promedio de este grupo menor al GC una vez finalizadas las 5 semanas de intervención. Esta diferencia entre grupos evidencia que el ejercicio aeróbico fue eficaz reduciendo el IMC en adolescentes sobrepeso con SOP.

El efecto del ejercicio en esta variable de composición corporal también ha sido demostrado en varios estudios. Gracia et al., (2004) al evaluar a mujeres entre 15 a 46 años con sobrepeso u obesidad asociado al SOP, encontró que el IMC se redujo significativamente en 4,6 kg/cm² (p=0,01) después de una

intervención única de ejercicio físico tipo aeróbico en un período de tres meses, con una frecuencia de tres veces a la semana y durante 30 minutos (Intervención Tipo I). En otro estudio realizado por Hagg et al., (2015), se prescribió un protocolo de dieta y ejercicio durante seis meses donde finalmente se demostró una reducción del IMC en 6 kg/cm² (p=0,003) en mujeres entre 15 y 32 años con sobrepeso y SOP (Intervención Tipo II).

Por su parte, en el estudio de Ornstein et al., (2011) que incluyó dieta y ejercicio aeróbico en mujeres de 12-36 años en un período de seis meses, con una frecuencia de tres veces a la semana, con una duración de 20 minutos a una intensidad moderada entre 50 al 80% de la FCR, disminuyó significativamente el IMC 6 kg/cm² (p=0,001).

Estos estudios corroboran que el ejercicio aeróbico tiene una influencia positiva en el IMC, pero su efecto parece estar moderado por el tiempo de exposición y/o la combinación con intervenciones de estilo de vida (protocolo de dieta). Los programas de ejercicio superior a los tres meses y una frecuencia igual o menor a tres veces por semana (intervención tipo II) que se combinan con dieta, parecen producir mayores beneficios en el IMC de esta población si se compara con los programas de una duración menor a tres meses pero con un frecuencia mayor a las 3 sesiones de ejercicio por semana, sin control de la alimentación (intervención tipo I).

Es posible que con una intervención tipo I, la cual se realizó en el presente estudio, si se realiza en mayor tiempo se puedan alcanzar superiores cambios en el IMC. En este sentido, un reciente estudio de revisión indica que el ejercicio aeróbico prolongado superior a los tres meses y sin dieta, ayuda a prevenir futuras complicaciones y evitar el aumento de IMC en pacientes con sobrepeso u obesidad y SOP Gutiérrez et al., (2015). Dichos autores reportaron que un año de ejercicio físico aeróbico disminuía el IMC en 7 kg/cm² (p=0,001), mientras que las pacientes que no realizaban ejercicio físico planificado el IMC incrementaba considerablemente (9,5 kg/cm²).

5.1.2 Índice de cintura-cadera

Los datos obtenidos en este estudio demostraron que no existió diferencia significativa en la disminución del ICC entre grupos, sin embargo después de del ejercicio aeróbico las pacientes del GE lograron una la reducción de 1.19% ($p= 0,018$), mientras que en el GC no cambió significativamente. Esto indica que una intervención tipo I, específicamente la que conlleve a realizar ejercicio aeróbico en un período de 5 semanas, con una frecuencia de 5 veces a la semana, durante 50 minutos a una intensidad del 50 al 80% FCR va a ser un estímulo adecuado para reducir la distribución de grasa en la región media del cuerpo.

Por otra parte, en un estudio realizado por Ahmed et al., (2012) refiere que en mujeres entre 18 a 26 años con sobrepeso y SOP el ejercicio aeróbico en un período de tres meses, con una frecuencia de cinco veces a la semana, durante 30 minutos a una intensidad moderada disminuyó significativamente el ICC (0,87a 0,83 $p=0,001$) (intervención tipo I).

Según estudios actuales, valores de ICC en adolescente determina el riesgo enfermedades cardiovasculares y metabólicas en la vida adulta (síndrome metabólico, hipertensión arterial, diabetes, etc.) (Saavedra, 2011). La presencia de un ICC mayor de 0,75 es un indicativo de riesgo moderado y mayor 0,85 es un riesgo alto de tener efectos negativos en la salud (Saavedra, 2011). Las participantes de nuestro estudio que realizaron el programa de ejercicio lograron reducir el exceso de grasa localizada en la región media del cuerpo, sin embargo, se mantuvieron con igual riesgo para la salud.

Para que el efecto del ejercicio aeróbico sobre el ICC sea superior y diferente a una condición sedentaria, posiblemente se va requerir un mayor tiempo de entrenamiento y dieta (intervención tipo II). En relación a ello, Hoeger et al., (2008) también reportó una disminución estadísticamente significativo del 6% del ICC de las adolescentes estudiadas. La dieta puede potenciar el efecto que

produce el ejercicio porque al disminuir el consumo total de grasa a menos del 30% de la ingesta calórica diaria, contribuye a prevenir el aumento del ICC y desarrollar enfermedades en mujeres con SOP (Who, y Consultation, 2003, p.16).

Es posible que también el tipo de ejercicio pueda tener un efecto positivo en la disminución del ICC. Por ejemplo en un estudio realizado por Soca et al., (2014) se demostró que al realizar ejercicios de abdomen y cadera en mujeres con sobrepeso disminuyó significativamente el ICC ($0,89 \pm 0,09$ a $0,85 \pm 0,01$; $p=0,002$). Estos resultados sugieren que los programas de ejercicio que se complemente con dieta y ejercicios localizados van a producir un efecto superior sobre este variable.

5.1.3 Análisis sanguíneo de insulina en ayuno

Los resultados de los niveles de insulina en sangre mostraron una diferencia no significativa entre grupos. El GE inició el estudio con valores superiores al GC y al finalizar la intervención los niveles del GE fueron menores pero dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, se observó que el GE después de realizar ejercicio aeróbico tiene tendencia a disminuir los valores de insulina mientras que en el GC se observa un aumento de los niveles de insulina. Esto puede indicar que el ejercicio aeróbico tiene un efecto en la reducción de valores de insulina sanguínea.

Existe estudios como el de Jakubowicz, et al., (2013) que utilizó solo un GE y demostró la reducción significativa en los niveles de insulina sanguínea en ayuno (79.1 ± 1 a 71.8 ± 0.9 uU/ml; $p=0,001$) con una intervención de ejercicio aeróbico al 50-75% FCR, realizado por un período de cuatro meses, con una frecuencia de cinco veces a la semana y durante 30 minutos (Intervención tipo I).

En similar sentido, en intervenciones tipo II también han reportado que en adolescentes sobrepeso u obesidad con SOP, el ejercicio aeróbico combinado con dieta muestran una reducción significativa en los valores de insulina en sangre ($99.5 \pm 0,8$ a 94.2 ± 0.9 uU/ml; $p=0,002$) (Hoeger et al., 2008).

Por otra parte, el ejercicio aeróbico con intensidad moderada y de larga duración provoca un aumento progresivo del glucagón, cortisol, hormona de crecimiento y catecolaminas, estos cambios van acompañados de una disminución progresiva de la insulina (Powers et al., 2014, p. 607).

Durante el ejercicio una de las glándulas endócrinas de importancia es el páncreas porque produce y libera glucagón e insulina. Estas hormonas liberan o captan glucosa de los tejidos. El glucagón estimula al incremento de la glucosa, mientras que la insulina facilita el transporte de la glucosa a las células del organismo. Debido al incremento de las necesidades metabólicas en el ejercicio intenso, la secreción de glucagón aumenta, mientras que la secreción de la insulina disminuye. Un aumento del glucagón estimula la conversión del glucógeno a glucosa en el plasma, de modo que hay más glucosa disponible para ser transportadas a las células (Coker y Kjaer, 2005, p.577).

Durante el ejercicio la concentración de insulina en el plasma disminuye y mejora la sensibilidad de insulina, al tiempo que incrementa el transporte de glucosa a las células. La mayor liberación de glucagón y la menor liberación de insulina durante el ejercicio aeróbico también aumentan la descomposición de las grasas en los tejidos e incrementa el volumen de ácidos grasos en el plasma lo cual hace que presente más grasas disponibles como combustible para el ejercicio (McMurray y Hackney, 2005, p.401).

En un estudio realizado por Gutiérrez et al., 2015, en mujeres sobrepeso u obesidad con SOP refiere que realizar ejercicio aeróbico es fundamental ya que reduce los niveles de la insulina. Esto significa que las mujeres sedentarias y

con SOP pueden tener tendencia al aumento de la insulina por su desequilibrio hormonal.

En base a la evidencia disponible, para obtener mejores valores en la disminución de insulina se requiere por lo mínimo un período de tres meses y una frecuencia de tres hasta cinco veces a la semana de ejercicio aeróbico de moderada intensidad.

5.2 Limitaciones del estudio

- El tiempo de intervención no fue el mínimo necesario para alcanzar mayores beneficios sobre todo en la concentración de insulina en sangre.
- Es posible que el ICC no demuestren cambios significativos por no incluir ejercicios específicos para la zona abdominal y cadera.
- La muestra fue muy heterogénea en los valores de insulina, quizás por ello no se observaron resultados significativos en el promedio del GE que recibió el programa de entrenamiento aeróbico.
- Por limitaciones de tiempo no se estimó la cantidad de participantes necesarios para asegurar las mínimas garantías y detectar una determinada diferencia entre los grupos de comparación con el grado de confianza deseado (Argimon, 2009, p.117).

5.3 Fortaleza del estudio

- En el presente estudio no se incluyó modificación del estilo de vida en cuanto a un plan nutritivo de alimentación en el GE, sin embargo se observaron resultados significativos en el IMC, e ICC y tendencia a la disminución en la concentración de insulina.

- Este estudio se realizó en un periodo corto de tiempo y se observaron modificaciones positivas en las variables evaluadas, por lo que puede ser aplicado a personas con SOP que requieran cambios a corto plazo de los componentes modificables del metabolismo.
- Los resultados evidencian que el fisioterapeuta es un profesional pertinente en la prescripción adecuada del ejercicio terapéutico a las condiciones de salud de este tipo de población.

5.4 Relevancia clínica

Una de las consultas más frecuentes al ginecólogo son las adolescentes con SOP y sobrepeso con prescripción médica de metformina o anticonceptivos y prescripción de ejercicio no adecuada. El sobrepeso y los cambios metabólicos en la distribución de grasa corporal y las concentraciones de insulina son un problema común asociado al SOP que pueden ser modificados por medio del ejercicio físico aeróbico correctamente prescrito. Los resultados contribuyen a ratificar lo que han encontrado previos estudios en relación a la eficacia del ejercicio físico de mediana y largo duración en la modificación de dichas variables (Mahoney et al., 2014, p.192). Sin embargo, como aspecto novedoso se logró probar que el ejercicio físico aeróbico de corta duración (< 3 meses) también es útil para lograr este objetivo.

La importancia de realizar ejercicio aeróbico radica en que ayuda a mantener el nivel insulina con menor o ningún consumo de fármacos para contrarrestar los efectos negativos de estos en el organismo.

Por ejemplo, el consumo de metformina para controlar los niveles de insulina puede causar efectos adversos como náuseas, vómitos, diarrea, cefalea, disnea, dolor de pecho, dolor abdominal, calambres musculares, fatiga, eritema, urticaria, anemia y hepatitis (Fernández y Sagota, 2007, p.143). Por

su parte, los anticonceptivos orales, reducen los niveles de testosterona y regulan el período menstrual. Sin embargo, pueden inducir al aumento de peso, hipertensión arterial y fibroadenoma, además que la suspensión de este fármaco conlleva que las mujeres con SOP vuelvan a presentar irregularidades en sus períodos incluso la ausencia de la menstruación (amenorrea) (Fernández y Sagota, 2007, p.143).

Reducir o abandonar, cuando sea posible, el uso de estos medicamentos debería ser un objetivo prioritario de la atención primaria de salud. Por lo tanto, las intervenciones con parámetros adecuados de entrenamiento físico son una muy buena alternativa para cumplir con este objetivo.

Sin duda alguna, el consumo de estos fármacos no son la solución para el SOP y su uso prolongado tiene efectos invasivos y adictivos para el organismo. Es por ello, que las intervenciones dirigidas a reducir las enfermedades o condiciones asociadas al SOP, no deben tener efecto dañino para el organismo, lo cual puede lograrse con un programa de ejercicio aeróbico biológicamente prescrito al estado de salud de la persona (Fernández, y Sagota, 2007, p.144).

5.5 Conclusiones

- El IMC en las adolescentes con SOP y sobrepeso disminuyó significativamente en las pacientes del GE después de un programa terapéutico de entrenamiento de ejercicios aeróbicos.
- Disminuyó significativamente el ICC en las pacientes con SPO y sobrepeso del GE después del desarrollo de un programa terapéutico de entrenamiento de ejercicios aeróbicos estructurado para ellas.
- La concentración de insulina en las adolescentes con SOP y sobrepeso determinó cierta tendencia a disminuir sus valores en el GE, finalizado el programa terapéutico de ejercicios aeróbicos planificado.

- Realizar un programa de entrenamiento aeróbico por un periodo de 5 semanas, una frecuencia de cinco días a la semana, durante 50 minutos a una intensidad de 50 al 80% de FCR, es eficaz en la reducción de las variables fisiológicas medidas en este estudio.

5.6 Recomendaciones

- La eficacia de un programa de entrenamiento aeróbico con iguales características al del presente estudio, debe ser confirmada en un nuevo estudio que incluya mayor tiempo de intervención, una muestra mayor y homogénea.
- Con un mayor tiempo de intervención de entrenamiento aeróbico los valores de insulina podrían mejorar significativamente, además si a esta intervención se incluye ejercicios específicos en el abdomen y cadera llevará a un mejor resultado en cuanto a la reducción del ICC.
- Las pacientes con sobrepeso y SOP deberían continuar con el entrenamiento de ejercicio aeróbico para mantener los beneficios logrados en las variables antropométricas evaluadas en niveles normales y continuar con un estilo de vida saludable que incluya dieta para prevenir complicaciones como la diabetes, SM, hipertensión arterial y enfermedades cardíacas.
- El rol del fisioterapeuta debería ser incluido en evaluaciones y prescripción de ejercicio físico como parte del tratamiento de las pacientes con SOP.
- Se sugiere tomar en cuenta los resultados del presente estudio para la elaboración de programas de prevención continua y permanente, enfatizando la importancia de realizar ejercicio aeróbico en las mujeres con SOP.

- Para un registro más preciso es necesario la utilización de un aparato electrónico para monitorear la FC de las adolescentes.
- La novedad de este estudio radicó en que se consiguió en corto tiempo y sin la necesidad de dieta modificar, en algunos casos significativamente, las variables fisiológicas estudiadas, con lo cual se mejoró el estado de salud de las adolescentes con SOP y sobrepeso.
- Para obtener mejores resultados se debería incluir a un profesional en nutrición para la adecuada prescripción de dieta para mejorar las variables fisiológicas estudiadas para el beneficio de la paciente con SOP.

REFERENCIAS

- Ahmed, E. M. S., Salem, M. E., y Sweed, M. S. (2012). Effect of lifestyle modifications on polycystic ovarian syndrome symptoms. *J Am Sci*, 8(8), 535-544.
- Álvarez, L., Ramírez-Campillo, R., Flores, M., Henríquez-Olguín, C., Campos, J., Carrasco, V., y Celis-Morales, C. (2013). Respuestas metabólicas inducidas por ejercicio físico de alta intensidad en mujeres sedentarias con glicemia basal alterada e hipercolesterolemia. *Revista médica de Chile*, 141(10), 1293-1299.
- Argimon, J. M. (2009). Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 3ra ed. Barcelona: Elsevier. Cap. 15, 103-134, ISBN: 9788481747096.
- Badawy, A., y Elnashar, A. (2011). Treatment options for polycystic ovary syndrome. *Int J Womens Health*, 3(1), 25-35.
- Bates, G. W., y Propst, A. M. (2012). Polycystic ovarian syndrome management options. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 39(4), 495-506.
- Beneyto, S., Ferryra, M. A., Galfrascoli, A., González, A., y Sosa, S. (2003). Síndrome de ovarios poliquísticos. *Revista de Postgrado de la Vía Cátedra de Medicina*, (125), 504-520.
- Castro-Martínez, M. G., Castillo-Anaya, V., Ochoa-Aguilar, A., y Godínez-Gutiérrez, S. A. (2014). La metformina y sus aplicaciones actuales en la clínica. *Medicina Interna de México*, 30(5).
- Coker, R., y Kjaer M. (2005). Glucoregulation during exercise: the role of the neuroendocrine system. *Sports Medicine*. (35), 575-583.
- Correa, M., y MieCHI, H. (2011). Consenso sobre síndrome de ovario poliquístico. *FASGO*, 10, 2.
- Earle, R. y Baechle, T., (2008), "Manual NSCA, Fundamentos del entrenamiento personal". Madrid. España: *Panamericana*. SA. 600-614.

- Fernández-Morales, D., y Sagot-Verdesia, F. (2007). Uso de la metformina en pacientes con el síndrome del ovario poliquístico. *Acta Médica Costarricense*, 49(3), 140-146.
- Frías, (2011). Valoración Antropométrica aplicada a la nutrición clínica". 1ª Edición. *Protal*, 15-18.
- Guerra, M. J. G., Costa, L. C., y Rodríguez, S. F. (2008). Síndrome del ovario poliquístico. In Guías para la consulta de atención primaria: gestión de la información y el conocimiento en el punto de atención. *Revista Chilena*, (7), 304-311.
- Gracia, R., Veloso, D., y Véliz, C. (2004). Eficacia de un protocolo terapéutico en pacientes con síndrome de ovario poliquístico: Estudio prospectivo. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 69(5), 347-352.
- Gutiérrez, Í., Jefferson, L., Rechkemmer, A., y Contreras, H. (2015). Poliquistosis ovárica: hallazgos clínicos y hormonales. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 47(1), 16-21.
- Guyton, A.C. y Hall, J.E. (2011). "Tratado de Fisiología médica". 9ª Edición. *Interamericana-McGraw-Hill*. Madrid. 407-426.
- Haqq, L., McFarlane, J., Dieberg, G., y Smart, N. (2015). The Effect of Lifestyle Intervention on Body Composition, Glycemic Control, and Cardiorespiratory Fitness in Polycystic Ovarian Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 25(6) 15-24.
- Harrison, C. L., Lombard, C. B., Moran, L. J., y Teede, H. J. (2011). Exercise therapy in polycystic ovary syndrome: a systematic review. *Human Reproduction Update*, 17(2), 171-183.
- Hoeger, K., Davidson, K., Kochman, L., Cherry, T., Kopin, L., y Guzick, D. S. (2008). The impact of metformin, oral contraceptives, and lifestyle modification on polycystic ovary syndrome in obese adolescent women in

two randomized, placebo-controlled clinical trials. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 93(11), 4299-4306

Jakubowicz, D., Barnea, M., Wainstein, J., y Froy, O. (2013). Effects of caloric intake timing on insulin resistance and hyperandrogenism in lean women with polycystic ovary syndrome. *Clinical Science*, 125(9), 423-432.

Jared, W y Moh, H., (2014), "Manual NSCA, Fundamentos del entrenamiento personal. Segunda edición. Barcelona. España. *Paidotribo*. 603-622.

Lass, N., Kleber, M., Winkel, K., Wunsch, R., y Reinehr, T. (2011). Effect of lifestyle intervention on features of polycystic ovarian syndrome, metabolic syndrome, and intima-media thickness in obese adolescent girls. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(11), 3533-3540.

Mahoney, S., Loprinzi, P. D., Smit, E., y (2014). Physical activity and dietary behavior in US adults and their combined influence on health. In *Mayo Clinic Proceedings*, Elsevier, 89, (2) 190-198.

Mani, H., Davies, M. J., Bodicoat, D. H., Levy, M. J., Gray, L. J., Howlett, T. A., y Khunti, K. (2015). Clinical characteristics of polycystic ovary syndrome: investigating differences in White and South Asian women. *Clinical endocrinology*, 83(4), 542-549.

Mcmurray. R., y Hackney, A., (2005), Interactions of metabolic hormones, adipose tissue and exercise, *Sports Medicine*, (35), 393-412.

Merino, P. M., Codner, E., y Cassorla, F. (2011). A rational approach to the diagnosis of polycystic ovarian syndrome during adolescence. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia y Metabologia*, 55(8), 590-598.

Nieto, R., y Nottola, N. (2007). Tratamiento del síndrome de ovario poliquístico: Cambio de estilo de vida: nutrición y ejercicio. *Revista. Endocrinológica. Metabólica*, 5(3), 48-52.

- Palomba, S., Santagni, S., Falbo, A., y La Sala, G. B. (2015). Complications and challenges associated with polycystic ovary syndrome: Current perspectives. *International journal of women's health*, 7, 745-763.
- Panidis, D., Tziomalos, K., Papadakis, E., Vosnakis, C., Chatzis, P., y Katsikis, I. (2013). Lifestyle intervention and anti-obesity therapies in the polycystic ovary syndrome: impact on metabolism and fertility. *Endocrine*, 44(3), 583-590.
- Powers, Scott K. y Howley, Edward T. (2014). Fisiología del ejercicio. 1era ed. Badalona. *Paidotribo*. Cap. 5. 600-610. ISBN: 9788499104355.
- Rivas, A. M., Vásquez, L. A., y Arredondo, M. I. (2010). Diagnóstico y manejo del síndrome de ovario poliquístico: una perspectiva dermatológica. *Rev. Asoc. Colomb. Dermatol*, 18, 78-90.
- Saavedra, S. S. (2011). Obesidad. Fundamentos de las recomendaciones FAC'99 en prevención cardiovascular. In I Congreso Virtual de Cardiología, Argentina. Disponible en: [http://www. fac.org. ar/cvirtual/pacientes/0015c/cguzman/](http://www.fac.org.ar/cvirtual/pacientes/0015c/cguzman/). Htm.
- Salmerón, M., y Casas, J. (2012). Síndrome de Ovarios Poliquísticos en adolescentes. *An Pediatr Contin*, 10(5), 257-263.
- Sir, P. T., Preisler, R. J., y Magendzo, N. A. (2013). Síndrome de ovario poliquístico. Diagnóstico y manejo. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(5), 818-826.
- Sirmans, S. M., y Pate, K. A. (2013). Epidemiology, diagnosis, and management of polycystic ovary syndrome. *Clin Epidemiol*, 6(12), 1-13.
- Slentz, C. A., Houmard, J. A., y Kraus, W. E. (2009). Exercise, abdominal obesity, skeletal muscle, and metabolic risk: evidence for a dose response. *Obesity*, 17(S3), S27-S33.
- Soca, P. E., Rivas, M., Sarmiento, y., Mariño, A. L., Marrero, M., & Mosqueda, L. (2014). Risk Factors of Cardiovascular Disease in Menopausal Women. *Rev Fed Arg Cardiol*, 43(2), 90-96.

- Vivas, C. A., Castaño T. P., García, T. G., y Ospina, M. L. (2011). Síndrome de ovario poliquístico. Fisiopatología en mujeres obesas y no obesas. *CES Medicina*, 25(2), 169-179.
- Wilmore, J., y Knuttge, H. 2003. Aerobic Exercise and Endurance Improving Fitness for Health Benefits. *The Physician and Sports medicine*, 31(5). 45.
- Who, J., y Consultation, F. E. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep*, 916.

ANEXOS

Anexo 1: Solicitud de consentimiento informado



FISIOTERAPIA

Quito, ____ de _____ del 2016

Yo _____ C.I. _____ acepto voluntariamente participar en el proyecto de investigación que lleva por título: “Efecto de un programa de entrenamiento físico aeróbico sobre la aptitud metabólica en adolescentes con sobrepeso y Síndrome de Ovario Poliquístico”, en el centro educativo “Colegio Nacional Guayllabamba”, cuya autora responsable es Julieta Estefanía Alemán Silva, estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad de las Américas.

El objetivo del estudio es comprobar la eficacia de un programa de entrenamiento aeróbico en pacientes con SOP.

Acepto que se me realicen evaluaciones necesarias para este proyecto. En esta investigación se utilizará un análisis de insulina que no cause daño a la integridad de los pacientes. Durante el periodo de trabajo se realizarán capturas de la actividad a través de cámaras fotográficas. Los datos personales que otorgaré permanecerán en estricta confidencialidad y no serán usados para fines que no estén dentro de esta investigación.

Fui informado que no obtendré ningún beneficio monetario por la colaboración en ésta investigación y cualquier inquietud que presente será resuelta por la investigadora. En el caso de no desear continuar con el estudio podré retirarme sin ningún problema. He comprendido y aclarado mis dudas por medio de la investigadora responsable de éste estudio.

Firma: _____

Anexo2: Historia Clínica

HISTORIA CLÍNICA

DATOS PERSONALES

Nombre Completo:	Edad
Peso:	Talla:

ANAMNESIS

Antecedentes patológicos personales:
Antecedentes quirúrgicos:
Antecedentes familiares:
Diagnóstico médico:
Alergias:
Tratamiento farmacológico:

Hábitos:

Alimentación:	
Diuresis:	
Tabaco:	
Alcohol:	
Drogas:	
Actividad física:	
Durante días/semana:	

Motivo de consulta o derivación:

Enfermedad actual:

EVALUACIÓN FISIOTERAPEÚTICA

Evaluación	Resultado
Signos vitales:	FC:
Perfil antropométrico	IMC:
	Índice cintura/cadera:
Perfil bioquímico:	Insulina:
Fórmula de Karvonen	$\text{FCMPE} = 200 - \text{EDAD}$ $\text{FCR} = \text{FCMPE} - \text{FCRep}$ $\text{FCO} = (\text{FCR} \times \% 50 - 80 \text{ Intensidad del ejercicio}) + \text{FCRep}$

Anexo 3: Programa de entrenamiento aeróbico

- En la fase de calentamiento se realizó:

<p>Trotar ligeramente (<50%FCR) durante 4 minutos con 30 segundos.</p> <p>Estiramientos estáticos musculares derecho e izquierdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bíceps braquial: <ol style="list-style-type: none"> 1.-De pie y erguido extender el codo derecho 2.- El dorso de la mano contacta con la pared hasta percibir el estiramiento • Tríceps braquial: <ol style="list-style-type: none"> 1.- De pie y erguido, levantar el brazo derecho hasta colocarlo junto al lado derecho de la cabeza. 2.- Flexionar el codo derecho hasta que la mano toque la parte superior de la espalda. 3.- Levantar el brazo izquierdo hasta que la mano agarre el codo derecho. 4.- Empujar el codo derecho hacia la cabeza (por detrás) con la mano izquierda es decir, aumentar la abducción del hombro, hasta que se perciba el estiramiento 5.- Repetir el estiramiento con la mano derecha agarrando y empujando el codo izquierdo • Cuádriceps: 	Series:1
	Repeticiones: 1
	Duración de repetición: 30 segundos.
	Duración de la fase de calentamiento: 10 minutos.

1.- Paciente de pie (Jared, y Moh, 2014).

2.-Tomar el pie con la misma mano

3.- Flexionar la rodilla

Isquiotibiales:

1.- Sentarse en el suelo con la pierna derecha hacia delante y colocar la planta del pie izquierdo contra la cara interna de la rodilla izquierda o cerca de ella.

2.- El exterior de la pierna izquierda debe tocar el suelo

3.- Manteniendo la espalda recta, inclinarse hacia delante desde las caderas y agarrar la punta de pie derecho con la mano derecha.

4.- Tirar de la punta del pie derecho hacia la parte superior del cuerpo mientras se flexiona el torso hacia la pierna derecha hasta percibir el estiramiento.

5.- Repetir el estiramiento con la pierna izquierda extendida hacia delante y la planta del pie derecho colocada contra la cara interna de la rodilla derecha o cerca de ella

- Tríceps sural

1.- Colocarse de pie mirando hacia la pared, con los pies separados el ancho de los hombros y dejando una distancia de unos 30 cm hasta la pared.

<p>2.- Inclinarsse hacia delante y colocar las manos sobre la pared.</p> <p>3.- Dar un paso atrás de unos 60 cm con la pierna izquierda y flexionar ligeramente la rodilla derecha.</p> <p>4.- Extender totalmente la rodilla izquierda y mantener el talón izquierdo en el suelo.</p> <p>5.- Flexionar los codos y acercar las caderas y el torso hacia la pared hasta percibir el estiramiento.</p> <p>6.- Repetir el estiramiento colocando la pierna derecha detrás del cuerpo, es decir dar el paso atrás con la pierna derecha.</p> <ul style="list-style-type: none">• Recto del abdomen:<p>1.- Paciente debe colocarse sobre el suelo en decúbito prono.</p><p>2.- Apoyar las manos.</p><p>3.- Despegar el tronco de la superficie provocando una extensión de tronco.</p><p>4.- Continuar con el estiramiento hasta que llegue a una barrera, si esta barrera no se produce el paciente deberá parar cuando sus brazos estén perpendiculares al suelo.</p>	
---	--

Adaptado de: (Jared, y Moh, 2014)

- En la fase de entrenamiento se realizó los siguientes ejercicios aeróbicos:
- Se describe dos tipos de rutinas que serán alternadas por semanas para evitar el aburrimiento o agotamiento de las adolescentes del GE :

Semana	Entrenamiento	Secuencia				
Segunda Cuarta Sexta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trotar en el mismo puesto durante 30 segundos. 2. Rodillas al pecho con movimientos de brazos (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 3. Marchar tres repeticiones y rodilla al pecho (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 4. Abducción y aducción de cadera dos repeticiones (derecho e izquierdo) y flexión de tronco y topamos el suelo durante 30 segundos. 5. Abducción y aducción de cadera (derecho e izquierdo), flexión de tronco y tocar el suelo durante 30 segundos. 6. Abducción y aducción de cadera (derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 7. Extensión de cadera con flexión de hombro (derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 8. Extensión de cadera (derecho e izquierdo) y flexión de tronco tocando el suelo durante 30 	<table border="1"> <tr> <td>Series: 3</td> </tr> <tr> <td>Duración de repetición: 30 segundos</td> </tr> <tr> <td>Pausa entre series: 1 minuto.</td> </tr> <tr> <td>Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.</td> </tr> </table>	Series: 3	Duración de repetición: 30 segundos	Pausa entre series: 1 minuto.	Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.
Series: 3						
Duración de repetición: 30 segundos						
Pausa entre series: 1 minuto.						
Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.						

	<p>segundos.</p> <p>9. Flexión de rodilla y extensión de cadera (derecho) durante 30 segundos.</p> <p>10. Flexión de rodilla y extensión de cadera (izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>11. Flexión de rodilla y extensión de cadera (alternar derecha e izquierda) durante 30 segundos.</p> <p>12. Sentadillas de un lado al otro (derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>13. Sentadillas hacia adelante asentando el codo con la rodilla (derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>14. Topar el pie con la palma de la mano (derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>15. Topar el pie con la palma de la mano y saltar (derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>16. Abducción y aducción de cadera con flexión de cadera hacia un lado (alternando derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>17. Saltar (derecho e izquierdo) y extender cadera durante 30 segundos.</p> <p>18. Sentadillas (derecho e izquierda) y topar el suelo durante 30 segundos.</p>	
--	---	--

19. Sentadillas rápidas (derecha e izquierda) durante 30 segundos.

20. Flexión de cadera (alternado derecho e izquierdo) durante 30 segundos.

<p>Tercera Quinta</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trotar en el mismo puesto durante 30 segundos. 2. Topar el pie con la palma de la mano (alternar derecha e izquierda) durante 30 segundos. 3. Rodilla al pecho (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 4. Tres saltos y sentadilla 1 repetición durante 30 segundos. 5. Abducción de cadera (alternar derecha e izquierda) con movimiento de cintura y brazos durante 30 segundos. 6. Dos saltos al centro y topamos el suelo durante 30 segundos. 7. Inclinación lateral de tronco (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 8. Tres saltos e impulsar la rodilla al pecho durante 30 segundos. 9. Abducción y aducción de cadera con flexión de hombro (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 10. Abducción y aducción de cadera 2 veces y rodilla al pecho (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos. 11. Abducción - aducción (derecho) desplazar y abducción - aducción (izquierdo) durante 30 segundos. 12. Flexión plantar y flexión de hombro (alternando derecho e izquierdo) 	<table border="1"> <tr> <td>Series: 3</td> </tr> <tr> <td>Duración de repetición: 30 segundos</td> </tr> <tr> <td>Pausa entre series: 1 minuto.</td> </tr> <tr> <td>Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.</td> </tr> </table>	Series: 3	Duración de repetición: 30 segundos	Pausa entre series: 1 minuto.	Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.
Series: 3						
Duración de repetición: 30 segundos						
Pausa entre series: 1 minuto.						
Duración de la fase de entrenamiento aeróbico: 30 minutos.						

	<p>durante 30 segundos.</p> <p>13. Flexión de cadera simulando remar (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>14. Flexión de cadera acompañando de saltos y cruzar (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>15. Mover la cintura y los brazos a un nivel de 90° (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>16. Saltar, topar adelante- atrás y rodilla al pecho (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>17. Twist durante 30 segundos.</p> <p>18. Saltar a lado derecho, topar el suelo y saltar a lado izquierdo y topar el suelo durante 30 segundos.</p> <p>19. Sentadillas y alargar el brazo (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p> <p>20. Flexión de cadera y hacer una palmada debajo de la rodilla (alternar derecho e izquierdo) durante 30 segundos.</p>	
--	--	--

Adaptado de: (Jared, y Moh, 2014)

- En la fase de regreso a la calma se realizó 10 minutos de caminata a una intensidad ligera (< 50% de la frecuencia cardiaca de reserva, FCR).

Anexo 4: Programación de entrenamiento aeróbico por monitoreo de la FCR

Frecuencia Cardíaca de Reposo (FCRep)

Paciente	Edad	Semana2	Semana3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	17	76	76	72	72	68
2	17	68	68	64	64	60
3	17	80	80	80	76	72
4	17	80	76	76	72	68
5	17	72	72	72	68	68
6	18	76	76	76	72	72
7	18	68	68	68	64	64
8	17	72	72	72	68	68

Frecuencia Cardíaca Prevista en función de la edad (FCPE)

Paciente	Edad	Semana 2	Semana3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	17	203	203	203	203	203
2	17	203	203	203	203	203
3	17	203	203	203	203	203
4	17	203	203	203	203	203
5	17	203	203	203	203	203
6	18	202	202	202	202	202
7	18	202	202	202	202	202
8	17	203	203	203	203	203

Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR)

Paciente	Edad	Semana2	Semana3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1	17	127	127	131	131	135
2	17	135	135	139	139	143
3	17	123	123	123	127	131
4	17	123	127	127	131	135
5	17	131	131	131	135	135
6	18	126	126	126	130	130
7	18	134	134	134	138	138
8	17	131	131	131	135	135

Frecuencia Cardíaca Objetivo (FCO)

Paciente	Edad	INTENSIDAD 50-60% Semana2	INTENSIDAD 60-70% Semana3	INTENSIDAD 70-75% Semana 4	INTENSIDAD 75-80% Semana 5	INTENSIDAD 75-80% Semana 6
1	17	140-152	152-165	163-170	170-176	169-176
2	17	136-149	149-163	161-168	168-175	167-174
3	17	142-154	154-166	166-172	171-177	170-176
4	17	142-154	152-164	164-171	170-176	169-176
5	17	138-151	150-163	163-170	169-176	169-176
6	18	139-152	151-164	164-170	169-176	169-176
7	18	135-148	148-161	161-168	167-174	167-174
8	17	138-151	150-163	163-170	169-176	169-176

Anexo 4: Programa de entrenamiento aeróbico





Anexo 5: Cronograma de actividades

