



clínica e investigación en ginecología y obstetricia

www.elsevier.es/gine



REVISIÓN DE CONJUNTO

Eficacia del ejercicio terapéutico en el síndrome del ovario poliquístico. Una revisión sistemática



I. Rivas Vázquez y M. Soto González*

Universidad de Vigo, Facultad de Fisioterapia, Pontevedra, España

Recibido el 9 de agosto de 2021; aceptado el 31 de enero de 2022

Disponible en Internet el 9 de marzo de 2022

PALABRAS CLAVE

Terapia por ejercicio;
Ejercicio terapéutico;
Síndrome del ovario
poliquístico

Resumen El síndrome del ovario poliquístico es uno de los problemas hormonales más frecuentes en mujeres en edad reproductiva. Este síndrome presenta gran cantidad de síntomas como desorden hormonal, ciclos menstruales irregulares o amenorrea, presencia de masas en los ovarios, aumento de peso, hirsutismo, acné, infertilidad, entre otros síntomas de hiperandrogenismo. El ejercicio físico ha sido pautado principalmente en estas mujeres con el objetivo de pérdida de peso; sin embargo, sería interesante conocer los efectos del ejercicio no solo en la pérdida de peso. Por ello el objetivo de esta revisión sistemática es conocer los efectos que produce el ejercicio terapéutico en las mujeres que presenta el SOP en aspectos como los cambios hormonales y el ciclo menstrual y otras alteraciones metabólicas. Para ello se realizó una busca bibliográfica en el mes de febrero del 2021 en las bases de datos CINAHL, Medline y PubMed. Empleándose los términos Medical Subject Heading (MeSH): «Exercise therapy», «Polycystic Ovary Syndrome» y «Therapeutic Exercise». Se incluyeron ensayos clínicos publicados en los últimos 10 años en idioma español o inglés. Tras la aplicación de los criterios de exclusión, resultaron 10 ensayos clínicos para su análisis. En la mayoría de las publicaciones se utilizan el ejercicio aeróbico y el ejercicio de resistencia progresiva, comprobando cuáles son los efectos que se consiguen al final del tratamiento. Se observó una mejora en los parámetros antropométricos y hormonales.

Tras el análisis de los diferentes resultados de esta revisión, se puede concluir que el ejercicio terapéutico tiene efectos beneficiosos en el síndrome del ovario poliquístico, especialmente en el nivel hormonal y el ciclo menstrual.

© 2022 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Exercise therapy;
Therapeutic exercise;
Polycystic ovary
syndrome

Efficacy of therapeutic exercise in polycystic ovary syndrome. A systematic review

Abstract Polycystic ovary syndrome is one of the most frequent hormonal problems in women of reproductive age, this syndrome presents many symptoms such as hormonal disorders, irregular menstrual cycles or amenorrhea, presence of masses in the ovaries, weight gain, hirsutism,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: m.soto@uvigo.es (M. Soto González).

acne, infertility, among other symptoms of hyperandrogenism. Physical exercise has been prescribed in these women with the aim of weight loss; however, it would be interesting to know the effects of exercise other than on weight loss. Therefore, the objective of this work is to know the effects that therapeutic exercise produces in women with this syndrome. A bibliographic search was conducted in February 2021 in the CINAHL, Medline and PubMed databases. Using the terms Medical Subject Heading (MeSH): "Exercise therapy", "Polycystic Ovary Syndrome", and "Therapeutic Exercise". Clinical trials published in the last 10 years in Spanish or English were included. After application of the exclusion criteria, 10 clinical trials resulted from the analysis. In most of the publications, aerobic exercise and progressive resistance exercise are used, verifying the effects that are achieved at the end of the treatment. An improvement in anthropometric and hormonal parameters was observed.

After analysing the different results of this review, we can conclude that therapeutic exercise has a benefit in polycystic ovary syndrome, especially for hormonal levels and the menstrual cycle.

© 2022 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El síndrome del ovario poliquístico (SOP) es un trastorno endocrinometabólico cuya base fisiopatológica principal es un exceso de producción de andrógenos de origen ovárico y suprarrenal, que se traduce en alteraciones dermatológicas, reproductivas y metabólicas. Presenta una incidencia del 8 al 13% según las diferentes series en mujeres de edad reproductiva^{1,2}.

Para poder explicar la fisiopatología del SOP, se plantea la existencia de defectos primarios en el eje hipotálamo-hipófisis (afectando la producción de hormona luteinizante [LH]), en el ámbito ovárico o en la acción de la insulina. Estas alteraciones se verifican clínicamente ya que, si se suprime la producción de LH mejoraría el hiperandrogenismo, si se realiza una resección ovárica o destrucción de folículos quísticos y se estimula la maduración folicular con FSH exógena, se lograría una reducción de andrógenos y ovulación, y por último, si se reducen los niveles de insulina, disminuyen los andrógenos y se restauran los ciclos menstruales. Sin embargo, estos defectos no explicarían todas las anomalías de este síndrome, por lo que los patrones genéticos podrían ser un factor adicional en la aparición de este síndrome³.

El estudio de Teede et al. hace una revisión de los criterios diagnóstico e indica que respaldan los Criterios de diagnóstico de SOP de Rotterdam en adultos, 2 de oligo o anovulación, hiperandrogenismo clínico o bioquímico u ovarios poliquísticos en la ecografía después de la exclusión de los trastornos relacionados. Cuando están presentes tanto oligo o anovulación como hiperandrogenismo, la ecografía no es necesaria para el diagnóstico. En los adolescentes, se requieren tanto oligoanovulación como hiperandrogenismo, y no se recomienda la ecografía para el diagnóstico. Los criterios de ultrasonido se refinan con el avance de la tecnología, pasando de la presencia de 12 o más folículos en cada ovario o un volumen ovárico aumentado a, en la actualidad, donde se ha visto que el mejor marcador es el número de folículos mayor de 25 en mujeres de 18 a 35 años, no

teniendo validez diagnóstica el volumen ovárico. Los niveles de hormona antimülleriana (HAM) ya no son adecuados para el diagnóstico de SOP. La resistencia a la insulina se reconoce como una característica clave del SOP, sin embargo, no se recomienda la medición clínica en este momento. Una vez diagnosticada, la evaluación y el manejo incluyen características reproductivas, metabólicas y psicológicas⁴.

La obesidad junto a la hiperinsulinemia, la disminución de la proteína transportadora de esteroides sexuales (SHBG) y el incremento de los niveles de testosterona van a producir un aumento de la creación de andrógenos en el tejido adiposo abdominal, lo que va a favorecer el hiperandrogenismo⁵. Por ello, el tratamiento del SOP está orientado a corregir el hiperandrogenismo, los trastornos menstruales, las alteraciones metabólicas asociadas (obesidad y resistencia a la insulina) y la ovulación⁶.

Como tratamiento no farmacológico, aparecen los cambios en el estilo de vida. Un estilo de vida sano consiste en una dieta saludable y ejercicio regular. La pérdida de peso de un 5-7% con respeto al basal produce un descenso en la concentración circulante de andrógenos, insulina y lípidos, lo cual se acompaña de una mejoría de la sintomatología y de las posibilidades de presentar ciclos ovulatorios^{7,8}.

Como principal forma de tratamiento farmacológico tenemos la metformina, que ayuda a la disminución de la glucosa, lo cual induce a la ovulación principalmente. Los anticonceptivos orales (ACO) restituyen los ciclos menstruales de manera eficiente, mejoran el hirsutismo en más del 60% de los casos por su efecto inhibitor de la LH, lo que aumenta los niveles de SHBG^{6,9}. Una reciente revisión indica que la metformina sola o el anticonceptivo oral solo pueden ser menos efectivos para mejorar el hirsutismo en comparación con la metformina combinada con el ACO¹⁰.

El ejercicio terapéutico se prescribe para facilitar a los pacientes la recuperación de enfermedades y cualquier condición que perturbe su movimiento y actividad de la vida diaria¹¹. Existen diferentes estudios que han probado diferentes programas de entrenamiento aeróbico, de resistencia

Tabla 1 Escala JADAD

	Se describe como aleatorizado	Describe el método para generar la secuencia de aleatorización y es adecuado	¿Se describe como doble ciego?	¿Se describe el método de cegamiento? Es correcto?	Pérdidas	Puntuación
Tiwari et al. ¹⁸	1	1	1	1	1	5
Nidhi et al. ²³	1	1	0	0	1	3
Roessler et al. ¹⁷	1	1	0	0	1	3
Miranda-Furtado et al. ²⁰	0	0	0	0	1	1
Al-Eisa et al. ¹⁵	0	0	0	0	0	0
Lara et al. ²¹	1	1	0	0	1	3
Costa et al. ¹⁴	1	1	0	0	1	3
Hutchison et al. ¹⁶	0	0	0	0	1	1
Nybacka et al. ¹⁹	1	1	0	0	1	3
Kogure et al. ²²	0	0	0	0	1	1

y como combinado. Así, Gilani observó que el ejercicio aeróbico durante 20-30 min al 65-70% de la FC_{máx} durante 8 semanas, mejoraba la función androgénica (reducción de LH, prolactina [PRL], etc.) en mujeres con SOP¹². Asimismo, otras investigaciones han reportado beneficios con ejercicios de fuerza demostrando tener un efecto sensibilizador de la insulina, por tanto, disminuyendo los síntomas de SOP relacionados con la resistencia a la insulina y el hiperandrogenismo¹³.

En muchas ocasiones en esta enfermedad el ejercicio es realizado con el objetivo de pérdida de peso; sin embargo, sería interesante conocer los efectos del ejercicio no solo en esta variable, por ello el objetivo de esta revisión sistemática es conocer los efectos que produce el ejercicio terapéutico en las mujeres que presentan el SOP en aspectos como los cambios hormonales y el ciclo menstrual, y otras alteraciones metabólicas.

Material y métodos

Fuentes de información

Con el propósito de responder al objetivo que se plantea en esta revisión sistemática, se llevó a cabo, durante el mes de febrero del 2021, una búsqueda en las siguientes bases de datos: CINAHL, Medline e PubMed.

Estrategias de búsqueda

Para la creación de la ecuación de búsqueda se utilizaron los descriptores Medical Subjects Heading (MeSH): «Exercise therapy», «Polycystic Ovary Syndrome» y «Therapeutic Exercise», unidos mediante el operador booleano "AND". En la [tabla 1](#) se reflejan las diferentes ecuaciones de búsqueda.

Criterios de elegibilidad

Con el propósito de concretar más la búsqueda, se aplicaron criterios de inclusión tales como que los artículos

estuviesen publicados entre 2011 y 2021, el idioma fuese español o inglés y que fuesen ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados. Los criterios de exclusión aplicados fueron: artículos que no se centren en el objetivo principal del trabajo, no exista acceso al texto completo, artículos repetidos y otro tipo de estudios como revisiones, metaanálisis, comentarios, resúmenes, tesis, guías prácticas, etc.

Proceso de extracción

Para este proceso se elaboró un guion con los datos que se querían obtener de cada estudio, las 2 investigadoras extrajeron los datos de los artículos de forma independiente.

Evaluación de la calidad

Se evaluó la calidad metodológica de los estudios mediante la escala Jadad y, paralelamente, tal y como recomiendan Urrita y Bonfill sobre las normas PRISMA, fueron evaluadas de riesgo de sesgo siguiendo las indicaciones del *Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervención versión 5.1.0*. Se evaluaron 5 dominios potenciales: sesgo de selección, sesgo de realización, sesgo de desgaste, sesgo de detección, sesgo de notificación y otro sesgo o inquietudes no abordadas en los anteriores dominios. Para cada sesgo se indicó en grado de «bajo/alto/dudoso», así como su justificación y localización en el texto.

Resultados

La estrategia de búsqueda arrojó un total de 190 resultados, de los cuales fueron incluidos en esta revisión un total de 10 ensayos clínicos. El proceso de selección se muestra en la [figura 1](#), siguiendo la estructura especificada por PRISMA.

Entre las técnicas utilizadas se encuentran el ejercicio aeróbico caminar, trotar en cinta rodante o ciclismo a diferentes intensidades; el ejercicio de fuerza, principalmente con ejercicios con pesas y aparatos; y el yoga, con ejercicios propios de esta práctica. Las intensidades son bastante

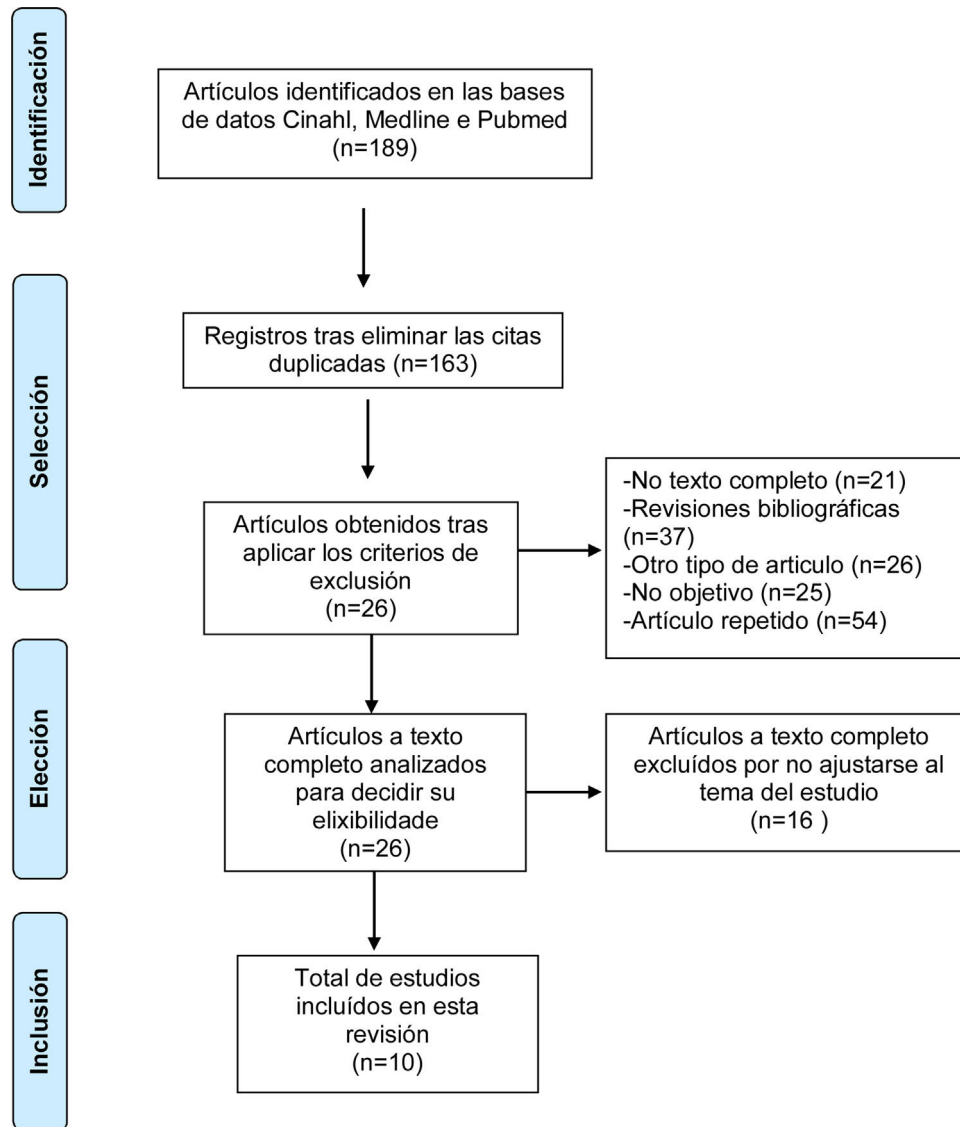


Figura 1 Diagrama de flujo según normativa PRISMA.

homogéneas situándose entre el 65 y el 75% de la FC_{máx} en cuanto a actividad moderada se refiere y entre el 80 y el 100% en actividad intensa. La duración de las sesiones osciló entre los 45 y 60 min, y la duración de las intervenciones se situó mayoritariamente entre los 3 y 4 meses. Dentro del primer grupo, 4 investigadores¹⁴⁻¹⁷ utilizan exclusivamente el ejercicio aeróbico, los 2 restantes lo combinan con fármaco (metformina) como es el caso de Tiwari et al.¹⁸ y Nybacka et al.¹⁹ con la dieta. El segundo grupo está compuesto por 3 estudios²⁰⁻²². Y por último Nidhi et al.²³ utilizan el yoga como intervención. En la [tabla 1](#) se recogen los datos de interés de los diferentes artículos.

El tamaño muestral oscila entre 170 mujeres, Miranda-Furtado et al.²⁰, y 17 mujeres, Roessler et al.¹⁷, y la edad de la muestra se sitúa entre 15 y 46 años.

Los resultados en la escala Jadad fueron muy heterogéneos ([tabla 1](#)). Tan solo Tiwari et al.¹⁸ obtuvieron una calidad metodológica completa. El resto de los artículos obtuvieron puntuaciones inferiores; destacan 5 de los

estudios^{14,17,19,21,23} con una calidad de 3, puesto que no se realizó un doble ciego. Existen 3^{16,20,22} que tienen un 1 puesto que no presentan aleatorización ni cegamiento. Por último, tenemos el estudio de Al-Eisa et al.¹⁵, que cuenta con una calidad metodológica mínima, ya que tiene una puntuación de 0.

En referencia a los riesgos de sesgos ([tabla 2](#)), la mitad de los ensayos muestran un sesgo de selección de alto riesgo^{11,14-16,20} debido a que no realizaban una generación aleatoria y por una ocultación de la asignación inadecuada. Al contrario de la otra mitad, que presentaba un riesgo bajo^{12,13,17-19}.

Con relación al sesgo de detección, hay también variedad; solo uno tiene riesgo bajo¹⁵ debido al doble ciego comentado con anterioridad. Cinco artículos^{11,12,14,16,20} tienen un riesgo poco claro ya que no especifican si existe un cegamiento. Los 4 restantes tienen un riesgo alto debido al conocimiento de los datos y de la intervención que realiza cada sujeto.

Tabla 2 Valoración riesgo de sesgos

	Generación aleatoria de la secuencia (sesgo de selección)	Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Cegamiento de los participantes y personal (sesgo de realización)	Cegamiento de los evaluadores (sesgo de detención)	Datos de resultado incompletos (sesgo de desgaste)	Notificación selectiva (sesgo de notificación)
Tiwari et al. ¹⁸	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Nidhi et al. ²³	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo (personal) Riesgo alto (participantes)	Riesgo poco claro	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Roessler et al. ¹⁷	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo poco claro	Riesgo poco claro	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Miranda-Furtado et al. ²⁰	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Al-Eisa et al. ¹⁵	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo poco claro	Riesgo alto	Riesgo alto
Lara et al. ²¹	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Costa et al. ¹⁴	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo alto	Riesgo poco claro	Riesgo alto	Riesgo alto
Hutchison et al. ¹⁶	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Nybacka et al. ¹⁹	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo alto	Riesgo poco claro	Riesgo bajo	Riesgo bajo
Kogure et al. ²²	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo bajo	Riesgo bajo

Con respecto a los sesgos de realización, solamente el artículo de Tiwari et al.¹⁵ tiene un riesgo bajo completo. El de Nidhi et al.²⁰ presenta un riesgo bajo, ya que el personal evaluador está cegado, mientras que aparece riesgo alto en la parte de los sujetos. Cabe destacar que el artículo de Roessler et al.¹⁴ presenta un riesgo poco claro, debido a que no confirma si hay cegamiento. Los 7 artículos^{11-13,16-19} restantes tienen un riesgo alto.

En cuanto al sesgo de desgaste, 8 de los 10 artículos¹³⁻²⁰ presentan un riesgo bajo, ya que las variables analizadas para obtener los resultados se encuentran completas.

En resumen, los sesgos de notificación van acorde con el sesgo de desgaste ya que los resultados son conformes a los objetivos expuestos al inicio. El sesgo de selección presenta un riesgo bajo en la mitad, mientras el resto muestra un alto riesgo. En el sesgo de detección apreciamos que solo uno presenta un riesgo bajo. Al mismo tiempo, en el sesgo de realización solo uno presenta un bajo riesgo completo, otros 2 presentan riesgo poco claro y los 7 restantes, tienen un riesgo alto. Por último, tanto en el sesgo de desgaste como en el de notificación, 8 de las publicaciones presentan un riesgo bajo.

En la [tabla 3](#) se muestran aspectos como las intervenciones, instrumentos de medida y resultados de los diferentes estudios.

Discusión

Tal y como se ha hecho referencia en los resultados la calidad metodológica, fue analizada con la escala Jadad. Los estudios de esta revisión obtienen unas puntuaciones heterogéneas, siendo el 60% de los estudios de buena calidad frente al 40% que serían de calidad muy baja; este hecho

se deberá tener en cuenta al analizar los resultados de las diferentes investigaciones ya que podrían tener importantes sesgos. Tener una calidad tan baja puede considerarse una limitación, pero debemos de tener en cuenta que las intervenciones que se realizan se basan en un programa de ejercicios donde hay pacientes con el síndrome y pacientes sanos, por lo que en ocasiones es inviable la aleatorización y el doble cegamiento²⁴.

El objetivo de esta revisión sistemática es conocer los efectos que produce el ejercicio terapéutico en las mujeres que presenta el SOP en aspectos como los cambios hormonales y el ciclo menstrual y otras alteraciones. Al ser un síndrome que abarca diversos aspectos, aparece una gran heterogeneidad de variables. De este modo, para las variables antropométricas estudiadas han sido principalmente el peso, el índice de masa corporal (IMC) y el índice cadera-cintura. Las alteraciones hormonales han sido analizadas a través de los niveles de hormonas tales como la testosterona, la FSH y LH, la PRL, la HAM y la insulina. Además, se han estudiado en menor medida variables genéticas, como el comportamiento de los telómeros; variables psicológicas, como la depresión y ansiedad, y la función sexual.

Una de las variables más estudiadas en los artículos de esta revisión son los parámetros antropométricos. Estos fueron estudiados en todos los artículos a excepción del de Lara et al.²¹, que tenía como objetivo conocer la función sexual y el riesgo de depresión. La prevalencia de la obesidad en estas mujeres es mayor que en la población en general; más de un 50% de las mujeres con este síndrome se caracterizan por la presencia de una distribución abdominal de grasa. Según Gambineri et al.²⁵, la obesidad empeora el estado hiperandrogénico, las anomalías menstruales y la fertilidad, además de desempeñar un papel aditivo para determinar la resistencia a la insulina.

Tabla 3 Resultados

Autor	Intervención	Mediciones	Valores y parámetro	Resultados
Costa et al. ¹⁴	GE 3 veces por semana, durante 16 semanas, de ejercicio aeróbico progresivo (andar o trotar) supervisado mediante FC _{máx} Duración 40 min: 5 min calentamiento, 30 min de entrenamiento y 5 min de enfriamiento GC: no realizaban ninguna intervención	Inicio, semana 16 e 72 h después de terminar la intervención	Parámetros clínicos: CVRS (SF-36) y respuesta afectiva (escala FS) Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC Parámetros hormonales: insulina, LH, FSH, estradiol, progesterona, testosterona Parámetros bioquímicos: glucosa, colesterol, HDL, LDL Parámetros cardiopulmonares: capacidad cardiorrespiratoria	GE con respecto a GC Disminuyeron los valores de testosterona ($p < 0,01$), aumentaron la aptitud cardiorrespiratoria y la CVRS en dominio del funcionamiento físico, salud general y salud mental ($p = 0,004$) Disminuyeron el IMC, CC y el nivel de colesterol ($p = 0,02$) Por otro lado, la respuesta afectiva varió de «buena» al inicio a «bastante buena» al final ($p < 0,02$)
Al-Eisa et al. ¹⁵	Grupo A = GC; grupo B = GSOP; grupo C = GObeso Ambos grupos realizaban ejercicio aeróbico moderado monitorizado; la intensidad del entrenamiento se calculó con la FC de entrenamiento. Constaba de 3 partes: calentamiento, parte activa y enfriamiento. La duración fue de 45 min 3 veces por semana, durante 12 semanas	Al inicio, a los 3 meses e a los 12 meses	Parámetros clínicos: ciclo menstrual y medición de folículos antrales Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC y ICC Parámetros hormonales: hirsutismo, FSH, E2, PRL, adiponectina, HAM, insulina, relación glucosa insulina e IAL	Ambos grupos Disminuyeron los valores antropométricos y hubo regulación del ciclo menstrual pero sin datos significativos Grupo SOP y C con respecto a A Disminución de IMC, CC, ICC, glucemia e insulina ($p < 0,01$) Aumento de FSH, E2 y adiponectina ($p < 0,05$) Grupo A y C con respecto a B Aumento de folículos antrales ($p < 0,05$)
Hutchison et al., ¹⁶	Grupo SOP e GC 12 semanas de entrenamiento intensivo supervisado en cinta de correr. Realizado en 3 sesiones de 1 h por semana Con un rango entre el 75 y el 85% de la FC _{máx} y el equivalente al 70% VO2 _{máx}	Durante la intervención	Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC, masa grasa, grasa abdominal Parámetros hormonales: RI, SHBG y testosterona, AIL, andrógenos Parámetros bioquímicos: HDL, triglicéridos, glucosa LDL Parámetros cardiopulmonares: VO2 _{máx}	En ambos grupos mejoró el VO2 _{máx} ($p = 0,01$), disminuyó la masa grasa ($p = 0,01$), los andrógenos no se modificaron Grupo SOP con respecto al GC: disminuyó más el IMC ($p < 0,01$) y triglicéridos ($p = 0,01$), mejoró la RI ($p = 0,03$) GC con respecto al grupo SOP Hubo una disminución de la grasa abdominal ($p = 0,08$)

Tabla 3 (continuación)

Autor	Intervención	Mediciones	Valores y parámetro	Resultados
Roessler et al. ¹⁷	Ejercicio aeróbico ejercicio interválico a altas intensidades, bajo supervisión durante 1 h, 3 días por semana. Y después 1 reunión por semana de asesoramiento G1: EA:AG; ejercicio aeróbico (semanas 0-8) + asesoramiento de grupo (semanas 8-16) G2: GA:EA; asesoramiento de grupo (semanas 0-8) + ejercicio aeróbico (semanas 8-16)	Semana 0, semana 8 y semana 16	Parámetros clínicos: ciclo menstrual, volumen y configuración de los ovarios Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC Parámetros cardiopulmonares: VO ₂ , consumo de oxígeno	En ambos grupos disminuyeron los parámetros antropométricos, aumentaron los cardiopulmonares y mejoraron los ciclos menstruales, con ($p < 0,02$) Pero no hay resultados significativos para comparar ambos grupos porque $p > 0,05$
Tiwari et al. ¹⁸	Grupo A: ejercicio + placebo Grupo B: ejerci- cio + metformina (1/2 comprimido 2 veces/día durante 3 días y luego 1 comprimido 2 veces/día) Ambos grupos: caminar 30 min/3 días por semana durante 3 meses bajo supervisión y luego 3 meses sin supervisión	Al principio, a los 3 meses y a los 6 meses	Parámetros clínicos: ciclo menstrual, acné, acantosis nigricans Parámetros antropométricos: peso, ICC, CC Parámetros hormonales: hirsutismo (mFG) e testosterona sérica Parámetros bioquímicos: glucosa, colesterol y triglicéridos	Grupo B respecto a grupo A. Mejora en el ciclo menstrual ($p = 0,023$), pérdida de peso ($p = 0,043$). Disminución CC ($p = 0,03$) y ICC ($p = 0,008$) En ambos grupos hubo mejoras en la disminución del hirsutismo y de glucosa; pero no significativas ($p = 0,49$)
Nybacka et al., ¹⁹	GD: dieta equilibrada con un 55%-60% de hidratos de carbono, un 25%-30% de grasas y 10%-15% de proteínas GE: este grupo se diseñó según las preferencias de cada sujeto pudiendo realizar resistencia, aeróbico o fuerza GE + D: combinación de ambas	Cada mes de la intervención y después de 4 meses y al año	Parámetros clínicos: número y tamaño de folículos. Ciclo menstrual Parámetros antropométricos: peso, IMC Parámetros hormonales: E ₂ , 17OHP, RI, FSH, LH, SHBG, insulina, testosterona Parámetros bioquímicos: glucosa	Ambos grupos sin diferencias significativas: disminución del IMC y niveles séricos de insulina y glucosa. Mejora en el ciclo menstrual y ↓ del n.º de folículos ($p = 0,06$) GD: la reducción general del porcentaje de grasa corporal ($p < 0,05$). Disminuyó la testosterona en comparación con los otros 2 grupos ($p < 0,001$) GE + D comparado con GE: disminución general de grasa ($p < 0,01$) y de la relación T/SHBG, y LH/FSH ($p < 0,01$)

Tabla 3 (continuación)

Autor	Intervención	Mediciones	Valores y parámetro	Resultados
Miranda-Furtado et al. ²⁰	GSOP: mujeres con SOP GC: mujeres sanas Ambos: entrenamiento de resistencia progresiva supervisado; se realizó una periodización lineal de entrenamiento, basada en volumen decreciente e intensidad creciente. Durante 1 h/día, 3 veces/semana durante 4 meses	Antes y tras entrenamiento	Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC, densidad corporal y masa libre de grasa Parámetros hormonales: FSH, LH, estradiol, homocisteína, SHBG, PRL, TSH, insulina, testosterona, androstenediona y 17OHP, IAL, cadena de telómeros	En ambos grupos disminuyeron los parámetros antropométricos, sobre todo el porcentaje de grasa corporal ($p < 0,001$). Disminuyeron los niveles de estradiol, FSH y LH ($p < 0,032$) Grupo SOP comparado con GC: se redujo la SHBG ($p = 0,013$). La cadena de telómeros se mantuvo igual ($p = 0,0495$), mientras que aumentaron la homocisteína ($p < 0,006$) y la PRL ($p < 0,046$)
Lara et al. ²¹	GSOP (mujeres con SOP) y GC (mujeres sanas) Ambos grupos: 4 microciclos de ejercicios de fuerza; con una duración de 4 semanas A medida que avanzaban las semanas, aumentaba la fuerza muscular en los ejercicios y disminuían las repeticiones	Semana 0 y semana 16	Función sexual (cuestionario FSFI) Riesgo de depresión y ansiedad (escala HADs)	En GSOP: mejora significativa en el ítem del cuestionario FSFI con respecto al grupo control: aumentó el deseo, la lubricación, la excitación y la tolerancia al dolor ($p < 0,01$). Hay una disminución en el riesgo de depresión y ansiedad en ambos grupos, pero no es significativa (ambos con $p < 0,01$)
Kogure et al. ²²	GSOP e GC (mujeres sanas) Ambos grupos realizaban entrenamiento de fuerza; 3 veces por semana durante 4 meses La intensidad del entrenamiento se medía mediante el RM. Esta aumentaba y las repeticiones disminuían en cada microciclo	Al comenzar y finalizar cada entrenamiento	Parámetros antropométricos: peso, IMC, CC Parámetros hormonales: FSH, LH, PRL, E2, SHBG, insulina, TSH, testosterona, androstenediona y 17-OHP, nivel de glucosa en sangre, IAL y RI	Ambos grupos: disminución en el peso, IMC y CC. Disminución de testosterona, glucemia y RI ($p = 0,03$) GSOP respecto a GC: mayor concentración de androstenediona, IAL, PRL y disminución de SHBG ($p = 0,03$); aumento de insulina

Tabla 3 (continuación)

Autor	Intervención	Mediciones	Valores y parámetro	Resultados
Nidhi et al., ²³	GI: posturas de yoga, gestión del estrés y meditación. GC: ejercicios de estiramiento y respiraciones no de yoga; además recibían unas charlas orientativas, sin introducir términos yoísticos Ambos con una duración de 1 h diaria, durante 3 meses	3 meses después	Parámetros clínicos: ciclo menstrual Parámetros antropométricos: peso y IMC Parámetros hormonales: HAM, LH, FSH, testosterona e hirsutismo	GI respecto a GC. Disminución en los parámetros hormonales; HAM (p = 0,006), LH (p = 0,005), testosterona (p = 0,014) e hirsutismo (p = 0,002) Mejora en la frecuencia menstrual (p = 0,049) En ambos grupos disminuyeron la prolactina (p = 0,982), la FSH (p = 0,474), el peso y el IMC pero no de forma significativa (p = 0,910)

CC: circunferencia cintura; CVRS: calidad de vida relacionada con la salud; DHEAS: dehidroepiandrosterona sulfato; E2: estradiol; FCmáx: frecuencia cardíaca máxima; FSFI: índice de la función sexual femenina; FSH: hormona foliculoestimulante; GC: grupo control; GD: grupo dieta; GE: grupo ejercicio; GE + D: grupo dieta + ejercicio; GI: grupo yoga; GSOP: grupo con síndrome de ovario poliquístico; HADS: escala de riesgo de depresión y ansiedad; HAM: hormona antimülleriana; HDL: lipoproteínas de alta densidad; IAL: índice de andrógenos libres; ICC: índice cadera-cintura; IGF: factor de crecimiento insulínico; IMC: índice de masa corporal; LDL: lipoproteínas de baja intensidad; LH: hormona luteinizante; mFG: escala de Ferriman Gallway; PRL: prolactina; RI: resistencia a la insulina; SHBG: globulina fijadora de hormonas sexuales; SOP: síndrome ovario poliquístico; TSH: tirotrópina; VO2máx: volumen máximo de oxígeno; 17-OHP: 17-hidroxiprogesterona.

Comenzando por la variable peso, esta fue valorada en 9 trabajos^{14-20,22,23}. Con una intervención similar, en todos hubo mejoras, pero apenas observables, con lo cual no se llegó a la significación estadística, debido a que la pérdida de peso desde el inicio hasta el final de la intervención no alcanzó los 2 kg por sujeto, a excepción de los artículos de Tiwari et al.¹⁸ y Costa et al.¹⁴. Esto mismo les ocurrió a Orio et al.²⁶, que comparando una intervención de ejercicio con ACO comprobaron que había mejoras a nivel de la antropometría, pero no significativas entre grupos.

En el caso de Tiwari et al.¹⁸, utilizan la metformina combinada con ejercicio aeróbico en el grupo con mejoras significativas, lo que podría estar relacionado con la disminución de peso, porque tal y como refieren Paolisso et al.²⁷ y Glueck et al.²⁸, tras estudiar el efecto de la metformina en sujetos obesos, constataron que su uso producía una disminución de peso. Y Otta et al.²⁹ también demostraron la eficacia de este fármaco sobre esta variable en mujeres obesas con SOP. Sin embargo, se debe destacar que los estudios incluidos en su mayoría no utilizaron este fármaco combinado con el ejercicio siendo para varios de ellos criterio de exclusión en la recolección de las muestras.

Otros investigadores que obtuvo diferencias significativas en cuanto a las variables antropométricas fueron Costa et al.¹⁴, pero en este caso el grupo control (GC) no realizó ninguna intervención.

El IMC fue evaluado en 7 estudios^{14-17,20,22,23} y obtuvo mejora en todos los sujetos. Pero tal y como ocurre con la variable anterior, la disminución apenas es apreciable. Así lo confirman Scott et al.³⁰, que observaron que tras 12 semanas de ejercicio en mujeres con SOP, estas disminuían el IMC, pero no significativamente. Solamente en 3 de los artículos analizados¹⁴⁻¹⁶ se apreció una mejora significativa

coincidiendo con frecuencias altas de entrenamiento, tanto en Al-Eisa et al.¹⁵ como Hutchison et al.¹⁶, en torno al 75-85% de FCmáx, comparada con otros artículos que realizaban ejercicio aeróbico con menos intensidad. Así lo confirman Marandi et al.³¹ y Ramirez-Vélez et al.³², que estudiaron cómo afectaba el ejercicio aeróbico bajo, moderado e intenso a la variable peso, concluyendo que con el ejercicio moderado e intenso la disminución era significativa. Así mismo, Roessler et al.¹⁷ también emplearon frecuencias altas en su intervención cruzada, pero en este caso ambos grupos reciben el mismo tratamiento.

El índice cadera-cintura y la circunferencia de la cintura fueron evaluados en 6 investigaciones^{14-18,22}, reportando una disminución en todos los participantes pero solo con significación estadística en los escritos de Tiwari et al.¹⁸ y Costa et al.¹⁴; en este, tal como se ha comentado anteriormente, el grupo control no realizaba ejercicio ni ninguna otra intervención. Mientras que en Tiwari et al.¹⁸, al utilizar metformina, se pudo contribuir a la disminución de estos parámetros. Así lo confirman Garay et al.³³ en su estudio, donde los sujetos obesos y con SOP que tomaron este medicamento disminuyeron significativamente estos índices.

Otra variable analizada en 5 artículos^{15,17-19,23} es el ciclo menstrual. Tal y como explicó Amiram Magendzo³⁴, la obesidad junto con el SOP produce anomalías en ciclo menstrual; esto es debido a varios factores, tales como una alteración a nivel del eje hipotálamo-hipófisis-ovario que es el encargado de la ovulación, la cual produce una hipersecreción de LH, traducándose en ciclos irregulares.

Tres de los investigadores^{15,17,19} que estudiaron esta variable obtuvieron diferencias significativas en los grupos que realizaban ejercicio, ya fuese combinado o no con otras actuaciones. Esto mismo les ocurre a Palomba et al.³⁵, que

tras estudiar cómo afectan la dieta y el ejercicio aeróbico, ya sea separado como complementando ambos, la frecuencia menstrual presentó mejoras, pero no significativas entre grupos.

Solo en los artículos de Tiwari et al.¹⁸ y Nidhi et al.²³ aparecen mejoras significativas entre grupos. Aunque se debe tener en cuenta que Tiwari et al.¹⁸ utilizaron metformina, la cual tiene el efecto de disminuir la LH, los andrógenos y la progesterona, y restablecer ciclos menstruales³⁶, lo que podría alterar los resultados. En este sentido, Caro et al.³⁷ concluyen que hay una mejora en el al 37 ciclo menstrual en mujeres obesas con SOP con este fármaco.

En el artículo de Nidhi et al.³⁸ aparecen mejoras significativas que pueden estar relacionadas con el uso del yoga, como ocurre con Kanojia et al.³⁹ en su estudio sobre el yoga y la menstruación, en el que apreciaron que esta variable mejoraba con la realización de este tipo de ejercicio.

Las alteraciones hormonales desempeñan un papel importante en el SOP. Por lo que están presentes en todos los artículos en forma de parámetros a estudiar.

La variable hormonal que más se repite es la testosterona, estudiada en 7 artículos^{14,16,18-20,22,23}. Su disminución se aprecia en todos los grupos que realizan ejercicio, ya sean mujeres con SOP o sanas y sin distinción entre el tipo de actividad física realizada, a excepción del estudio de Hutchison et al.¹⁶. Esto mismo ocurre en el artículo de Thomson et al.⁴⁰, que estudia la testosterona en mujeres con SOP divididas en 3 grupos. Uno solo de dieta, otro de dieta y ejercicio aeróbico, y el último grupo realiza dieta y ejercicio aeróbico combinado con fuerza.

Una de las posibles causas de que no aparezcan diferencias con el ejercicio puede ser debido a la FCmáx alcanzada en las intervenciones. En un estudio Ribeiro et al.⁴¹ confirman que llegando a una FCmáx del 84% las participantes del estudio disminuían significativamente la concentración de testosterona en comparación con las que solo realizaban ejercicio aeróbico moderado.

Otras hormonas estudiadas son la FSH y la LH, como demuestra la investigación de de la Llata et al.⁴²; las mujeres que tienen SOP suelen tener concentraciones elevadas. Cuatro artículos^{15,19,20,38} estudian esta variable y en todos disminuye su concentración con la realización del ejercicio terapéutico, pero es solo en el de Nybacka et al.¹⁹ donde se aprecia mejora significativa entre grupos; esto puede ser debido a la realización de la dieta, ya que los otros 2 estudios solo realizaron ejercicio aeróbico. Y como corrobora Mavropoulos et al.⁴³ tras realizar dieta baja en hidratos de carbono durante 24 semanas, los sujetos disminuían la concentración de LH y FSH. Más recientemente, Paoli et al.⁴⁴ volvieron a reafirmar que mediante una dieta baja en hidratos de carbono dichas hormonas restablecen valores normales.

La PRL fue estudiada en 4 investigaciones^{15,20,22,23}; esta hormona suele estar elevada en el SOP, generando la anovulación. Además, según Aguilar Londoño et al.⁴⁵, es una neurohormona derivada del hipotálamo y de la pituitaria anterior, la cual se encuentra involucrada en la modulación de la respuesta inmunitaria durante el estrés físico, aumentando su concentración.

En los estudios de Nidhi et al. y Al-Eisa et al., el ejercicio aeróbico produjo una disminución los valores de PRL, coincidiendo con el estudio de el-Lithy et al.⁴⁶, que concluyeron

que el ejercicio aeróbico reduce los niveles de PRL. Sin embargo, en el artículo de Miranda et al.²⁰ se ha objetivado que tras la intervención existe un aumento de esta hormona, con respecto a sus niveles basales, en el grupo SOP y en comparación con el grupo control. Esto podría ser debido al que el tipo de ejercicio que se ha empleado es el de fuerza. Este tipo de ejercicio podría producir un incremento del estrés, provocando, por tanto, este aumento. De hecho, Carrasco Páez et al.⁴⁷ mostraron que existía una clara respuesta de PRL a la tensión psíquica en situaciones de alto esfuerzo, produciéndose aumentos en su concentración plasmática.

Finalmente, la HAM, que según Capece et al.⁴⁸ es un marcador de función ovárica reguladora del crecimiento folicular, desempeñando así un papel en la señal de retroalimentación negativa (los niveles de esta hormona suelen estar aumentados de 2 a 3 veces en el SOP), fue estudiada solo en 2 trabajos^{15,23}, teniendo una mejora en ambos estudios disminuyendo sus niveles. Con respecto a la publicación de Nidhi et al.²³, tuvo mejoras solo en el grupo yoga, y en el artículo de al-Eisa et al.¹⁵ mejoró tanto en el grupo de dieta como en la combinación con ejercicio. Apoyando estos los resultados, Nybacka et al.⁴⁹ investigaron si el ejercicio físico influye en los niveles séricos de la HAM en mujeres obesas con SOP. Teniendo como resultado una disminución de dicha hormona.

Otro grupo de variables estudiadas fueron la insulina y la glucosa. Ambas relacionadas entre sí, ya que la insulina es una hormona que permite que la glucosa en sangre pase a las células.

Estas 2 variables se estudian en 7 artículos^{14-16,18,20,22,49}; todos los sujetos, ya fuesen del grupo estudio o del grupo control, disminuyeron la concentración de ambas variables, pero sin mejora significativa; esto fue debido a que la disminución de la concentración iba a la par en ambos grupos. El tipo de ejercicio fue tanto aeróbico como de fuerza, con lo cual no hay diferencia en cuanto al tipo de actividad física. Así lo confirmaron Turan et al.⁵⁰ después de realizar un estudio con una intervención de ejercicio de fuerza; apreciaron esa disminución de insulina en ambos grupos, pero sin mejora significativa entre ellos. Al igual que Dalmazzo et al.⁵¹, que tanto un entrenamiento de intervalos de alta intensidad o resistencia producían una mejora relevante en cuanto a la relación insulina/glucosa dentro de cada grupo, pero sin diferencias entre ambas intervenciones.

Por último, tenemos un grupo de artículos en los que se analizan variables únicas. Los estudios genéticos han encontrado cambios estructurales en los cromosomas de estas pacientes, basados en la longitud del telómero, con resultados controvertidos. Existe relación inversa entre esta y la edad para todas las poblaciones. Sin embargo, se ha comprobado que en las pacientes con SOP la longitud de los telómeros está aumentada. Así Miranda et al.¹⁷ estudiaron el comportamiento de los telómeros tras una intervención de ejercicio aeróbico, concluyendo una disminución de los mismos, estos resultados coinciden con el trabajo de Ludlow y Roth⁵² que comprobaron que tras realizar actividad física los sujetos alcanzaban los valores adecuados de telómeros.

Lara et al.²¹ evaluaron la función sexual femenina y la depresión y la ansiedad; ambas mejoraron en los sujetos SOP que realizaron ejercicio de fuerza. Al igual que en Lopes et al.⁵³, que reportaron, tras una intervención de ejercicio

en mujeres con SOP, un resultado idéntico en estas variables. Salazar et al.⁵⁴ también obtuvieron una disminución de los síntomas depresivos y de ansiedad realizando ejercicio físico, tanto aeróbico como de fuerza.

Costa et al.¹⁴ estudiaron como influiría el ejercicio aeróbico progresivo en la calidad de vida, obteniendo mejoras en el grupo que realizó el ejercicio físico. Así lo confirman también Soto et al.⁵⁵, constatando una mejora significativa en la salud general y mental, así como la función física.

Por último, al-Eisa et al.¹⁵ son los únicos autores de esta revisión que estudiaron la función reproductiva y comprobaron que el entrenamiento aeróbico moderado durante 12 semanas tuvo un efecto positivo significativo en la mejora de las funciones reproductivas modulando la adiposidad, los niveles de adiponectina, la HAM y las hormonas de la fertilidad de las mujeres obesas infértiles con SOP. Esto coincide con la investigación de Mario et al.⁵⁶, que concluyen que la mejora de la resistencia a la insulina, inducida por la pérdida de peso y la práctica de ejercicio físico, beneficia la función reproductiva de las mujeres con SOP.

En resumen, parece que los programas de ejercicio aeróbico moderado diseñados para las diferentes investigaciones no parecen tener por sí solos efectos positivos sobre las variables antropométricas; sin embargo, sí se han obtenido buenos resultados con ejercicio a mayor intensidad o con ejercicios de fuerza. En cuanto al ciclo menstrual, este parece beneficiarse con el ejercicio ya que se han obtenido mejoras ya sea combinado con otras actuaciones o por separado. Y en cuanto a las variables hormonales, también parecen beneficiarse más con ejercicio de mayor intensidad o de fuerza.

Tal como se ha ido haciendo referencia a lo largo del presente trabajo, la principal limitación sería la baja calidad de los estudios incluidos.

Además, las intervenciones son muy variables, sin protocolos que incluyan conjuntamente hábitos de vida y dieta, y complementar el ejercicio aeróbico con el de fuerza.

Otro aspecto destacable es la posible interferencia en los resultados en aquellos estudios que han administrado cierto tipo de fármacos, no pudiendo atribuir el efecto totalmente al ejercicio terapéutico. Aunque, tal como se ha hecho referencia, la mayoría de los estudios excluían de sus muestras a las mujeres que tomaban medicación hormonal, fármacos para la pérdida de peso (como la metformina) y fármacos para depresión y ansiedad.

Conclusión

Se puede concluir que el ejercicio terapéutico, ya sea aeróbico, de fuerza o combinado, tiene beneficio en el SOP, especialmente en el nivel hormonal y en mejorar el ciclo menstrual. Sin embargo, no queda claro su efecto en las alteraciones metabólicas asociadas, tales como la obesidad y la resistencia a la insulina, apareciendo esta mejora cuando el ejercicio es combinado con dieta o fármacos como la metformina.

Analizando el tipo de ejercicio, parece que el ejercicio de fuerza tiene mayores aspectos positivos que el aeróbico en la relación de las variables, pero debemos tomar estos datos con cautela ya que fue un aspecto investigado en pocos estudios.

Financiación

Las autoras declaran que no se ha obtenido financiación ni pública ni privada para la realización de este trabajo.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses

Bibliografía

1. Ortiz-Flores AE, Luque-Ramírez M, Escobar-Morreale HF. Polycystic ovary syndrome in adult women. *Med Clin (Barc)*. 2019;152:450–7.
2. Obstetricia SE de G y. Estudio y tratamiento de la anovulación en el síndrome de ovarios poliquísticos (2017). *Prog Obstet Gineco*. 2017;60:505–16.
3. Mira DRA. Síndrome de ovario poliquístico. Teorías de su fisiopatología. *ByPC*. 2005;69:23.
4. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, Dokras A, Laven J, Moran L, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod*. 2018;33:1602–18.
5. Calvo MTM. Síndrome de ovario poliquístico (SOP). *Adolescerc*. 2016;4:20–31.
6. Teresa Sir P, Jessica Preisler R, Amiram Magendzo N. Síndrome de ovario poliquístico. diagnóstico y manejo. *Rev Med Clin Condes*. 2013;24:818–26.
7. Fonseca Villanea C. Síndrome de ovario poliquístico. *Rev Méd Sinerg*. 2018;3:9–15.
8. Gaitan ES. Actualización del manejo de síndrome de ovario poliquístico. *Rev Méd Sinerg*. 2019;4:322–32.
9. Fernández-Morales D, Sagot-Verdesia F. Uso de la metformina en pacientes con el síndrome del ovario poliquístico. *Acta Med Costarric*. 2007;49:140–6.
10. Fraison E, Kostova E, Moran LJ, Bilal S, Ee CC, Venetis C, et al. Metformin versus the combined oral contraceptive pill for hirsutism, acne, and menstrual pattern in polycystic ovary syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;8:CD005552.
11. Hall CM, Brody LT, González del Campo Román P. Ejercicio terapéutico: recuperación funcional. Badalona, Barcelona: Paidotribo; 2006.
12. Rad GM, Haghshenas FZ, Ebrahimi RN. Effect of eight weeks endurance training on ovarian androgens in women with polycystic ovary syndrome: Application of multivariate longitudinal models [Internet] [consultado 22 Oct 2021]. Disponible en: <https://sciexplore.ir/Documents/Details/921-293-703-638>.
13. Pericleous P, Stephanides S. Can resistance training improve the symptoms of polycystic ovary syndrome? *BMJ Open Sport Exerc Med* [Internet]. 2018 [consultado 22 Oct 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6109818/>.
14. Costa EC, Sá DEJCF, Stepto NK, Costa IBB, Farias-Junior LF, Moreira SDNT, et al. Aerobic training improves quality of life in women with polycystic ovary syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50:1357–66.
15. Al-Eisa E, Gabr SA, Alghadir AH. Effects of supervised aerobic training on the levels of anti-Müllerian hormone and adiposity measures in women with normo-ovulatory and polycystic ovary syndrome. *J Pak Med Assoc*. 2017;67:499–507.
16. Hutchison SK, Stepto NK, Harrison CL, Moran LJ, Strauss BJ, Teede HJ. Effects of exercise on insulin resistance and body composition in overweight and obese women with and without polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96:E48–56.

17. Roessler KK, Birkebaek C, Ravn P, Andersen MS, Glintborg D. Effects of exercise and group counselling on body composition and VO2max in overweight women with polycystic ovary syndrome. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2013;92:272–7.
18. Tiwari N, Pasrija S, Jain S. Randomised controlled trial to study the efficacy of exercise with and without metformin on women with polycystic ovary syndrome. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2019;234:149–54.
19. Nybacka Å, Carlström K, Ståhle A, Nyrén S, Hellström PM, Hirschberg AL. Randomized comparison of the influence of dietary management and/or physical exercise on ovarian function and metabolic parameters in overweight women with polycystic ovary syndrome. *Fertil Steril.* 2011;96:1508–13.
20. Miranda-Furtado CL, Ramos FKP, Kogure GS, Santana-Lemos BA, Ferriani RA, Calado RT, et al. A nonrandomized trial of progressive resistance training intervention in women with polycystic ovary syndrome and its implications in telomere content. *Reprod Sci.* 2016;23:644–54.
21. Lara LAS, Ramos FKP, Kogure GS, Costa RS, Silva de Sá MF, Ferriani RA, et al. Impact of physical resistance training on the sexual function of women with polycystic ovary syndrome. *J Sex Med.* 2015;12:1584–90.
22. Kogure GS, Miranda-Furtado CL, Silva RC, Melo AS, Ferriani RA, de Sá MFS, et al. Resistance exercise impacts lean muscle mass in women with polycystic ovary syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48:589–98.
23. Nidhi R, Padmalatha V, Nagarathna R, Amritanshu R. Effects of a holistic yoga program on endocrine parameters in adolescents with polycystic ovarian syndrome: A randomized controlled trial. *J Altern Complement Med.* 2013;19:153–60.
24. Pérttega-Díaz S, Pita-Fernández S. Revisión sistemática y metaanálisis (II). *Cad Aten Primaria.* 2005;12:166–71.
25. Gambineri A, Pasquali R. Resistencia a la insulina, obesidad y síndrome metabólico en el síndrome del ovario poliquístico. *Endocrinol Nutr.* 2006;53:41–55.
26. Orio F, Muscogiuri G, Giallauria F, Savastano S, Bottiglieri P, Tafuri D, et al. Oral contraceptives versus physical exercise on cardiovascular and metabolic risk factors in women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled trial. *Clin Endocrinol.* 2016;85:764–71.
27. Paolisso G, Amato L, Eccellente R, Gambardella A, Tagliamonte MR, Varricchio G, et al. Effect of metformin on food intake in obese subjects. *Eur J Clin Invest.* 1998;28:441–6.
28. Glueck CJ, Fontaine RN, Wang P, Subbiah MT, Weber K, Illig E, et al. Metformin reduces weight, centripetal obesity, insulin, leptin, and low-density lipoprotein cholesterol in nondiabetic, morbidly obese subjects with body mass index greater than 30. *Metabolism.* 2001;50:856–61.
29. Otta CF, Wior M, Iraci GS, Kaplan R, Torres D, Gaido MI, et al. Clinical, metabolic, and endocrine parameters in response to metformin and lifestyle intervention in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, and placebo control trial. *Gynecol Endocrinol.* 2010;26:173–8.
30. Scott D, Harrison CL, Hutchison S, de Courten B, Stepto NK. Exploring factors related to changes in body composition, insulin sensitivity and aerobic capacity in response to a 12-week exercise intervention in overweight and obese women with and without polycystic ovary syndrome. *PLoS One.* 2017;12:e0182412.
31. Marandi SM, Abadi NGB, Esfarjani F, Mojtahedi H, Ghasemi G. Effects of intensity of aerobics on body composition and blood lipid profile in obese/overweight females. *Int J Prev Med.* 2013;4:118–25.
32. Ramírez-Vélez R, González-Ruiz K, García S, Agredo-Zúñiga RA. Diferencias por sexo de la relación entre ejercicio de intensidad vigorosa vs. intensidad moderada y marcadores de riesgo de sobrepeso/obesidad en adultos saludables. *Endocrinol Nutr.* 2012;59:491–5.
33. Garay RM, González R, Añez R, Velasco M, Bermúdez V, Rojas J. Estudio piloto sobre el efecto de la metformina en la disminución de peso corporal en personas con obesidad grado I. *Arch Venez de Farmacol y Ter.* 2013;32:45–51.
34. Amiram Magendzo N. Anovulación y disfunción ovulatoria e infertilidad. *Rev Med Clin Condes.* 2010;21:377–86.
35. Palomba S, Giallauria F, Falbo A, Russo T, Oppedisano R, Tolino A, et al. Structured exercise training programme versus hypocaloric hyperproteic diet in obese polycystic ovary syndrome patients with anovulatory infertility: A 24-week pilot study. *Hum Reprod.* 2008;23:642–50.
36. metformina.pdf [Internet] [consultado 24 Mayo 2021]. Disponible en: <http://www.qualitat.cc/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/metformina.pdf>.
37. Caro C, Fuhrer J, Sáez R, Rubio V, Moreno L, Cumsille M. Efectos de la metformina en el síndrome de ovario poliquístico asociado a insulino resistencia. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2002;67:34–40.
38. Nidhi R, Padmalatha V, Nagarathna R, Ram A. Effect of a yoga program on glucose metabolism and blood lipid levels in adolescent girls with polycystic ovary syndrome. *Int J Gynaecol Obstet.* 2012;118:37–41.
39. Kanojia S, Sharma VK, Gandhi A, Kapoor R, Kukreja A, Subramanian SK. Effect of yoga on autonomic functions and psychological status during both phases of menstrual cycle in young healthy females. *J Clin Diagn Res.* 2013;7:213–9.
40. Thomson RL, Buckley JD, Moran LJ, Noakes M, Clifton PM, Norman RJ, et al. Comparison of aerobic exercise capacity and muscle strength in overweight women with and without polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;116:1242–50.
41. Ribeiro VB, Kogure GS, Lopes IP, Silva RC, Pedrosa DCC, de Melo AS, et al. Effects of continuous and intermittent aerobic physical training on hormonal and metabolic profile, and body composition in women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled trial. *Clin Endocrinol.* 2020;93:173–86.
42. de la Lla ES, Moraga-Sánchez MR, Romeu-Sarrió A, Ruiz IC. Proporción LH-FSH y síndrome de ovario poliquístico: ¿prueba olvidada o no útil? *Ginecol Obstet Mex.* 2016;84:84–94.
43. Mavropoulos JC, Yancy WS, Hepburn J, Westman EC. The effects of a low-carbohydrate, ketogenic diet on the polycystic ovary syndrome: A pilot study. *Nutr Metab.* 2005;2:1–5.
44. Paoli A, Mancin L, Giacona MC, Bianco A, Caprio M. Effects of a ketogenic diet in overweight women with polycystic ovary syndrome. *J Transl Med.* 2020;18:104.
45. Aguilar Londoño C, Zuluaga Zapata N, Patiño Grajales PJ, Caraballo Gracia D. Ejercicio y sistema inmune [Exercise and the immune system]. *Iatreia.* 2006;19:189–98.
46. El-Lithy A, el-Mazny A, Sabbour A, el-Deeb A. Effect of aerobic exercise on premenstrual symptoms, haematological and hormonal parameters in young women. *J Obstet Gynaecol.* 2015;35:389–92.
47. Carrasco Páez L, Villaverde Gutiérrez C, Mendoza Oltras C. Respuestas de prolactina al estrés inducido por un esfuerzo competitivo en natación. *Arch Med Deporte.* 2006;23:37–47.
48. Capece E, Pelanda M, Dicugno M, González de Sampaio E, Buongiorno G, Corazza N, et al. La hormona antimülleriana como marcador de función ovárica. *Rev Argent Endocrinol Metab.* 2016;53:106–13.
49. Nybacka Å, Carlström K, Fabri F, Hellström PM, Hirschberg AL. Serum antimüllerian hormone in response to dietary management and/or physical exercise in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome: secondary analysis of a randomized controlled trial. *Fertil Steril.* 2013;100:1096–102.
50. Turan V, Mutlu EK, Solmaz U, Ekin A, Tosun O, Tosun G, et al. Benefits of short-term structured exercise in non-overweight women with polycystic ovary syndrome: a prospective randomized controlled study. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:2293–7.

51. Dalmazzo V, Ponce Á, Delgado-Floody P, Carrasco-Alarcón V, Martínez-Salazar C. Efectos del ejercicio físico intervalado en la mejora del control glicémico de adultos obesos con insulinoresistencia. *Nutr Hosp*. 2019;36:578–82.
52. Ludlow AT, Roth SM. Physical activity and telomere biology: exploring the link with aging-related disease prevention. *J Aging Res*. 2011;2011:1–12.
53. Lopes IP, Ribeiro VB, Reis RM, Silva RC, Dutra de Souza HC, Kogure GS, et al. Comparison of the effect of intermittent and continuous aerobic physical training on sexual function of women with polycystic ovary syndrome: Randomized controlled trial. *J Sex Med*. 2018;15:1609–19.
54. Salazar CFD, Aguilera ETM, Bolívar LAR, Parra WAV. Efectos del ejercicio físico sobre la depresión y la ansiedad. *Rev Colomb Rehabilit*. 2019;18:128–45.
55. Soto M del V, Saborit JAP, Hernández PN, Suárez PCM, Fernández LR. Impacto de las estrategias de ejercicio físico en la CVRS de adultos sedentarios. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*. 2016;16:739–56.
56. Mario FM, Graff SK, Spritzer PM. Habitual physical activity is associated with improved anthropometric and androgenic profile in PCOS: A cross-sectional study. *J Endocrinol Invest*. 2017;40:377–84.