

Vpliv telesne vadbe na ženske s sindromom policističnih jajčnikov

Effects of exercise on women with polycystic ovary syndrome

Janja Tekavc¹, Darija Ščepanović^{1,2}

IZVLEČEK

Izhodišča: Sindrom policističnih jajčnikov (PCOS) je pogosta endokrina bolezen žensk, ki jo označuje množica različnih simptomov, zaradi katerih je lahko kakovost življenja pacientk močno zmanjšana. Sodobno zdravljenje PCOS vse bolj poudarja pomen zdravega življenjskega sloga pri obvladovanju pojavnosti simptomov. Namen prispevka je bil na podlagi pregleda literature ugotoviti, kakšni so učinki redne telesne dejavnosti na pojavnost simptomov pri pacientkah s PCOS. **Metode:** Literaturo smo iskali s pomočjo elektronskih baz BioMed, Ebscohost, Pedro, ScienceDirect, GoogleScholar, PubMed in Medline. Iskanje literature je bilo omejeno na besedila v angleškem in slovenskem jeziku ter na časovno obdobje od januarja 2005 do februarja 2013. Vključene raziskave smo poiskali s pomočjo elektronskih baz na podlagi izbranih ključnih besed ter vključitvenih kriterijev. **Rezultati:** V pregled literature smo na podlagi vključitvenih in izključitvenih kriterijev vključili 11 raziskav, v katerih so preučevali učinkovitost telesne dejavnosti na zmanjšanje srčno-žilnih in dihalnih, metabolnih, reproduktivnih, hormonalnih in psiholoških simptomov pri pacientkah s sindromom policističnih jajčnikov. Rezultati vseh raziskav kažejo na to, da redna telesna dejavnost prinaša za pacientke številne ugodne učinke in zmanjšuje pojavnost simptomov sindroma. **Zaključki:** Redna telesna dejavnost je pomemben in učinkovit način zdravljenja sindroma policistični jajčnikov in lahko močno pripomore k boljši kakovosti življenja pacientk s to boleznijo.

Ključne besede: sindrom policističnih jajčnikov, kakovost življenja, telesna dejavnost.

ABSTRACT

Background: Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a frequent endocrine disorder in women characterized by the presence of different symptoms which significantly impact patients' quality of life. The purpose of this paper was to investigate what based on a literature review what effects regular physical activity has on women with PCOS and the presence of their symptoms. **Methods:** Different databases (BioMed, Ebscohost, Pedro, ScienceDirect, GoogleScholar, PubMed, and Medline) were searched for articles that matched inclusion criteria and selected keywords. Literature search was limited on articles in English and Slovene which were published between January 2005 and February 2013. **Results:** Based on the inclusion and exclusion criteria 11 trials were identified which investigated efficiency of physical exercise on cardio-respiratory, metabolic, reproductive, and psychological measures in women with PCOS. The studies' results indicate that regular physical activity brings multiple positive effects to women with PCOS and lowers the presence of symptoms. **Conclusions:** Regular physical activity represents an important and effective way of managing PCOS and can significantly improve patients' quality of life.

Key words: polycystic ovary syndrome, quality of life, physical activity.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

² Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ginekološka klinika, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Janja Tekavc, univ. dipl. psih., dipl. fiziot.; e-pošta: janja.tekavc@gmail.com

Prispelo: 03.04.2013

Sprejeto: 14.06.2013

UVOD

Sindrom policističnih jajčnikov (v nadaljevanju PCOS) je izjemno pogosta motnja v zdravju žensk, saj prizadene od 4 do 12 odstotkov žensk v njihovi reproduktivni dobi (1). Klinična slika PCOS je zelo pestra in lahko obsega simptome, kot so neplodnost, težave v nosečnosti, debelost, metabolni sindrom, inzulinska rezistenca, povečano število rizičnih dejavnikov za bolezni srca in ožilja, hirsutizem, akne, plešavost in psihološke težave, med katerimi sta najbolj pogosti depresivnost in slaba telesna samopodoba (2, 3).

Za nastanek PCOS je najbolj odgovorno hormonsko neravnovesje v telesu, ki povzroča povečano količino androgenih hormonov (hiperandrogenizem) in/ali inzulinsko rezistenco (2). Tesno povezana z inzulinsko rezistenco je debelost, ena izmed glavnih značilnosti sindroma. Približno 44 odstotkov pacientk s PCOS ima namreč preveliko telesno težo (4). Ženske s PCOS so tudi skupina s povečanim tveganjem za zgodnji razvoj srčno-žilnih bolezni, saj se poleg debelosti pri njih pogosteje pojavljajo dislipidemija (mejne ali visoke vrednosti lipidov v krvi), povečane vrednosti trigliceridov in LDL-holesterola v krvi ter zmanjšane vrednosti HDL-holesterola v krvi, hipertenzija in zgodnja ateroskleroza (2, 5). Glede na širok spekter težav, povezanih s PCOS, ni presenetljivo, da je sindrom povezan z upadom splošne kakovosti življenja pacientk (6).

Obravnava in zdravljenje PCOS sta tradicionalno usmerjena v odpravljanje težav, zaradi katerih pacientka obiše svojega zdravnika. Največkrat so to menstrualne motnje, neplodnost in hiperandrogenizem. Z naraščanjem zavedanja o dolgoročnih posledicah PCOS pa postaja vse bolj jasno, da cilj zdravljenja ne sme biti le odpravljanje kratkoročnih simptomov, temveč zgodnje odkrivanje sindroma, celostno zdravljenje in preprečevanje dolgoročnih zapletov, kot so metabolne in kardiovaskularne bolezni (7). Za vsako pacientko s PCOS je tako priporočljiva sprememba načina življenja, ki vključuje primerno dieto, redno telesno vadbo, izgubo telesne teže in ukinitvev kajenja (8). Čeprav zdravstvena strokovna javnost vse bolj poudarja pomen spremembe življenjskega sloga, ki naj vključuje primerno prehrano in redno telesno dejavnost, je učinek telesne dejavnosti na intenzivnost in pogostost

pojavljanja simptomov PCOS še vedno malo znan. Zato je namen prispevka na podlagi pregleda literature ugotoviti, kakšni so učinki redne telesne dejavnosti na pojavnost simptomov pri pacientkah s PCOS.

METODE

Literaturo smo iskali z elektronskimi zbirkami BioMed, Ebscohost, Pedro, ScienceDirect, GoogleScholar, PubMed in Medline. Iskanje literature je bilo omejeno na besedila v angleškem in slovenskem jeziku ter na časovno obdobje od januarja 2005 do februarja 2013. Vključitveni kriteriji za raziskave so bili (i) randomizirane kontrolirane raziskave; (ii) raziskave brez kontrolne skupine; (iii) raziskave, ki so preučevale učinek telesne vadbe na pacientke s PCOS; (iv) raziskave, v katerih so bile vzorec ženske pred nastopom menopavze. Pri iskanju so bile uporabljene te besede in besedne zveze: polycystic ovary syndrom, PCOS, treatment, exercise, lifestyle modification, sindrom policističnih jajčnikov, zdravljenje, telesna dejavnost, sprememba življenjskega sloga.

REZULTATI

Našli in pregledali smo 42 raziskav, od katerih smo jih glede na vključitvene kriterije v pregled literature vključili 11 (6, 9–18). Pet raziskav je bilo randomiziranih kontroliranih (6, 9, 10, 11, 12, 15), preostale (13, 14, 16–18) so bile raziskave brez kontrolne skupine. Vzorec raziskav je vključeval ženske v njihovi reproduktivni dobi. Najnižja starost udeleženk je bila 18 let (6, 10–13), najvišja pa 50 let (12).

Tabela 1 povzema število udeleženk v raziskavi, opis in trajanje intervencije ter kardiometabolne, reproduktivne, hormonalne in psihološke rezultate intervencij.

Vse raziskave so za intervencijo uporabile aerobno vrsto telesne dejavnosti, in sicer vadbo na cikloergometru in tekalni stezi oziroma hitro hojo, dve raziskavi (12, 18) pa nista natančno opredelili vrste aerobne telesne vadbe. Program telesne vadbe je trajal od 8 do 24 tednov, potekala pa je trikrat na teden.

Tabela 1: Pregled raziskav o vplivu telesne vadbe na pojavnost simptomov PCOS

Raziskava	Udeleženske	Intervencija	Trajanje intervencije	Kardiometabolni rezultati	Reprodukтивni rezultati	Hormonalni rezultati	Psihološki rezultati
Randeva in sod. (9)	<i>n</i> 21 vadba (<i>n</i> 12) KS (<i>n</i> 9)	Program hitre hoje vsaj trikrat na teden od 20 do 60 minut	24 tednov	↑ VO_{2max} ↓ ROPB – ITM, inzulin, lipidi		↓ plazemskega homocisteina	
Orio in sod. (13)	<i>n</i> 64	Vadba na CERG, trikrat na teden od 30 do 40 minut, od 60 do 70 % VO_{2max}	24 tednov	↑ VO_{2max} ↓ ITM ↓ HDL, LDL, trigliceridi ↓ inzulin			
Vigorito in sod. (10)	<i>n</i> 90 vadba (<i>n</i> 45) KS (<i>n</i> 45)	Vadba na CERG, trikrat na teden od 30 do 40 minut, od 60 do 70 % VO_{2max}	12 tednov	↑ VO_{2max} ↓ ITM, ROPB – lipidi, glukoza ↓ inzulin, IR	↑ v normalnih menstrualnih cikliih		
Giallauria in sod. (11)	<i>n</i> 124 vadba (<i>n</i> 62) KS (<i>n</i> 62)	Vadba na CERG, trikrat na teden 30 minut, od 60 do 70 % VO_{2max}	12 tednov	↑ VO_{2max} ↓ ITM, ROPB – lipidi, glukoza, krvni tlak ↓ inzulin, IR			
Liao in sod. (6)	<i>n</i> 23 vadba (<i>n</i> 12) KS (<i>n</i> 11)	Program hitre hoje trikrat na teden vsaj 20 minut	24 tednov	↑ VO_{2max} – ITM ↓ ROPB			↑ telesna samopodoba
Brown in sod. (12)	<i>n</i> 20 vadba (<i>n</i> 8) KS (<i>n</i> 12)	Aerobna vadba, od 40 do 60 % VO_{2max} , povprečno 228 minut na teden	20 tednov	↑ VO_{2max} – ITM, ROPB – inzulin, glukoza, IR			
Hutchinson in sod. (14)	<i>n</i> 34	Vadba na TS, trikrat na teden po 60 minut, 70 % VO_{2max}	12 tednov	↓ ROPB ↓ IR ↓ trigliceridi			
Moran in sod. (15)	<i>n</i> 15	Vadba na tekalni stezi, trikrat na teden po 60 minut, od 60 do 70 % VO_{2max}	12 tednov	↓ ITM ↓ maščobe v telesu ↓ IR		↑ količina ovarijskih hormonov	
Harrison in sod. (16)	<i>n</i> 33	Vadba na TS, trikrat na teden po 60 minut, 70 % VO_{2max}	12 tednov	↑ VO_{2max} ↓ IR			
Roessler in sod. (17)	<i>n</i> 17	Visoko intenzivna aerobna vadba (CERG in TS) trikrat na teden po 60 minut	8 tednov	↑ VO_{2max} ↓ ITM, ROPB			
Sprung in sod. (18)	<i>n</i> 6	Zmerno intenzivna aerobna vadba (30 % MSU) trikrat na teden po 30 minut (1.– 11. teden); petkrat na teden po 45 minut (60 % MSU) (12.–16. teden)	16 tednov	↑ VO_{2max} ↑ kožno mikrovaskularno delovanje			

– brez spremembe; ↑ – povišanje; ↓ – znižanje; CERG – cikloergometer; IR – inzulinska rezistenca; ITM – indeks telesne mase; KS – kontrolna skupina; MSU – maksimalni srčni utrip; ROPB – razmerje obsega pasu in bokov; TS – tekalna steza; VO_{2max} – maksimalna poraba kisika

Izjema sta bili le raziskavi Brownove in sodelavcev (12), v kateri avtorji niso določili frekvence telesne vadbe, ter Sprungove in sodelavcev (18), v kateri so udeleženke začele vadbo trikrat na teden, po 11 tednih pa nadaljevale vadbo petkrat na teden. Posamezna vadba v vsaki izmed raziskav je trajala od 20 do 60 minut, pri čemer raziskava Brownove in sodelavcev (12) ne navaja točnega trajanja posamezne vadbe. Intenzivnost vadbe ni bila posebej določena v dveh raziskavah (6, 9), preostale raziskave pa so udeleženkam določevale zmerno (10–16, 18) oziroma zelo intenzivno vadbo (16, 17).

Raziskovalci so za merjenje izidov uporabile različne kazalnike, ki smo jih razvrstili v skupine: srčno-žilni in dihalni parametri (VO_{2max} , lipidi v krvi, trigliceridi v krvi, HDL, LDL), metabolni (ITM, razmerje obsega pasu in bokov, delež maščobnega tkiva v telesu, inzulin v krvi, glukoza v krvi, inzulinska rezistenca), reproduktivni (število menstrualnih ciklov), hormonalni (ovarijski hormoni, plazemski homocistein) in psihološki parametri (telesna samopodoba). Med srčno-žilnimi in dihalnimi parametri je pod vplivom redne telesne vadbe pri pacientkah s PCOS prišlo do povišanja VO_{2max} (6, 9–13, 16–18), upada količine trigliceridov v krvi (13, 14); HDL in LDL v krvi (13). V nobeni izmed raziskav se ni pod vplivom redne telesne vadbe spremenila količina lipidov v krvi. Med metabolnimi parametri je ITM pod vplivom redne telesne vadbe pri pacientkah s PCOS upadel v petih raziskavah (10, 11, 13, 15, 17), v treh pa je ostal nespremenjen (6, 9, 12). Razmerje obsega pasu in bokov se je znižalo v šestih raziskavah (6, 9–11, 14, 17), v eni (12) pa je ostalo nespremenjeno. Pod vplivom telesne vadbe je prišlo do upada deleža maščobnega tkiva v telesu v eni izmed raziskav (15), druge raziskave pa tega parametra niso merile. Izmerjeni inzulin pri pacientkah s PCOS je upadel v treh raziskavah (10, 11, 13), v dveh je ostal nespremenjen (9, 12). Podobno je inzulinska rezistenca upadla v petih raziskavah (10, 11, 14–16), v eni pa je ostala nespremenjena (12). V nobeni izmed treh raziskav, ki so primerjale rezultate vrednosti glukoze v krvi (10–12), ni prišlo do njenega upada.

Reproduktivne parametre je merila le ena izmed vključenih raziskav (10), in sicer je pod vplivom

redne telesne vadbe pri pacientkah s PCOS prišlo do povečanja števila normalnih menstrualnih ciklov. Med hormonalnimi parametri so v eni raziskavi (9) ugotovili upad plazemskega homocisteina pod vplivom redne telesne vadbe, v drugi (15) pa povečanje količine ovarijskih hormonov. Spremembe v psiholoških parametrih pri pacientkah s PCOS je spremljala le ena raziskava (6); ugotovili so, da se je pri pacientkah s PCOS, ki so izvajale redno telesno vadbo, njihova telesna samopodoba izboljšala.

RAZPRAVA

Sindrom policističnih jajčnikov je pogosto prisotna endokrini bolezen žensk v njihovi reproduktivni dobi, pa tudi v menopavzi. Sodobna medicina pri zdravljenju PCOS vse bolj poudarja pomen spremembe življenjskega sloga, ki vključuje primerno prehrano in redno telesno vadbo (10). Ker gre za razmeroma sodoben pogled na zdravljenje pacientk s PCOS, je bila večina raziskav na tem področju opravljena šele v zadnjem desetletju. S pregledom literature smo želeli ugotoviti, kako redna telesna dejavnost vpliva na pojavnost simptomov pri pacientkah s PCOS.

V pregled literature je bilo vključenih 11 raziskav o učinkih redne telesne dejavnosti kot enem izmed načinov zdravljenja pacientk s PCOS. V raziskavah so spremljali pojavnost različnih parametrov, značilnih za PCOS, in iz njihovega spreminjanja med programom telesne vadbe in po njegovem koncu sklepali o učinkovitosti redne telesne vadbe na pojavnost simptomov PCOS. Telesna dejavnost je bila v vseh vključenih raziskavah aerobna. Večinoma je potekala v pogojih, v katerih so udeleženke lahko nadzorovale intenzivnost telesne aktivnosti (na cikloergometru oziroma tekočem traku). Ta je bila v večini primerov zmerna in podana v enotah VO_{2max} . Program telesne vadbe je navadno trajal 12 tednov, udeleženke pa so vadbo izvajale v povprečju 30 minut trikrat na teden.

Raziskave so se pri ugotavljanju učinkovitosti telesne vadbe na pacientke s PCOS osredotočile zgolj na nekaj simptomov oziroma parametrov. Zaradi preglednosti smo merjene parametre združili v naslednje skupine: srčno-žilni in dihalni, metabolni, reproduktivni, hormonalni in psihološki

parametri. Najpogosteje merjeni parametri so bili iz skupine srčno-žilnih, dihalnih in metabolnih parametrov: VO_{2max} , ITM, razmerje obsega pasu in bokov, inzulinska rezistenca in količina inzulina. Ne preseneča, da se je večina raziskav osredotočila prav na te parametre, saj je inzulinska rezistenca prisotna pri večini pacientk s PCOS in zato pogosto tarča zdravljenja PCOS (2). Stanje inzulinske rezistence se s pridobivanjem (prevelike) telesne teže slabša, tako inzulinska rezistenca kot prevelika telesna teža pa vplivata tudi na razvoj drugih zapletov PCOS (19, 20). Smiselno se torej zdi, da je temeljni način zdravljenja PCOS sprememba načina življenja z uvedbo diete in redno telesno aktivnostjo. Večina vključenih raziskav, ki je spremljala učinke redne telesne vadbe na kardiometabolične parametre pri pacientkah s PCOS, je pokazala pomembno znižanje inzulinske rezistence kot posledico redne telesne dejavnosti. Zaradi zvišanja VO_{2max} pri pacientkah lahko sklepamo, da se je njihova telesna pripravljenost na podlagi redne aerobne telesne vadbe izboljšala. Prav tako je večina pacientk s PCOS med programom telesne vadbe znižala svoj ITM ter razmerje obsega pasu in bokov. Skladno z ugotovitvami o povezanosti med inzulinsko rezistenco in preveliko telesno težo (19, 21) je večina raziskav, ki je spremljala inzulinsko rezistenco pri pacientkah s PCOS, merila tudi katerega izmed pokazateljev prevelike telesne teže (ITM, razmerje med obsegom pasu in bokov, količina maščob v telesu). V vseh primerih se je pokazala zveza med inzulinsko rezistenco in preveliko telesno težo: v primerih, ko je na podlagi redne telesne vadbe prišlo do znižanja kazalnikov prevelike telesne teže, se je pacientkam znižala tudi inzulinska rezistenca.

Raziskav, ki so spremljale vpliv telesne vadbe na reprodukcijske, hormonalne in psihološke parametre, je bilo razmeroma malo. Vse, sicer randomizirane kontrolirane klinične študije, so pokazale ugoden vpliv redne telesne vadbe na vzpostavljanje normalnih menstrualnih ciklov, hormonsko sliko in telesno samopodobo pacientk.

SKLEP

Namen pregleda literature je bil ugotoviti, kako redna telesna dejavnost vpliva na pojavnost simptomov PCOS. Ugotovitve po pregledanih raziskavah kažejo, da že zmerno intenzivna

aerobna vadba trikrat na teden po približno 30 minut ugodno vpliva na pojavnost sindroma: znižuje ITM pacientk, uravnava vrednost HDL, LDL in trigliceridov v krvi, izboljšuje količino prostega inzulina v krvi, izboljšuje inzulinsko občutljivost in reproduktivne funkcije ter pozitivno vpliva na psihološko stanje pacientk. Opisani rezultati kažejo na to, da ima fizioterapevt s svojim znanjem o telesni dejavnosti pomembno vlogo v procesu zdravljenja PCOS. Tako naj bi uspešno zdravljenje PCOS poleg drugih zdravstvenih delavcev in sodelavcev vključevalo tudi fizioterapevta, ki lahko s predpisovanjem in vodenjem primerne telesne dejavnosti za pacientke s PCOS pripomore k zmanjšanju pojavnosti simptomov omenjenega sindroma in bistveno vpliva na kakovost življenja pacientk. Čeprav vse pregledane raziskave kažejo na pozitivne učinke, ki jih ima redna telesna dejavnost na kakovost življenja pacientk s PCOS, je bila večina raziskav omejenih z majhnim številom oseb v vzorcu, odsotnostjo kontrolne skupine in razmeroma kratkim časom trajanja intervencijskega programa telesne dejavnosti. Potrebne so nadaljne randomizirane kontrolirane raziskave na večjem vzorcu žensk, ki bi ugotovljale učinke redne telesne dejavnosti na pojavnost simptomov PCOS. Še vedno ostajajo odprta vprašanja, kot so: kakšen naj bo optimalen program telesne dejavnosti za pacientke s PCOS, kako telesno dejavnost prilagoditi posameznim skupinam pacientk s PCOS, kot so na primer pacientke s kardiovaskularnimi boleznimi.

LITERATURA

1. Avery JC, Braunack-Mayer AJ (2007). The information needs of women diagnosed with polycystic ovarian syndrome – implications for treatment and health outcomes. *BMC Women's health* 7 (9): 1472–82.
2. Teede H, Deeks A, Moran L (2010). Polycystic ovary syndrome: a complex condition with psychological, reproductive and metabolic manifestations that impacts on health across the lifespan. *BMC Medicine* 8 (41): 1–10.
3. Khademi A, Alleyassin A, Aghahosseini M, Tabatabaefar L, Amini M (2007). The effect of exercise in PCOS women who exercise regularly. *Asian J Sports Med* 1 (1): 35–40.
4. Carmina E, Lobo A (1999). Polycystic ovary syndrome (PCOS): Arguably the most common endocrinopathy is associated with significant

- morbidity in women. *J Clin Endocrinol Metab* 84 (1): 1897–99.
5. Himelein MJ, Thatcher S (2009). Diagnosis and management of polycystic ovary syndrome: psychological issues and their treatment. New York: Springer Science+Business Media, 181–7.
 6. Liao LM, Nestic J, Chadwick PM, Brooke-Wavell K, Prelevic GM (2008). Exercise and body image distress in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome: A pilot investigation. *Gynecol Endocrinol* 24 (10): 555–61.
 7. Harwood K, Vuguin P, DiMartino-Nardi J (2007). Current approaches to the diagnosis and treatment of polycystic ovarian syndrome in youth. *Horm Res* 68 (1): 209–17.
 8. Cheung LP (2008). Polycystic ovary syndrome: Not only a gynaecological disease. *JPOG* 34 (2): 125–32.
 9. Randeve HS, lewandowski KC, Drzewoski J, Brooke-Wavell K, Callaghan C, Czupryniak L, Hillhouse EW, Prelevic G (2002). Exercise decreases plasma total homocysteine in overweight young women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 87 (10): 4496–501.
 10. Vigorito C, Giallauria F, Palomba S, Cascella T, Manguso F, Lucci R, Lorenzo A, Tafuri D, Lombardi G, Colao A, Orio F (2007). Beneficial effects of a three-month structured exercisetaining program on cardiopulmonary functional capacity in young women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 92 (4): 1379–84.
 11. Giallauria F, Palomba S, Maresca L, Vuolo L, Tafuri D, Lombardi D, Colao A, Vigorito C, Orio F (2008). Exercise training improves autonomic function and inflammatory pattern in women with polycystic ovary syndrome (PCOS). *Clin Endocrinol* 69 (1): 792–98.
 12. Brown AJ, Setji TL, Sanders LL, Lowry KP, Otvos JD, Kraus WE, Svetkey LP (2009). Effects of exercise on lipoprotein particles in women with polycystic ovary syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 41 (3): 497–504.
 13. Orio F, Giallauria F, Palomba S, Manguso F, Orio M, Tafuri D, Lombardi G, Carmina E, Colao A, Vigorito C (2007). Metabolic and cardiopulmonary effects of detraining after a structured exercise training programme in young PCOS women. *Clin Endocrinol* 68 (1): 976–81.
 14. Hutchison SK, Teede HJ, Rachoń D, Harrison CL, Strauss BJ, Stepto NK (2011). Effect of exercise training on insulin sensitivity, mitochondria and computed tomography muscle attenuation in overweight women with and without polycystic ovary syndrome. *Diabetologia* 55(5): 1424–34.
 15. Moran LJ, Harrison CL, Hutchison SK, Stepto NK, Strauss BJ, Teede HJ (2011). Exercise decreases anti-müllerian hormone in anovulatory overweight women with polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Horm Metab Res* 43(13): 977–9.
 16. Harrison CL, Stepto NK, Hutchison SK, Teede HJ (2012). The impact of intensified exercise training on insulin resistance and fitness in overweight and obese women with and without polycystic ovary syndrome. *Clin Endocrinol* 76(3): 351–7.
 17. Roessler KK, Birkebaek C, Ravn P, Andersen MS, Glintborg D (2013). Effects of exercise and group counselling on body composition and VO_{2max} in overweight women with polycystic ovary syndrome. *Acta Obstet Gynecol Scand* 92 (3): 272–7.
 18. Sprung VS, Cuthbertson DJ, Pugh CJ, Daousi C, Atkinson G, Aziz NF, Kemp GJ, Green DJ, Cable NT, Jones H. (2013). Nitric oxide-mediated cutaneous microvascular function is impaired in polycystic ovary syndrome but can be improved by exercise training. *J Physiol* 591(6): 1475–87.
 19. Thomson R, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM, Norman RJ, Brinkworth GD (2008). The effect of a hypocaloric diet with and without exercise training on body composition, cardiometabolic risk profile, and reproductive function in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 93 (1): 3373–80.
 20. Ketel IJ, Coen DA, Stenhouwer A (2008). Obese but not normal-weight women with polycystic ovary syndrome are characterized by metabolic and microvascular insulin resistance. *J Clin Endocrinol Metab* 93 (9): 3365–72.
 21. Georgopoulos NA, Kandarakis E, Panidis D (2009). Diagnosis and management of polycystic ovary syndrome: Hyperandrogenism in PCOS. New York: Springer Science+Business Media, 105–10.