

Labordiagnostische Untersuchungen beim polyzystischen Ovarialsyndrom (PCOS)/ polyendokrinen metabolischen Ovarialsyndrom (PMOS)

Autor: Dr. rer. nat. Wolfgang Bayer

Medizinisch verantwortlich: Prof. Dr. med. MSc. Matthias Willmann

Einleitung

Das polyzystische Ovarialsyndrom (PCOS) ist die häufigste endokrine Erkrankung bei Frauen im reproduktiven Alter. Je nach verwendeten Diagnosekriterien sind in Deutschland schätzungsweise 5–18 % der Frauen betroffen. Da die Beschwerden sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können, bleibt PCOS häufig lange unerkannt. Die Erkrankung manifestiert sich meist zwischen dem 15. und 25. Lebensjahr.

Grundlage der Diagnosestellung sind die Rotterdam-Kriterien (Wang and Mol, 2017). Ergänzend stehen internationale Leitlinien (Christ and Cedars, 2023; Teede et al., 2023) sowie die deutsche S2k-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie zur Verfügung (DGE, 2024). Die Diagnose wird gestellt, wenn mindestens zwei der folgenden drei Kriterien vorliegen:

- Klinischer und/oder biochemischer Hyperandrogenismus
- Ovulatorische Dysfunktion mit Oligo- oder Anovulation beziehungsweise Zyklusstörungen
- Polyzystische Ovarmorphologie in der Sonographie. Eine erhöhte AMH-Konzentration kann unterstützend sein, ist allein jedoch nicht ausreichend für die Diagnosestellung

Vor der Diagnosestellung müssen relevante Differenzialdiagnosen ausgeschlossen werden. PCOS bleibt daher eine Ausschlussdiagnose.

Neben Zyklusstörungen, eingeschränkter Fertilität, Hirsutismus und Akne treten häufig weitere Veränderungen auf. Dazu gehören Hyperandrogenismus, erhöhte AMH-Werte, Hyperinsulinämie und Insulinresistenz. Assoziierte Risiken sind unter anderem Übergewicht, metabolisches Syndrom, Typ-2-Diabetes, Dyslipidämie, Hypertonie, kardiovaskuläre Erkrankungen, Fettleber, Schlafapnoe, Hashimoto-Thyreoiditis und Depressionen (Dzienny and Seifer, 2025). Bei adipösen Frauen kann die PCOS-Prävalenz bis zu 20 % betragen. Umgekehrt sollte bei prämenopausalen Frauen mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes an ein PCOS gedacht werden.

Um die metabolische Komponente stärker zu betonen, erfolgte 2026 eine internationale Umbenennung in das polyendokrine metabolische Ovarialsyndrom (PMOS). Der neue Name soll bis 2028 vollständig implementiert sein (Teede et al., 2026, DDG, 2026). Für den restlichen Text wird für eine vereinfachte Lesbarkeit die ältere und gängigere Bezeichnung PCOS weiterhin verwendet.



Foto: KI generiert

Die Labordiagnostik sollte stufenweise und indikationsbezogen erfolgen. Im Vordergrund stehen hormonelle Untersuchungen, Parameter des Glukose- und Lipidstoffwechsels sowie die Erfassung assoziierter Risiken. Fettsäurestatus und die Darmmikrobiota können bei entsprechender Anamnese und Nachweis einer stillen Entzündung ergänzend untersucht werden. Die Ergebnisse können Ansatzpunkte für Lebensstilmaßnahmen, eine gezielte Substitution oder weitere Therapien liefern.

Hormonelle Basisdiagnostik und Differenzialdiagnosen

Bei Verdacht auf PCOS werden folgende hormonelle Untersuchungen empfohlen (Bendarska-Czerwinska et al., 2023; Christ and Cedars, 2023; DGE, 2024):

Laborparameter	Untersuchungsziel und Zeitpunkt
LH, FSH und Östradiol (E2)	Zyklustag 2–5, Einordnung von Zyklusstörungen und ovarieller Funktion
Progesteron	Etwa 7 Tage vor der erwarteten Menstruation. Hinweis auf stattgefundene Ovulation
Testosteron, SHBG, DHEA-S und Androstendion	Nachweis und Differenzierung eines biochemischen Hyperandrogenismus
Prolaktin	Ausschluss einer Hyperprolaktinämie beziehungsweise eines Prolaktinoms
17-Hydroxyprogesteron	Ausschluss eines androgenitalen Syndroms
Anti-Müller-Hormon (AMH)	Surrogat für eine polyzystische Ovarmorphologie. Nicht allein zur Diagnosestellung geeignet und bei Jugendlichen nicht einzusetzen.
TSH, fT3, fT4 und Anti-TPO	Beurteilung der Schilddrüsenfunktion. Bei Auffälligkeiten gegebenenfalls weitere Schilddrüsen-Autoantikörper.

Tabelle 1

Schilddrüsenerkrankungen sind bei PCOS besonders relevant. In mehreren Studien lag die Prävalenz einer Hashimoto-Thyreoiditis bei etwa 22–27 % und damit ungefähr dreimal höher als bei gesunden Vergleichsgruppen. Auch subklinische Hypothyreosen treten häufiger auf (Anusha et al., 2024; Fan et al., 2023; Kwiatkowski et al., 2025; Rojhani et al., 2023). Die S2k-Leitlinie empfiehlt deshalb bei PCOS ein Screening auf Hashimoto-Thyreoiditis und umgekehrt bei Hashimoto-Thyreoiditis ein Screening auf PCOS (DGE, 2024).

Übergewicht, metabolisches Syndrom und Diabetes

Übergewicht und Adipositas treten häufig gemeinsam mit PCOS auf und können reproduktive, metabolische und kardiovaskuläre Risiken gegenseitig verstärken (Amiri et al., 2024). Etwa 60–80 % der Patientinnen sind übergewichtig oder adipös. 20–40 % haben ein sogenanntes „lean PCOS“ bei normalem Körpergewicht. Das klinische Bild ist grundsätzlich vergleichbar, bei Adipositas jedoch häufig stärker ausgeprägt (Toosy et al., 2018). Adipositas verstärkt insbesondere Insulinresistenz, Hyperandrogenämie und Menstruationsstörungen (Detti et al., 2015). Umgekehrt können PCOS-assoziierte hormonelle und metabolische Veränderungen eine Gewichtszunahme und ungünstige Lipidprofile begünstigen (Bila et al., 2025).

Eine Meta-Analyse zeigte bei Frauen mit PCOS im Vergleich zu Frauen ohne PCOS ein 1,75-fach erhöhtes Hypertonierisiko, ein etwa 1,4-fach erhöhtes Risiko für nicht tödliche zerebrovaskuläre Erkrankungen und ein ungefähr dreifach erhöhtes Risiko für Typ-2-Diabetes. Dyslipidämien traten ebenfalls häufiger auf (Wekker et al., 2020). Das metabolische Syndrom mit Adipositas, Hypertonie, Dyslipidämie und erhöhten Glukosewerten betrifft nahezu die Hälfte der PCOS-Patientinnen (Chen and Pang, 2021; Prosperi and Chiarelli, 2025).

Rund 20 % der Frauen mit Typ-2-Diabetes haben zusätzlich ein PCOS. Während PCOS das Diabetesrisiko erhöht, verstärkt die bei Diabetes häufig bestehende Insulinresistenz wiederum die hormonellen Störungen des PCOS (Long et al., 2022). Die deutsche Leitlinie empfiehlt deshalb bei prämenopausalen Frauen mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes ein PCOS-Screening (DGE, 2024).

HbA1c ist ein etablierter Parameter zur Diagnose und Verlaufskontrolle des Diabetes und kann frühzeitig auf Prädiabetes oder Diabetes hinweisen. Bei etwa 30–40 % der Frauen mit PCOS wurden erhöhte HbA1c-Werte beschrieben. Sie korrelieren mit BMI, Markern des metabolischen Syndroms und hohen Androgenspiegeln, wobei die Datenlage heterogen ist (Bala et al., 2017; Freitas de Medeiros et al., 2014; Rezaee et al., 2016). Bei anamnestischen oder laborchemischen Hinweisen auf Insulinresistenz sind zusätzlich Nüchterninsulin und die Berechnung des HOMA-Index sinnvoll.

Mit steigendem BMI findet sich häufig ein Anstieg von Leptin bei gleichzeitig niedrigem Adiponektin. Diese Konstellation ist mit niedriggradiger Entzündung, gestörter Ovarialfunktion und verminderter ovarieller Reserve verbunden und wird bei PCOS häufig beobachtet (Reverchon et al., 2014; Maitra and Maitra, 2025).

Therapeutischer Grundpfeiler bei PCOS mit Übergewicht, metabolischem Syndrom oder Diabetes ist die Lebensstilmodifikation mit Ernährungstherapie, Gewichtsreduktion und körperlicher Aktivität (Bila et al., 2025; Ghafoor, 2023). Bei Insulinresistenz kommt Metformin als Insulinsensitizer infrage. Im Einzelfall kann auch die Kombination mit GLP-1-Rezeptor-Agonisten erwogen werden. Eine Meta-Analyse zeigte unter Metformin Verbesserungen von Nüchternglukose, Nüchterninsulin, HOMA-Index und BMI, jedoch keine signifikanten Effekte auf reproduktive Endpunkte (Samarasinghe et al., 2024). Myo-Inositol kann bei heterogener Datenlage ebenfalls eingesetzt werden (Fitz et al., 2024).

Dyslipidämie und metabolische Fettlebererkrankung

PCOS und die metabolische Dysfunktion-assoziierte steatotische Lebererkrankung (MASLD; früher nichtalkoholische Fettlebererkrankung, NAFLD) treten häufig gemeinsam auf.

Typisch ist ein Lipidmuster mit erhöhten Triglyceriden und Gesamtcholesterin, leicht erhöhtem LDL-Cholesterin, niedrigem HDL-Cholesterin sowie einer Verschiebung zu kleinen, dichten LDL-Partikeln. Teilweise sind auch Apo B und Lipoprotein(a) erhöht (Guo et al., 2022; Mishra et al., 2025; Nowak-Ciolek et al., 2025; Teede et al., 2023). Diese Konstellation weist auf ein erhöhtes atherogenes und kardiovaskuläres Risiko hin (Roca-Alvarez et al., 2023). Besonders ausgeprägt sind die Lipidveränderungen beim PCOS-Phänotyp A (DGE, 2024; Mishra et al., 2025). Hohe Triglyceride korrelieren mit Insulinresistenz und steigen tendenziell mit dem BMI an (Guo et al., 2022).

Die internationale Leitlinie empfiehlt regelmäßige metabolische Kontrollen einschließlich eines Lipidprofils (Teede et al., 2023). Pathophysiologisch fördert die Insulinresistenz die VLDL-Synthese, erhöht die Triglyceride und beschleunigt den HDL-Abbau.

Ein nur mäßig erhöhtes Gesamt-LDL kann das Risiko unterschätzen. Bei PCOS findet sich häufig eine Verschiebung zu kleinen, dichten und besonders atherogenen LDL-Subklassen (Berneis et al., 2007). Eine erweiterte Lipiddiagnostik kann deshalb im Einzelfall sinnvoll sein. Lipoprotein(a) ist unabhängig vom BMI bei etwa einem Drittel der Patientinnen erhöht und kann das kardiovaskuläre Risiko zusätzlich steigern (Masson et al., 2023). Zu therapeutischen Möglichkeiten wird auf die Leitlinien sowie die Broschüre [Kardiovaskuläre Risikofaktoren](#), Seiten 4–23, verwiesen.

MASLD tritt bei Frauen mit PCOS ungefähr doppelt so häufig auf wie in der Allgemeinbevölkerung. Etwa ein Drittel weist erhöhte Leberenzyme auf. Ein hoher BMI ist ein wesentlicher Risikofaktor, und die häufig bestehende Insulinresistenz begünstigt die Fetteinlagerung in der Leber (Alhermi et al., 2025; Falzarano et al., 2022; Spremovic-Radenovic et al., 2022). Auch das Risiko einer Steatohepatitis ist erhöht. Neben bildgebenden Verfahren sollten Leberenzyme bestimmt werden. Therapeutisch stehen Gewichtsreduktion und Ernährung im Vordergrund. Neuere Studien weisen zudem auf mögliche Effekte von GLP-1-Rezeptor-Agonisten hin (Nevola et al., 2023).

Entzündungsmarker: hochsensitives CRP

Das C-reaktive Protein (CRP) ist ein in der Leber gebildetes Akutphaseprotein. Für die Erfassung geringgradiger Entzündungsaktivität eignet sich das hochsensitive CRP (hsCRP), das auch leichte Konzentrationsanstiege zuverlässig erfasst und zusätzlich zur kardiovaskulären Risikoeinschätzung genutzt werden kann.

Chronisch niedriggradige Entzündungen spielen eine wichtige Rolle in der Pathogenese des PCOS (Bansal et al., 2025; Rudnicka et al., 2021). Erhöhtes hsCRP korreliert häufig mit BMI, viszeralem Fett und Insulinresistenz, kann jedoch auch bei schlanken Patientinnen auftreten. In einer Studie lag hsCRP bei PCOS trotz vergleichbarer BMI-Werte deutlich höher als bei Kontrollen ($4,4 \pm 1,6$ gegenüber $1,1 \pm 0,7$ mg/l; Kaya et al., 2010). Mehr als ein Drittel der Patientinnen hatte Werte über 3 mg/l (Lejman-Larysz, 2023). Eine Meta-Analyse fand in 53 von 85 Studien signifikant höhere hsCRP-Werte bei PCOS als in den jeweiligen Kontrollgruppen (Aboeldaly et al., 2021). Gegenüber vielen Zytokinen hat hsCRP den praktischen Vorteil einer hohen Probenstabilität.

Ein erhöhtes hsCRP ist bei PCOS mit Endothelfunktionsstörungen, Hypertonie, subklinischer Atherosklerose und einem höheren kardiovaskulären Risiko assoziiert und kann daher zur Risikostratifizierung beitragen (Blumenfeld, 2019; Lejman-Larysz, 2023). Ob Metformin hsCRP zuverlässig senkt, ist nicht abschließend geklärt. Einige Analysen berichten einen Rückgang (Wang et al., 2017), andere Arbeiten bestätigen diesen Effekt nicht oder nur eingeschränkt (Chen et al., 2017; Bulu et al., 2025).

Spurenelemente

Eisen

Nach der Nationalen Verzehrsstudie II beträgt die mittlere Eisenzufuhr von Frauen in Deutschland etwa 9,6 mg pro Tag und liegt damit unter der DGE-Empfehlung. Für Frauen im Alter von 19–25 Jahren nennt die DGE 2025 eine empfohlene Zufuhr von 16 mg pro Tag.

Bei PCOS ist die Interpretation des Eisenstatus anspruchsvoll:

- Starke oder langanhaltende Blutungen können zu Eisenmangel und Anämie führen. Bei Oligo- oder Amenorrhoe sind die menstruellen Eisenverluste dagegen gering.
- Niedriggradige Entzündungen beeinflussen den Eisenstoffwechsel. Ferritin ist ein Akutphaseprotein und bei PCOS häufig erhöht. Dadurch kann ein Eisenmangel maskiert werden (Virtanen et al., 2025).
- Hepcidin wird in der Leber gebildet, bindet an das Eisenexportprotein Ferroportin und reguliert so die Eisenverfügbarkeit. Entzündungsmediatoren wie IL-6 erhöhen Hepcidin und erschweren die Interpretation (Gattermann et al., 2021).

Die Daten zu Hepcidin bei PCOS sind widersprüchlich. Eine Meta-Analyse aus zehn Studien fand niedrigere Hepcidinwerte als bei Kontrollen (Nong et al., 2024), während andere Untersuchungen erhöhte Werte beschrieben (Kim et al., 2014). Bei einem Teil der Patientinnen wird auch eine Eisenüberladung diskutiert (Mathew et al., 2022). Niedriges Hepcidin kann mit Eisenakkumulation, verminderter Insulinsekretion, Insulinresistenz und Hyperandrogenismus assoziiert sein (Nong et al., 2024). Für belastbare Schlussfolgerungen sind weitere hochwertige Studien erforderlich. Ein niedriger Hepcidinwert allein rechtfertigt keine Eisensubstitution.

Zink

Zink ist für Eizellreifung, Ovulationsbereitschaft und embryonale Zellteilung wichtig. Im Zusammenhang mit PCOS beeinflusst es die Insulinsynthese, wirkt oxidativem Stress und Entzündungsaktivität entgegen und kann die Follikelreifung unterstützen (Camp et al., 2025; Dhar and Tomar, 2025; Nasiadek et al., 2020; Liu et al., 2024).

Mehrere Studien fanden bei PCOS niedrigere Zinkkonzentrationen als bei Kontrollen. Niedrige Werte waren zudem mit stärkerer Insulinresistenz assoziiert (Abedini et al., 2019; Dhar et al., 2024; Yousif and Al-Jawadi, 2022). In randomisierten Studien verbesserte eine Zinksupplementierung von 220 mg Zinksulfat, entsprechend 50 mg elementarem Zink, einzelne Parameter der Insulinsensitivität, Nüchtern glukose, Lipidprofile und hormonelle Dysbalancen (Foroozanfard et al., 2015) sowie Hirsutismus und Alopezie (Jamilian et al., 2015). Belastbare Daten zu reproduktiven Endpunkten fehlen. Eine Bestimmung ist vor allem bei klinischem Mangelverdacht, einseitiger Ernährung, Malabsorption oder erhöhtem regionalem Mangelrisiko sinnvoll. Substituiert werden sollte bei nachgewiesenem Mangel.

Selen

Selen ist Bestandteil antioxidativer Enzyme wie der Glutathionperoxidasen, wird für die Schilddrüsenhormonsynthese benötigt und spielt eine wichtige Rolle in der Embryogenese. Außerdem ist es an Follikelreifung und Sexualhormonstoffwechsel beteiligt.

Patientinnen mit PCOS weisen in mehreren Studien niedrigere Selenkonzentrationen als Kontrollen auf (Coskun et al., 2013; Karami et al., 2025). Höhere Selenwerte korrelieren mit einer höheren gesamten antioxidativen Kapazität (Amirkhizi et al., 2024).

Studien und Meta-Analysen zur Supplementierung, meist mit 200 µg Selen pro Tag über 8–12 Wochen, zeigen jedoch uneinheitliche Ergebnisse (ElObeid, 2022; Jamilian et al., 2015; Razavi et al., 2016; Wu et al., 2022; Zhao et al., 2023). Einzelne Arbeiten berichten Verbesserungen der antioxidativen Kapazität, niedrigere Werte von Testosteron, DHEA-S und hsCRP, günstigere Insulinparameter sowie Verbesserungen von Hirsutismus, Alopezie und Akne. Eine Studie fand auch eine höhere Schwangerschaftsrate (Razavi et al., 2016). Insgesamt bleibt die Evidenz aber heterogen. Bei nachgewiesenem Selenmangel ist eine Substitution sinnvoll. Wegen der geringen therapeutischen Breite muss eine Überdosierung jedoch vermieden werden.

Vitamine und verwandte Verbindungen

Vitamin B12, Folsäure und Homocystein

Vitamin B12 ist für Blutbildung, Zellteilung, DNA-Synthese, Energiestoffwechsel und die Myelinisierung des Nervensystems erforderlich. Eine vegetarische und insbesondere vegane Ernährung erhöht das Risiko eines Mangels, da Vitamin B12 fast ausschließlich in tierischen Lebensmitteln vorkommt.

Bei vegetarisch lebenden PCOS-Patientinnen wurden niedrigere Vitamin-B12-Werte als bei nicht vegetarisch lebenden Patientinnen gemessen. Gleichzeitig war Homocystein erhöht (Ganie et al., 2024). Auch Metformin kann vermutlich durch eine verminderte intestinale Resorption zu einem Abfall von Vitamin B12 führen. Unter 1 g Metformin pro Tag über 13 Monate lagen die Vitamin-B12-Konzentrationen deutlich niedriger als bei PCOS-Patientinnen ohne Metformintherapie (Kamrul-Hasan and Aalpona, 2022).

Folsäure ist für Zellteilung und DNA-Synthese sowie für Eizellreifung und ovarielle Reserve von besonderer Bedeutung (Kadir et al., 2022). Zur Vorbeugung von Neuralrohrdefekten wird eine zusätzliche Einnahme bereits vier Wochen vor geplanter Schwangerschaft und während des ersten Trimenons empfohlen. In Beobachtungsdaten war eine Zufuhr von mehr als 400 µg pro Tag mit einer höheren Fruchtbarkeit verbunden (Cueto et al., 2022).

Bei PCOS kann Folsäure Homocystein senken und metabolische Parameter verbessern (Thornburgh and Gaskins, 2022). Eine Kombination aus 4.000 mg Myo-Inositol und 400 µg Folsäure pro Tag kann IVF-Protokolle bei PCOS unterstützen (Regidor et al., 2018). Auch Folsäure kann unter Metformin abfallen (Li et al., 2021).

Folsäure, Vitamin B12 und in geringerem Umfang Vitamin B6 sind für den Abbau beziehungsweise die Remethylierung von Homocystein erforderlich. Homocystein ist ein zytotoxisches Zwischenprodukt des Methioninstoffwechsels und wird physiologisch auf niedrigen Konzentrationen gehalten.

Meta-Analysen zeigen erhöhte Homocysteinwerte bei Übergewicht (Wang et al., 2021) und bei PCOS (Ulloque-Badaracco et al., 2024). Besonders hohe Werte wurden bei Hyperandrogenismus (Li et al., 2022) und Insulinresistenz beobachtet (Meng et al., 2016). Eine Meta-Analyse weist darauf hin, dass Metformindosen über 1.700 mg pro Tag Homocystein insbesondere bei einem BMI über 25 kg/m² erhöhen können (Li et al., 2021).

Vitamin D

25-Hydroxy-Vitamin D3 [25-OH-D3] ist der zentrale Laborparameter zur Beurteilung des Vitamin-D-Status. Die DGE bewertet Konzentrationen ab 20 µg/l (50 nmol/l) als ausreichend. Ein europäisches Konsensuspapier nennt 30–50 µg/l (75–125 nmol/l) als optimalen Bereich (Pludowski et al., 2022). Daten des Robert Koch-Instituts zeigen, dass nur etwa 38 % der Erwachsenen in Deutschland Werte über 20 µg/l erreichen. Im Winter ist der Anteil noch niedriger (RKI – Rabenberg und Mensink, 2016).

Bei PCOS ist ein Vitamin-D-Mangel mit gestörter Follikelreifung und Insulinresistenz assoziiert. Infertile Patientinnen hatten niedrigere 25-OH-D3-Konzentrationen als fertile Patientinnen. Besonders niedrige Werte fanden sich bei zusätzlichem Übergewicht und Insulinresistenz (Kokanali et al., 2019). Ein Mangel war mit niedrigeren Schwangerschaftsraten verbunden. Bei nachgewiesenem Mangel wird daher eine Substitution empfohlen (Piao et al., 2024). Bei assistierter Reproduktion waren höhere Ausgangswerte in mehreren Studien mit günstigeren Erfolgsraten assoziiert (Guo et al., 2025; Yu et al., 2025; Octavia et al., 2025).

Randomisierte Studien und Meta-Analysen ergeben für eine generelle Vitamin-D-Gabe bei PCOS ein heterogenes Bild (Cochrane et al., 2024; Javed et al., 2019; Miao et al., 2020; Wen et al., 2024; Yang et al., 2023). Einzelne Untersuchungen beschreiben Verbesserungen des HOMA-Index, während viele andere metabolische Parameter unverändert blieben. Eine Meta-Analyse berichtete höhere Ovulations- und Schwangerschaftsraten sowie weniger frühe Fehlgeburten, betonte jedoch die begrenzte Qualität der eingeschlossenen Studien (Yang et al., 2023). Da in vielen Studien keine Ausgangswerte erhoben wurden, sollte die Supplementierung bevorzugt an einen nachgewiesenen Mangel gekoppelt werden.

Coenzym Q10 (Q10)

Coenzym Q10 ist für den Elektronentransport in der mitochondrialen Atmungskette und damit für die ATP-Bildung erforderlich. Gleichzeitig wirkt es als lipophiles Antioxidans und spielt eine Rolle für Eizellreifung und Ovarialfunktion.

Bei PCOS sind oxidativer Stress und metabolische Dysregulation wichtige Pathomechanismen. In zwei doppelblinden randomisierten Studien senkten 100 beziehungsweise 200 mg Q10 pro Tag über 8–12 Wochen hsCRP und Gesamtcholesterin, erhöhten die gesamte antioxidative Kapazität und verbesserten teilweise Depressionsscores beziehungsweise senkten TNF-α (Karamali and Gholizadeh, 2022; Taghizadeh et al., 2021). Eine Meta-Analyse aus neun RCTs mit etwa 1.000 Patientinnen zeigte unter Q10-Gabe niedrigere Nüchtern glukose- und Insulinwerte, einen günstigeren HOMA-Index, niedrigeres Gesamt-Testosteron und verbesserte Lipidwerte (Zhang et al., 2023). Ähnliche Effekte wurden für Kombinationen von Q10 mit Vitamin E (Izadi et al., 2019), Vitamin E allein (Tefagh et al., 2022) sowie Kombinationen mit Inositol und den Vitaminen D und E beschrieben (Zhang et al., 2021).

Die Kombination von Clomifen und Q10 verbesserte in einer randomisierten Studie die Ovulationsrate, besonders bei nicht übergewichtigen Frauen (Izhar et al., 2022). Für Schwangerschaftsraten oder Ergebnisse der assistierten Reproduktion liegen bislang keine belastbaren Daten vor.

Omega-3-Fettsäuren

Die langkettigen Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA sind Bestandteile biologischer Membranen und Vorläufer immunmodulierender Signalmoleküle. Bei PCOS sind drei mögliche Wirkbereiche relevant:

Triglyceridsenkung: Bei schwerer Hypertriglyceridämie können 3–4 g EPA und DHA pro Tag die Triglyceride um etwa 20–30 % senken. Bei hohen Dosierungen ist jedoch ein mögliches erhöhtes Risiko für Vorhofflimmern zu beachten. Ergänzend wird auf die Broschüre [Fettsäuren – Grundlagen, Diagnostik, Therapie](#) verwiesen.

Metabolische Effekte: Studien und Meta-Analysen berichten bei Dosierungen meist zwischen 1 und 2,5 g EPA und DHA pro Tag niedrigere Glukose- und Insulinwerte, einen rückläufigen HOMA-Index und eine verbesserte Insulinresistenz (Albardan et al., 2024; Melo et al., 2022; Yang et al., 2018; Zhou et al., 2023). Höhere EPA- und DHA-Serumkonzentrationen waren mit einem niedrigeren HOMA-Index und geringerem Gesamtkörperfett assoziiert (Lu et al., 2022).

Entzündungsmodulation: EPA und DHA können Marker des oxidativen Stresses und Entzündungsmarker wie CRP senken (Melo et al., 2022; Tosatti et al., 2021; Yuan et al., 2021).

Die Effekte auf hormonelle Parameter sind uneinheitlich. In einer doppelblinden randomisierten Studie führte die Einnahme von 1.800 mg Omega-3-Fettsäuren pro Tag über zwei Menstruationszyklen zu 8 Schwangerschaften bei 30 Patientinnen gegenüber 4 von 30 unter Placebo (Trop-Steinberg et al., 2023).

Darmmikrobiota

Die Darmmikrobiota reguliert metabolische und immunologische Prozesse und kann auch den Hormonhaushalt beeinflussen. Bei PCOS wurden Zusammenhänge mit Insulinresistenz, Entzündung und hormonellen Dysbalancen beschrieben (He et al., 2020; Li et al., 2025; Salehi et al., 2024; Yang et al., 2024).

Bei PCOS findet sich häufig eine verminderte mikrobielle Diversität und Dysbiose (Liu et al., 2017), die mit dem Ausmaß des Hyperandrogenismus korrelieren kann (Torres et al., 2018). Bacteroides, Parabacteroides und Escherichia sind häufig vermehrt, während Alistipes, Akkermansia und Ruminococcus vermindert sein können. Eine erhöhte Darmpermeabilität kann den Übertritt von Lipopolysacchariden begünstigen und Entzündungsreaktionen auslösen. Bei PCOS wurden erhöhte Zonulinwerte im Serum als Hinweis auf eine gesteigerte intestinale Permeabilität beschrieben (Zhang et al., 2015). Kurzkettige Fettsäuren aus dem mikrobiellen Stoffwechsel wirken entzündungshemmend, können die Insulinsensitivität verbessern und beeinflussen Sättigungshormone wie GLP-1.

Als therapeutische Ansätze werden Gewichtsreduktion, Metformin, eine ballaststoffreiche Ernährung und Probiotika diskutiert (Übersicht bei Heizmann und Keck, 2021). Gewichtsreduktion und Metformin können Akkermansia muciniphila erhöhen. Ballaststoffe verbessern metabolische Parameter. Einzelne Probiotikastudien berichten über mehr kurzkettige Fettsäuren sowie niedrigere hsCRP- oder Testosteronwerte. Die Gabe von Probiotika sollte idealerweise auf der Basis einer Darmmikrobiom-Analyse erfolgen. Insgesamt bleibt der Ansatz bei PCOS jedoch ergänzend und teilweise experimentell.

Diagnostischer Algorithmus bei PCOS-Verdacht

Abbildung 1 zeigt eine stufenweise Labordiagnostik. Der PCOS-BasisCheck dient dem Ausschluss häufiger Differenzialdiagnosen, dem Nachweis eines Hyperandrogenismus und der Erfassung von Dyslipidämien. Zusätzlich werden Schilddrüsenfunktion und niedriggradige Entzündungsaktivität beurteilt.

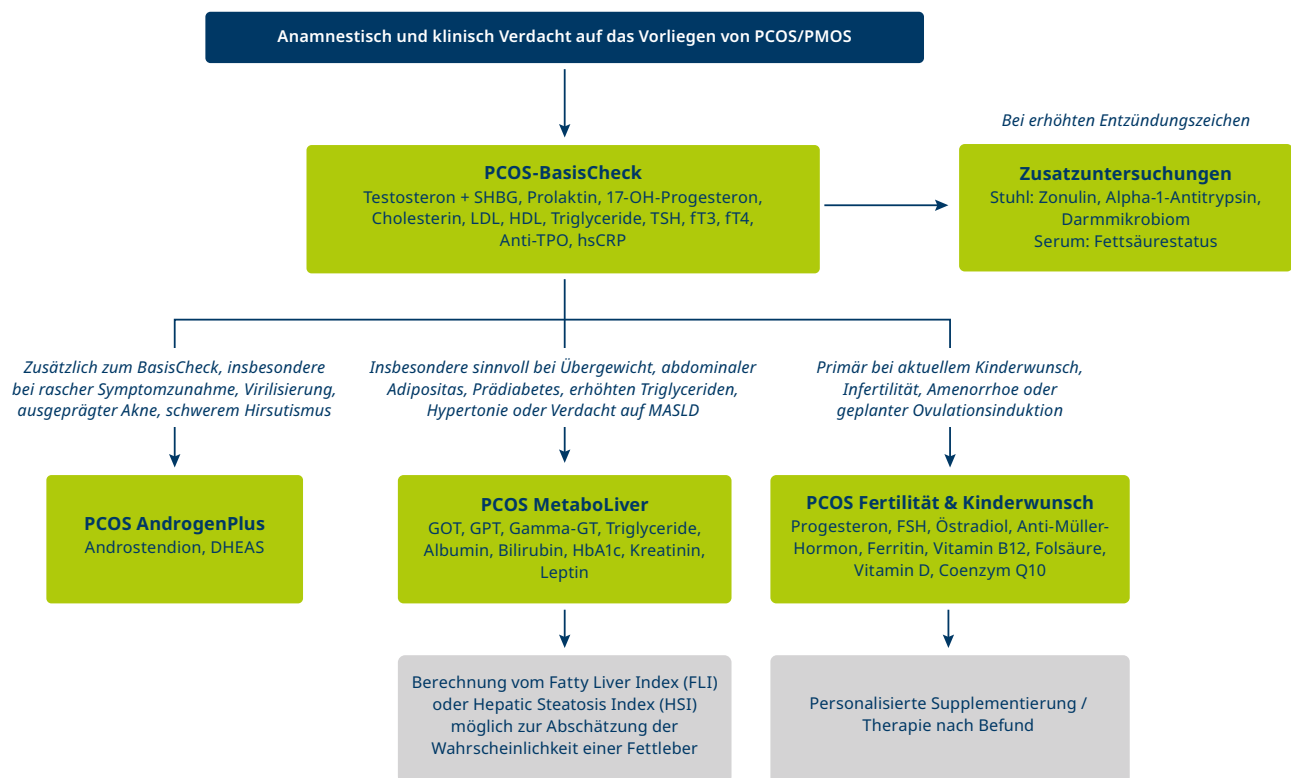


Abbildung 1

Bei rascher Symptomzunahme, Virilisierung, ausgeprägter Akne oder schwerem Hirsutismus ergänzt PCOS AndrogenPlus die Androgendiagnostik. PCOS MetaboLiver ist vor allem bei Übergewicht, abdominaler Adipositas, Prädiabetes, erhöhten Triglyceriden, Hypertonie oder Verdacht auf MASLD sinnvoll. Zusätzlich können Fatty Liver Index (FLI) oder Hepatic Steatosis Index (HSI) berechnet werden.

PCOS Fertilität & Kinderwunsch ist bei Kinderwunsch, Infertilität, Amenorrhoe oder geplanter Ovulationsinduktion relevant. Bei erhöhten Entzündungszeichen können Fettsäurestatus und Stuhl Diagnostik als ergänzende, jedoch bislang nur begrenzt belegte Untersuchungen erwogen werden.

Literaturverzeichnis

- Abedini, M. et al.: Zinc status and polycystic ovarian syndrome: a systematic review and meta-analysis: J. Trace Elem. Med. Biol. 2019; 52: 216–221
- Aboeldaly, S. et al.: The role of chronic inflammation in polycystic ovarian syndrome – a systematic review and meta-analysis. Int. J. Mol. Sci. 2021; 22: 2734
- Albardan, L. et al.: Role of omega-3 fatty acids in improving metabolic dysfunction in polycystic ovary syndrome. Nutrients 2024; 16: 2961
- Alhermi, A. et al.: The role of the liver in the pathophysiology of PCOS: a literature review. Biomolecules 2025; 15: 51
- Amiri, M. et al.: Association between obesity and polycystic ovary syndrome: an epidemiologic study of observational data. J. Clin. Endocrin. Metab. 2024; 109: 2640–2657
- Amirkhizi, F. et al.: Association of serum selenium and selenoprotein P with oxidative stress biomarkers in patients with polycystic ovary syndrome. Biol. Trace Elem. Res. 2024; 202: 947–954
- Anusha, K. H. et al.: Assessment of thyroid auto-antibodies in euthyroid infertile women with polycystic ovary syndrome – a cross-sectional analytical study. J. Hum. Reprod. Sci. 2024; 17: 269–272
- Bala, M. et al.: Correlation of HbA1c levels with body mass index in newly diagnosed polycystic ovary syndrome. eJIFCC 2017; 28: 196–204

- Bansal, B. et al.: A systematic review of inflammatory markers in polycystic ovary syndrome (PCOS) and meta-analysis of interleukin-6 (IL-6) in case-control studies. *Cureus* 2025; 17: e82350
- Bendarska-Czerwinska, A. et al.: Endocrine disorders and fertility and pregnancy: an update. *Front. Endocrinol.* 2023; 13: 970439
- Berneis, K. et al.: Atherogenic lipoprotein phenotype and low-density lipoprotein size and subclasses in women with polycystic ovary syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2007; 92: 186–189
- Bila, J. et al.: Obesity as a part of polycystic ovary syndrome – a review of pathophysiology and comprehensive therapeutic strategies. *J. Clin. Med.* 2025; 14: 5642
- Blumenfeld, Z.: The possible implication of high CRP levels in PCOS. *Clin. Med. Insights* 2019; 13: 1–3
- Bulu, A. et al.: Investigation of inflammatory markers in patients with polycystic ovary syndrome receiving or not receiving metformin treatment. *Medicina* 2025; 61: 1012
- Camp, O. G. et al.: The interplay between oxidative stress, zinc, and metabolic dysfunction in polycystic ovarian syndrome. *Mol. Cell. Biochem.* 2025; 480: 2015–2023
- Chen, W. and Pang, Y.: Metabolic syndrome and PCOS: pathogenesis and the role of metabolites. *Metabolites* 2021; 11: 869
- Chen, Y. et al.: Impact of metformin on C-reactive protein levels in women with polycystic ovary syndrome: a meta-analysis. *Oncotarget* 2017; 8: 35425–35434
- Christ, J. P. and Cedars, M.L.: Current guidelines for diagnosing PCOS. *Diagnostics* 2023; 13: 1113
- Cochrane, K. M. et al.: Optimizing vitamin D status in polycystic ovary syndrome: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Nutr. Rev.* 2024; 82: 1175–1185
- Coskun, A. et al.: Plasma selenium levels in Turkish women with polycystic ovary syndrome. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2013, 168: 183–186
- Cueto, H. T. et al.: Dietary folate intake and fecundability in two preconception cohorts. *Hum. Reprod.* 2022; 37: 828–837
- Deti, L. et al.: Fertility biomarkers to estimate metabolic risks in women with polycystic ovary syndrome. *J. Assist. Reprod. Genet.* 2015; 32: 1749–1756
- DGE: S2k-Leitlinie: Diagnostik und Therapie des polyzystischen Ovarialsyndroms (PCOS). AWMF-Registriernummer 089-004 vom 13.08.2024
- DDG (Deutsche Diabetes Gesellschaft): Pressemitteilung vom 26.06.2026: Aus PCOS wird PMOS: warum Zyklusstörungen auch eine Stoffwechselerisiko anzeigen können.
- Dhar, S. and Tomar, A.: Interplay of serum zinc, insulin resistance and PCOS: a mini review. *J. Gyne. Obste. Maternity Care* 2025; 7: 180049
- Dhar, S. et al.: Serum zinc levels in women with polycystic ovarian syndrome are lower as compared to those without polycystic ovarian syndrome: a cohort study. *J. Hum. Reprod. Sci.* 2024; 17: 25–32
- Dutta, S. et al.: Environmental and occupational exposure of metals and female reproductive health. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2022; 29: 62067–62092
- Dzienny, A. C. and Seifer, D. B.: Impact of reducing obesity in PCOS: methods and treatment outcomes. *Pers Med.* 2025; 15: 518
- ElObeid, T. et al.: The impact of mineral supplementation on polycystic ovarian syndrome. *Metabolites* 2022; 12: 338
- Falzarano, C. et al.: Nonalcoholic fatty liver disease in women and girls with polycystic ovary syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2022; 107: 258–272
- Fan, H. et al.: The role of the thyroid in polycystic ovary syndrome. *Front. Endocrinol.* 2023; 14: 1242050
- Fitz, V. et al.: Inositol for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis to inform the 2023 update of the international evidence-based PCOS guidelines. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2024; 109: 1630–1655
- Foroozanfard, F. et al.: Effect of zinc supplementation on markers of insulin resistance and lipid profiles in women with polycystic ovary syndrome. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes* 2015; 123: 215–220
- Freitas de Medeiros, S. et al.: Prevalence of elevated glycated haemoglobin concentrations in the polycystic ovary syndrome: anthropometrical and metabolic relationship in women. *J. Clin. Med. Res.* 2014; 6: 278–286
- Ganie, M. A. et al.: Impact of Prevalent Dietary Pattern on Serum Vitamin B12 Status and Its Association With Inflammation Among Reproductive Age Women. *Mol. Nutr. Food Res.* 2024; 68: e2300315
- Gattermann, N. et al.: Abklärung von Eisenmangel und Eisenüberladung. *Dtsch. Ärztebl. Int.* 2021; 118: 847–856
- Ghafoor, S.: Impact of obesity and weight management of women with polycystic ovary syndrome and coexisting obesity – a brief narrative review. *Actual Gyn.* 2023; 15: 21–31
- Guo, F. et al.: The lipid profiles in different characteristics of women with PCOS and the interaction between dyslipidemia and metabolic disorder states: a retrospective study in Chinese population. *Front. Endocrinol.* 2022; 13: 892125
- Guo, L. et al.: Associations between serum 25-hydroxy-vitamin D concentrations and assisted reproductive technology outcomes in women with polycystic ovary syndrome: a cohort study. *Front. Endocrinol.* 2025 16: 1639137

- He, F.-F. et al.: Role of gut microbiota in the development of insulin resistance and the mechanisms underlying polycystic ovary syndrome: a review. *J. Ovarian. Res.* 2020; 13: 73
- Heizmann, W. R. und Keck, C: Mikrobiom und Stoffwechsel beim polyzystischen Ovarialsyndrom. *Gynäkologe* 2021; 54: 732–740
- Izadi, A. et al.: Hormonal and metabolic effects of coenzyme Q10 and/or vitamin E in patients with polycystic ovary syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2019; 104: 319–327
- Izhar, R. et al.: Effect of administering coenzyme Q10 with clomiphene citrate on ovulation induction in polycystic ovary syndrome cases with resistance to clomiphene citrate: a randomized controlled trial. *J. Reprod. Infertil.* 2022; 23: 177–183
- Jamilian, M. et al.: Metabolic response to selenium supplementation in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin. Endocrinol.* 2015; 82: 885–891
- Jamilian, M. et al.: Effects of zinc supplementation on endocrine outcomes in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial, *Biol. Trace Elem. Res.* 2016; 170: 271–278
- Javed, Z. et al.: A randomized, controlled trial of vitamin D supplementation on cardiovascular risk factors, hormones, and liver markers in women with polycystic ovary syndrome. *Nutrients* 2019; 11: 188
- Ji, T. et al.: Analysis of serum homocysteine concentration in patients less than 35 years with polycystic ovary syndrome and hyperandrogenism. *Ginekol. Pol.* 2022; doi: 10.5693/GP.a2022.0080
- Kadir, M. et al.: Folate intake and ovarian reserve among women attending a fertility center. *Fertil. Steril.* 2022; 117: 171–180
- Kamrul-Hasan, A. and Aalpona, F. T. Z.: Comparison of serum vitamin B12 levels among drug-naïve and metformin-treated patients with polycystic ovary syndrome. *Cureus* 2022; 14: e30447
- Karamali, M. and Gholizadeh, M.: The effects of coenzyme Q10 supplementation on metabolic profiles and parameters of mental health in women with polycystic ovary syndrome. *Gynecol. Endocrinol.* 2022; 38: 45–49
- Karami, M. et al.: Serum selenium levels and their relationship with insulin resistance in individuals with polycystic ovary syndrome. *Biol. Trace Elem. Res.* 2025; 203: 2587–2594
- Kaya, C. et al.: C-reactive protein and homocysteine levels are associated with abnormal heart rate recovery in women with polycystic ovary syndrome. *Fertil. Steril.* 2010; 94: 230–235
- Kim, J. W. et al.: Study of circulating hepcidin in association with iron excess, metabolic syndrome, and BMP-6 expression in granulosa cells in women with polycystic ovary syndrome. *Fertil Steril.* 2014; 102: 548–552
- Kokanali, D. et al.: Serum vitamin D levels in fertile and infertile women with polycystic ovary syndrome. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2019; 79: 510–516
- Kwiatkowski, J. et al.: Prevalence and levels of thyroid antibodies in polycystic ovary syndrome – impact of TSH- and BMI-matched comparisons: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Mol. Sci.* 2025; 26: 7525
- Lejman-Larysz, K. et al.: Influence of hsCRP parameter on the occurrence of metabolic syndrome in patients with polycystic ovary syndrome. *Biomedicines* 2023; 11: 1953
- Li, C. et al.: Unravelling the gut microbiota's role in PCOS: a new frontier in metabolic health. *Front. Endocrinol.* 2025; 16: 1529703
- Li, X. et al.: The effect of metformin on homocysteine levels in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2021; 47: 1804–1816
- Liu, W.-J. et al.: Zinc deficiency deteriorates ovarian follicle development and function by inhibiting mitochondrial function. *J. Ovarian Res.* 2024; 17: 115
- Liu, R. et al.: Dysbiosis of gut microbiota associated with clinical parameters in polycystic ovary syndrome. *Front. Microbiol.* 2017; 8: 324
- Long, C. et al.: Prevalence of polycystic ovary syndrome in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Front. Endocrinol.* 2022; 13: 980405
- Lu, L. et al.: Associations between omega-3- fatty acids and insulin resistance and body composition in women with polycystic ovary syndrome. *Front. Nutr.* 2022; 9: 1016943
- Maitra, C. and Maitra, A.: Role of adipokines in the development of metabolic syndrome in patients with polycystic ovary syndrome. *Cureus* 2025; 17(4):e82355
- Marconi, G. et al.: Heavy metals and human reproductive toxicity: mechanisms, pregnancy outcomes, and mitigation strategies. *Reprod. Toxicol.* 2026; 139: 109104
- Masson W. et al.; Plasma lipoprotein (a) levels in polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *High Blood Press. Cardiovasc. Prev.* 2023; 30: 305–317
- Mathew, M. et al.: Polycystic ovary syndrome and iron overload: biochemical links and underlying mechanisms with potential novel therapeutic avenues. *Bioscience Rep.* 2022; 43: BSR20212234
- Melo, V. et al.: Omega-3-supplementation in the treatment of polycystic ovary syndrome (PCOS) – a review of clinical trials and cohort. *Endocr. Regul.* 2022; 56: 66–79
- Meng, Y. et al.: Association between high serum homocysteine levels and biochemical characteristics in women with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2016; 11: e 0157389

- Miao, C.-Y. et al.: Effect of vitamin D supplementation on polycystic ovary syndrome: a meta-analysis. *Exp. Ther. Med.* 2020; 19: 2641–2649
- Mishra, N. et al.: Lipid variations in different polycystic ovary syndrome phenotypes: a systematic review and meta-analysis. *Indian. J. Med. Res.* 2025; 161: 491–501
- Nasiadek, M. et al.: The role of zinc in female reproductive system disorders. *Nutrients* 2020, 12: 2464
- Nevola, R. et al.: GLP-1-receptor agonists in non-alcoholic fatty liver disease: current evidence and future perspectives. *Int. J. Mol. Sci.* 2023; 24: 1703
- Nong, J. et al.: Low serum hepcidin levels in women with polycystic ovary syndrome: evidence from meta-analysis. *Gynecol. Endocrinol.* 2024; 40: 2375568
- Nowak-Ciolek, M. et al.: Adolescent PCOS and long-term metabolic risk: insights from triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio and high density lipoprotein cholesterol profiles. *Front. Endocrinol.* 2025; 16: 1579217
- Octavia, L. et al.: The relationship between initial vitamin D levels and in vitro fertilization (IVF) outcome in PCOS patients: a systematic review. *Front. Med.* 2025; 12: 1589193
- Piao, C. et al.: Effect of vitamin D on pregnancy in women with polycystic ovary syndrome: retrospective and prospective studies. *Reprod. Biomed. Online* 2024; 49: 103909
- Pludowski, P. et al.: Clinical practice in the prevention, diagnosis and treatment of vitamin D deficiency: A central and eastern european expert consensus statement. *Nutrients* 2022; 14: 1483
- Prosperi, S. and Chiarelli, F.: Insulin resistance, metabolic syndrome and polycystic ovaries: an intriguing conundrum. *Front. Endocrinol.* 2025; 16: 1669716
- Rabenberg, M. and Mensink, G.: Vitamin D status of adults in Germany. *J. Health. Mon.* 2016; 1(2):34–40
- Razavi, M. et al.: Selenium supplementation and the effects on reproductive outcomes, biomarkers of inflammation and oxidative stress in women with polycystic ovary syndrome. *Horm. Metab. Res.* 2016; 48: 185–190
- Regidor, P.-A. et al.: Management of women with PCOS using myo-inositol and folic acid. New clinical data and review of the literature. *Horm. Mol. Biol. Clin. Invest.* 2018; 34(2)
- Rezaee, M. et al.: A review of glycosylated hemoglobin in polycystic ovary syndrome. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2016; 29: 562–566
- Reverchon, M. et al., Adipokines and the female reproductive tract. *Int. J. Endocrinol.* 2014; doi. 10.1155/2014/232454
- Roca-Alvarez, Y.: Polycystic ovarian syndrome: a risk factor for cardiovascular disease. *Current Atheroscl. Rep.* 2023; 25: 1003–1011
- Rojhani, E. et al.: Polycystic ovary syndrome, subclinical hypothyroidism, the cut-off value of thyroid stimulating hormone; is there a link? Findings of a population study. *Diagnostics*, 2023; 13: 316
- Rudnicka, E. et al.: Chronic low grade inflammation in pathogenesis of PCOS. *Int. J. Mol. Sci.* 2021; 22: 3789
- Salehi, S. et al.: Gut microbiota and polycystic ovary syndrome (PCOS): understanding the pathogenesis and the role of probiotics as a therapeutic strategy. *Probiotics Antimicrob. Proteins.* 2024; 16: 1553–1565
- Samarasinghe, S. N. S. et al.: Impact of insulin sensitization on metabolic and fertility outcomes in women with polycystic ovary syndrome and overweight or obesity – a systematic review, meta-analysis, and meta regression. *Obesity Reviews* 2024; 25: e13744
- Spremojević-Radenović, S. et al.: Prevalence, risk factors, and pathophysiology of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in women with polycystic ovary syndrome (PCOS). *Biomedicines* 2022; 10: 131
- Taghizadeh, S. et al.: The effect of coenzyme Q10 supplementation on inflammatory and endothelial dysfunction markers in overweight/obese polycystic ovary syndrome patients. *Gynecol. Endocrinol.* 2021; 37: 26–30
- Teede, H. J. et al.: Recommendations from the 2023 international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2023; 108: 2424–2469
- Teede, H. J. et al.: Polyendocrine metabolic ovarian syndrome, the new name for polycystic ovary syndrome: a multistep global consensus process. *Lancet* 2026; 407: 2329–2339
- Tefagh, G. et al.: Effect of vitamin E supplementation on cardiometabolic risk factors, inflammatory and oxidative markers and hormonal functions in PCOS (polycystic ovary syndrome): a systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 2022; 12: 5770
- Thornburgh, S. and Gaskins, A.: B vitamins, polycystic ovary syndrome, and fertility. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.* 2022; 29: 554–559
- Toosy, S. et al.: Lean polycystic ovary syndrome (PCOD): an evidence based practical approach. *J. Diabetes Metab. Disord.* 2018; 17: 277–285
- Torres, P. J. et al.: Gut microbial diversity in women with polycystic ovary syndrome correlates with hyperandrogenism. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2018; 103: 1502–1511
- Tosatti, J. A. G. et al.: influence of n-3 fatty acid supplementation on inflammatory and oxidative stress markers in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.* 2021; 125: 657–668
- Trop-Steinberg, S. et al.: Omega-3 intake improves clinical pregnancy rate in polycystic ovary syndrome patients: a double-blind, randomized study. *Isr. Med. Assoc. J.* 2023; 25: 131–136

- Ulloque-Badaracco et al.: Homocysteine, vitamin B12, and folate circulating levels in women with and without polycystic ovary syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Womens Health* 2024; 20: 17455057241279039
- Virtanen ; N. et al.: Serum ferritin levels in women with polycystic ovary syndrome. *Fertil. Steril* 2025; 123: 1114–1122
- Wang, J. et al: Associations between homocysteine and obesity: a meta-analysis. *J. Evid. Based Med.* 2021; 14: 208–217
- Wang, J. et al.: Effects of metformin treatment on serum levels of C-reactive protein and interleukin-6 in women with polycystic ovary syndrome: a meta-analysis. *Medicine* 2017; 96(39):e8189
- Wang, R. and Mol, B. W. J.: The Rotterdam criteria for polycystic ovary syndrome: evidence-based criteria. *Hum. Reprod.* 2017; 32: 261–264
- Wekker, V. et al.: Long-term cardiometabolic disease risk in women with PCOS: a systematic review and meta-analysis. *Hum. Reprod. Update* 2020; 26: 942–960
- Wen, X et al.: Effects of vitamin D supplementation on metabolic parameters in women with polycystic ovary syndrome: a randomized controlled trial. *J. Ovarian Res.* 2024; 17: 147
- Wu, P.-Y. et al.: Selenium supplementation for polycystic ovary syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Gynecol. Endocrinol.* 2022; 38: 928 – 934
- Yang, K. et al.: Effectiveness of omega-3 fatty acids for polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2018; 16: 27
- Yang, M. et al.: Effect of vitamin D supplementation on ovulation and pregnancy in women with polycystic ovary syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Front. Endocrinol.* 2023; 14: 1148556
- Yang, Y. et al.: Gut microbiota in women with polycystic ovary syndrome: an individual based analysis of publicly available data. *eClinicalMedicine* 2024; 77: 102884
- Yousif, A. W. and Al-Jawadi Z. A. M.: Magnesium and zinc levels in obese women with PCOS. *Int. J. Health Sci.* 2022; 6: 10339–10343
- Yu, L. et al.: Effect of vitamin D deficiency on clinical outcomes in women with polycystic ovary syndrome undergoing in vitro fertilization. *Front. Endocrinol.* 2025; 16: 1710004
- Yuan, J. et al.: Efficacy of omega-3 polyunsaturated fatty acids on hormones, oxidative stress, and inflammatory parameters among polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Palliat. Med.* 2021; 10: 8991–9001
- Zhang, D. et al.: Serum zonulin is elevated in women with polycystic ovary syndrome and correlates with insulin resistance and severity of anovulation. *Eur. J. Endocrinol.* 2015; 172: 29–36
- Zhang, J. et al.: The effectiveness of coenzyme Q10, vitamin E, inositols and vitamin D in improving the endocrine and metabolic profiles in women with polycystic ovary syndrome: a network meta-analysis. *Gynecol. Endocrinol.* 2021, 37: 1063–1071
- Zhang, T. et al.: Efficacy and safety of coenzyme Q10 supplementation in the treatment of polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Reprod. Sci.* 2023; 30: 1033–1048
- Zhao, J. et al.: Effects of selenium supplementation on polycystic ovarian syndrome: a systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *BMC Endocr Disord.* 2023;23:33
- Zhou, J. et al.: Effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on metabolic stress in women with polycystic ovary syndrome: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Ovarian Res.* 2023; 16: 54