

Einfluss der Menstruationszyklusphasen auf die sportliche Leistungsfähigkeit: Eine systematische Übersichtsarbeit unter Berücksichtigung hoher methodischer Standards¹

Effects of Menstrual Cycle Phases on Athletic Performance and Related Physiological Outcomes: A Systematic Review of Studies Using High Methodological Standards (German Abridged Version)

Jennifer Schlie^a, Vivien Krassowski^a, Annette Schmidt^{a,b}

Zusammenfassung

Ob verschiedene Phasen des Menstruationszyklus mit Unterschieden in der sportlichen Leistungsfähigkeit einhergehen, ist Gegenstand einer anhaltenden wissenschaftlichen Debatte. Die Phasenbestimmung ohne tatsächliche Sexualhormonbestimmung sowie die heterogene Kohortenstruktur erschweren die Analyse. Daher umfasst diese Übersichtsarbeit nur Studien, in denen 17 β -Östradiol, Progesteron und luteinisierendes Hormon zur Phasenbestimmung gemessen wurden. Das Ziel war es, die Prävalenz dieser methodischen Standards zu bewerten und die Repräsentativität von Spitzensportlerinnen zu bestimmen. Darüber hinaus wurden die Zusammenhänge zwischen der Zyklusphase und der sportlichen Leistung analysiert.

Vier Datenbanken wurden nach Studien durchsucht, die die sportliche Leistung in ≥ 2 Zyklusphasen bei eumenorrhöischen Frauen untersuchten. Es wurden 19 Studien (Gesamt- $n = 279$, $25,6 \pm 3,6$ Jahre, mittlere Stichprobengröße $n = 13,9 \pm 7$) einbezogen, wobei Spitzensportlerinnen unterrepräsentiert waren. Die meisten verglichen drei Phasen, insbesondere die frühe follikuläre (EF)-Phase. 58 % berichteten über signifikante Phaseneffekte auf mindestens einen Leistungsparameter, wobei Richtung und Ausmaß zwischen den Studien variierten. Die EF wurde in einer Studie als ungünstig für die $VO_2\max$ und in zwei Studien als ungünstig für die Spitzenleistung identifiziert. Die submaximale Ventilation war während der EF reduziert. Die Maximal- und Explosivkraft blieben weitgehend uneinträchtigt. Die neuromuskuläre Koordination war während des Eisprungs verbessert.

Trotz der Fokussierung auf Studien mit hohen methodischen Standards erschwert die Heterogenität der untersuchten Phasen und Populationen eine systematische Analyse. Die Prävalenz von Serumhormonanalysen ist

insbesondere im Spitzensport gering. Schlussfolgerungen zum Vorhandensein oder Fehlen von Phaseneffekten sollten daher kritisch betrachtet werden.

Schlüsselwörter: weibliche Physiologie; Sexualhormone; Phasenverifizierung; Kraft; Ausdauerleistungsfähigkeit

Summary

Whether different menstrual cycle (MC) phases are associated with differences in athletic performance is a constant scientific debate. Phase verification without actual sex hormone determination and the presence of heterogeneous cohorts complicate the analysis. Therefore, this review includes only studies that measured 17 β -estradiol, progesterone, and luteinizing hormone. The aim was to assess the prevalence of these methodological standards and determine the representativeness of elite athletes. Furthermore, the associations between the MC phase and athletic performance were analyzed.

Four databases were searched for studies investigating athletic performance and performance-related outcomes in ≥ 2 phases in eumenorrheic females. Nineteen studies (total $n = 279$, 25.6 ± 3.6 years, mean sample size $n = 13.9 \pm 7$) were included, with elite athletes underrepresented. Most compared the three phases, particularly the early follicular (EF) phase. 58 % reported significant phase effects on at least one performance-related outcome, although the direction and magnitude varied across studies. The EF was identified as unfavorable for the $VO_2\max$ by one study and for peak power by two studies. Submaximal ventilation was reduced during the EF. Maximum and explosive strength remained largely unaffected. Neuromuscular coordination was improved during ovulation.

Despite focusing on studies with high methodological standards, the heterogeneity of phases and populations studied complicates a systematic analysis. The prevalence of serum hormone analysis in elite sports appeared low. The results suggest a critical approach to conclusions about the presence or absence of MC effects.

Keywords: female physiology; sex hormones; phase verification; strength; endurance

¹ Bei dem Beitrag handelt es sich um eine gekürzte und für den militärischen Kontext adaptierte deutsche Übersetzung des ursprünglich in englischer Sprache publizierten Artikels: <https://doi.org/10.1152/jap-physiol.00223.2025> [34]. Die Zweitveröffentlichung erfolgt mit Genehmigung des Originalverlags. Copyright ©2025 The Authors.

^a Institut für Sportwissenschaft, Professur für Sportbiologie, Universität der Bundeswehr München, 85579 Neubiberg, Germany

^b Kompetenzzentrum für Funktionsfitness, Universität der Bundeswehr München, 85579 Neubiberg, Germany

Einleitung

Im Jahr 2025 lag der Frauenanteil der Bundeswehr bei 13 %. Mit der steigenden Zahl an Soldatinnen wächst die Notwendigkeit, Ausbildung und medizinische Versorgung stärker geschlechtersensibel auszurichten. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist dabei eine zentrale Voraussetzung für die Einsatzfähigkeit und für Frauen und Männer gleichermaßen von Bedeutung. Vor diesem Hintergrund erscheint es besonders relevant, zu untersuchen, inwiefern der weibliche Menstruationszyklus objektiv messbare Leistungsparameter beeinflusst. Die Analyse möglicher zyklusabhängiger Einflüsse auf die körperliche Leistungsfähigkeit gewinnt daher zunehmend an Bedeutung – auch im militärischen Kontext [38].

Der Menstruationszyklus wird charakterisiert durch zyklische Veränderungen von 17β -Östradiol (E2), Progesteron (P4), und luteinisierendem Hormon (LH) über einen Zeitraum von 21 bis 35 Tagen [7]. Diese Hormone beeinflussen nicht nur die Reproduktionsphysiologie, sondern wirken auch auf Muskel- und Knochengewebe sowie auf metabolische, ventilatorische und kardiovaskuläre Prozesse [14,18,32]. Es werden bis zu sieben Menstruationszyklusphasen unterschieden: frühe, mittlere und späte Follikelphase, Ovulation sowie frühe, mittlere und späte Lutealphase [7]. Seit den 1980er Jahren untersuchten zahlreiche Studien mögliche Einflüsse dieser Zyklusphasen auf Ausdauer-, Kraft- oder Schnelkkraftleistung. Systematische Übersichtsarbeiten kommen jedoch überwiegend zu dem Schluss, dass keine konsistenten Phaseneffekte auf die körperliche Leistungsfähig-

keit nachweisbar sind [2,3,23–25]. Gleichzeitig berichten einzelne Arbeiten über signifikante phasenspezifische Unterschiede, sodass die Evidenz insgesamt heterogen und teilweise widersprüchlich bleibt.

Eine wesentliche Ursache für diese Inkonsistenzen liegt in methodischen Unterschieden zwischen den Studien. Die Bestimmung der Zyklusphasen ist dabei zentral. In der Literatur werden mehrere Verfahren angegeben, darunter Kalendertracking, Basaltemperaturmessung, LH-Tests sowie Hormonanalysen in Speichel oder Blutserum. Diese Methoden unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Validität [7]. Zwischen 2008 und 2018 erfassten 44 % der Studien zum Menstruationszyklus und zur sportlichen Leistung tatsächlich Hormonkonzentrationen [6]. Ohne biochemische Bestimmung von E2 und P4 lassen sich unterschiedliche hormonelle Profile nicht valide differenzieren. Darüber hinaus bleiben anovulatorische oder luteal-defiziente Zyklen häufig unentdeckt, obwohl deren Prävalenz bei körperlich aktiven Frauen erhöht ist [16,37]. Die Einbeziehung solcher Zyklen kann zyklusabhängige Effekte verschleiern und zu einer inkonsistenten Datenlage beitragen.

Aktuelle methodische Leitlinien empfehlen daher eine standardisierte, hormonbasierte Phasenverifikation. Elliott-Sale et al. [3] plädieren für die Differenzierung in vier klar definierte Phasen: die frühe Follikelphase (EF) (niedrige E2- und P4-Konzentrationen), die späte Follikelphase (LF) (maximale Divergenz zwischen E2 und P4), die Ovulation (24–36 h, bestätigt durch einen LH-Anstieg im Urin) sowie die mittlere Lutealphase (ML) (P4 ≥ 16 nmol/L) (Abbildung 1).

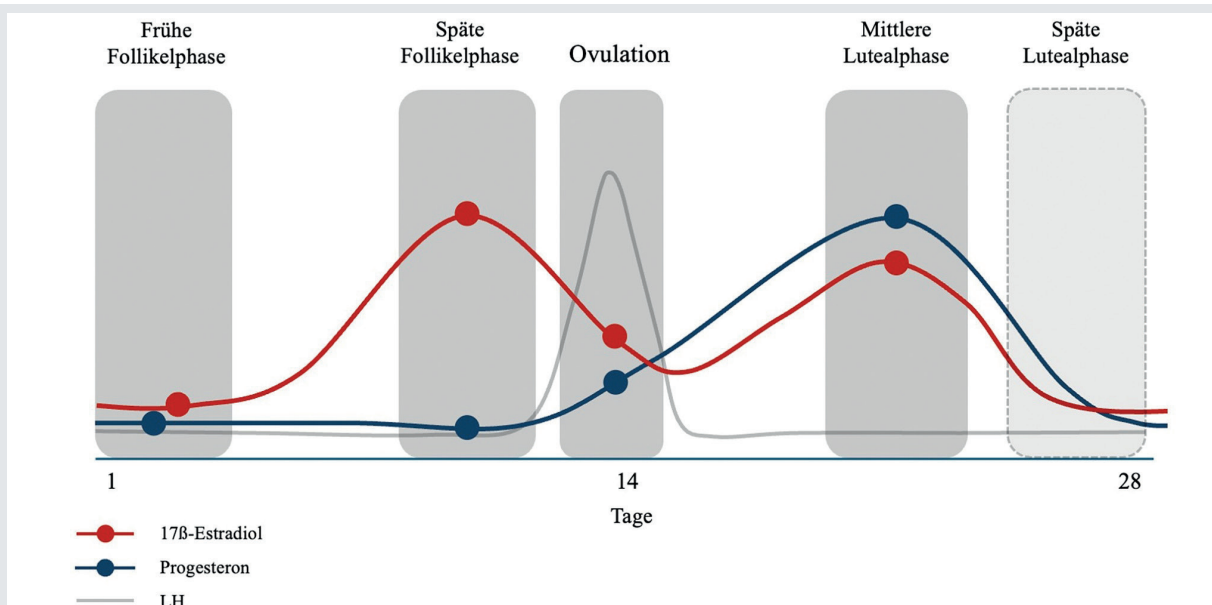


Abb. 1: Die hormonellen Veränderungen während eines idealisierten 28-tägigen Menstruationszyklus. 17β -Östradiol (E2) ist in Rot, Progesteron (P4) in Dunkelblau und LH in Hellgrau dargestellt. Es werden vier Zyklusphasen dargestellt: die frühe Follikelphase, die späte Follikelphase, die Ovulationsphase und die mittlere Lutealphase. Die späte Lutealphase wird transparent dargestellt, da sie häufig untersucht wird, jedoch kein eindeutiges Hormonprofil aufweist. Die jeweiligen Konzentrationen von E2 und P4 in den verschiedenen Phasen sind mit Kreisen markiert. (Adaptiert aus [7])

Die vorliegende Übersichtsarbeit soll die Evidenz zum Einfluss des Menstruationszyklus auf die körperliche Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung hoher methodischer Standards neu bewerten. Berücksichtigt werden ausschließlich Studien mit hormonbasierter Phasenbestimmung mittels Blutserumanalyse von E2 und P4 in Kombination mit LH-Nachweis.

Im Mittelpunkt stehen zwei Fragestellungen:

1. Wie häufig werden in Forschungsstudien hohe methodische Standards zur Verifikation der Zyklusphasen angewendet und sind Eliteathletinnen angemessen vertreten?
2. Zeigen sich in methodisch hochwertigen Studien konsistente Effekte der Zyklusphase auf die sportliche Leistungsfähigkeit?

Methoden

Die systematische Literaturrecherche erfolgte gemäß den PRISMA-Leitlinien [21,28] und orientierte sich an der PICO-Strategie (Methode zur Formulierung optimierter Fragestellungen zu Beginn eines Rechercheprojekts):

Population

Eingeschlossen wurden ausschließlich Studien mit i) gesunden, ii) weiblichen, iii) eumenorrhöischen Teilnehmerinnen (mindestens 9 Zyklen pro Jahr, Zyklusdauer 21–35 Tage) ohne hormonelle Kontrazeption. Studien an Frauen mit Zyklusstörungen (z. B. Amenorrhö), Schwangeren oder postmenopausalen Frauen wurden ausgeschlossen.

Intervention

Studien mussten mindestens ein objektives Maß der sportlichen Leistungsfähigkeit oder einen leistungsrelevanten Parameter untersuchen. Objektive Leistungsmaße umfassten quantifizierbare, sportartspezifische Ergebnisse unter standardisierten Bedingungen (z. B. Wettkampfzeit oder One-Repetition-Maximum). Leistungsrelevante Parameter bezeichneten physiologische oder biomechanische Variablen mit potenzieller Bedeutung für die sportliche Leistungsfähigkeit (z. B. VO_2max , Herzfrequenz, oder Muskelaktivierung). Für die Zyklusphasenverifikation mussten folgende Kriterien erfüllt sein:

1. Phasenanzahl:

Vergleich von mindestens zwei Zyklusphasen gemäß den aktuellen Leitlinien definiert [7].

2. Hormonbestimmung:

ausschließlich Serumanalyse von E2 und P4, Progesteronkonzentration von $\geq 16 \text{ nmol/L}$ (bzw. $\geq 5 \text{ ng/ml}$) in der ML erforderlich [7]. Messungen in unspezifischen Phasen oder in der mittleren Follikelphase wurden nicht berücksichtigt [7, 17].

3. Ovulationsnachweis:

Bestätigung durch eine LH-Spitze im Urin oder im Serum.

Comparator

Vergleich objektiver Leistungsparameter zwischen mindestens zwei definierten Zyklusphasen.

Outcome

- Berücksichtigt wurden objektive, messbare Leistungsindikatoren in folgenden Kategorien:
 - aerobe Ausdauer (z. B. VO_2max , Time to Exhaustion, Time-Trial-Leistung),
 - submaximale Ausdauerparameter (z. B. Ventilation),
 - anaerobe Sprintleistung (z. B. Spitzen- und Durchschnittsleistung),
 - Maximalkraft (z. B. maximale willkürliche Kontraktion),
 - Explosivkraft (z. B. Sprunghöhe) und
 - neuromuskuläre Koordination und Agilität
- Studien mit subjektiven Endpunkten (z. B. Belastungsempfinden) wurden ausgeschlossen.

Studiendesign

Berücksichtigt wurden ausschließlich experimentelle Originalarbeiten am Menschen in englischer Sprache.

Suchstrategie

Die systematische Literaturrecherche wurde im April 2024 ohne zeitliche Einschränkung hinsichtlich des Publikationsdatums in vier Datenbanken durchgeführt (Medline, PubMed, Scopus, SPORTDiscus). Die Suchstrategie basierte auf einer a priori definierten Booleschen Kombination von Begriffen zu Menstruationszyklus, Leistungsfähigkeit und sportlicher Aktivität. Zusätzlich wurden relevante Publikationen mittels Zitationssuche und Referenzanalyse identifiziert. Für die Duplikaterkennung und das Screening wurde die Software Rayyan verwendet [8]. Zwei unabhängige Gutachter (J.S., V.K.) überprüften Titel, Abstracts und Volltexte anhand der definierten Kriterien.

Ergebnisse

Insgesamt 124 Publikationen wurden einer Volltextprüfung unterzogen, wobei 105 Arbeiten (84,7 %) ausgeschlossen wurden, überwiegend aufgrund methodischer Defizite, insbesondere fehlender Serumhormonanalysen (64,7 %) oder fehlendem LH-Nachweis (18,1 %). Letztlich wurden 19 Studien eingeschlossen, die 1990–2024 publiziert wurden (Abbildung 2).

Studiencharakteristika

Insgesamt wurden Daten von 279 Frauen ($25,6 \pm 3,6$ Jahre) analysiert. Die durchschnittliche Stichprobengröße betrug $13,9 \pm 7$ Teilnehmerinnen (Spanne: 7–28). Drop-out-Raten wurden in sieben Studien nicht berichtet. In den übrigen Fällen lag die Abbruchquote bei 26 %, wobei 19 % auf Zyklusunregelmäßigkeiten zurückzuführen waren. Der häufigste Ausschlussgrund war das Unterschreiten des 16 nmol/L -Progesterongrenzwerts in der Luteal-

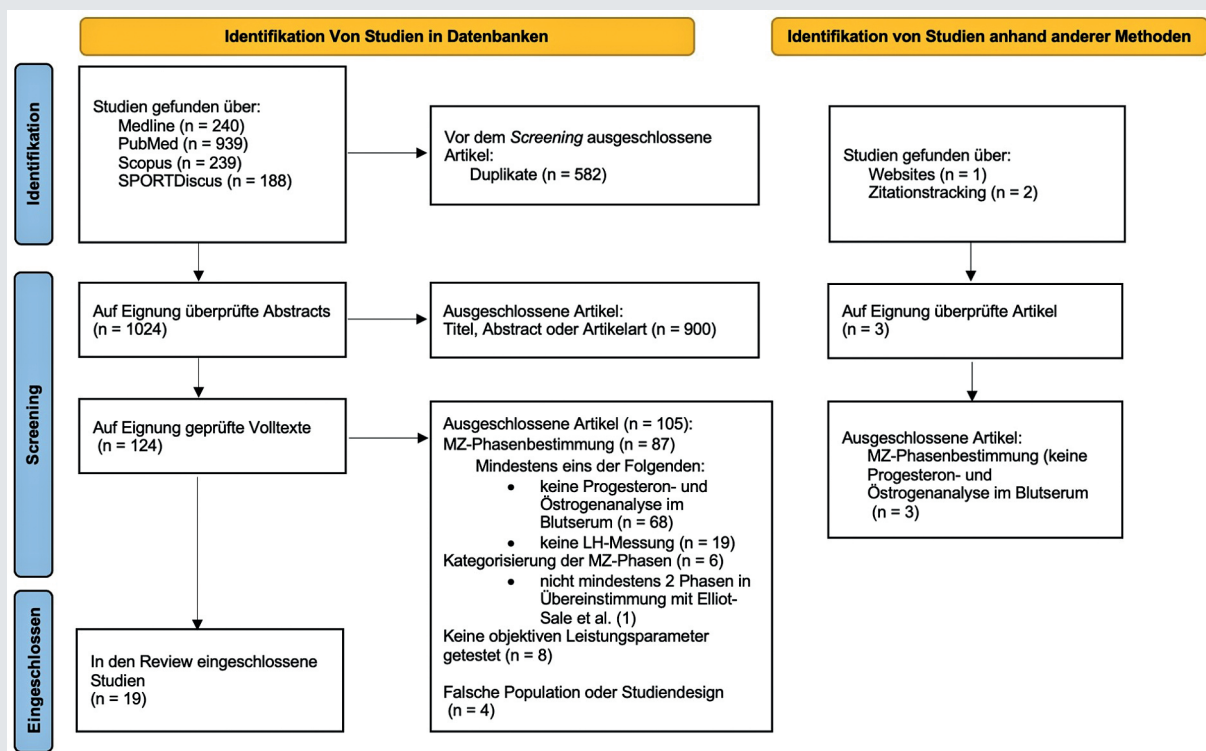


Abb. 2: PRISMA-Flussdiagramm der Suchstrategie:

Die Ausschlusskriterien wurden in der Reihenfolge ihrer Priorität überprüft. 1.) Population und Studiendesign, 2.) objektive (leistungsbezogene) Ergebnisse, 3.) Serumanalyse von E2 und P4, 4.) Nachweis des LH-Anstiegs und 5.) Einteilung der MC-Phase. Sobald eine Studie aufgrund eines der Kriterien ausgeschlossen wurde, wurden die übrigen Kriterien nicht mehr überprüft. Der Ausschluss aufgrund der MZ-Phaseneinteilung betrifft Studien, in denen die untersuchten Phasen nicht mit den von Elliott-Sale et al. [7] beschriebenen Phasen übereinstimmen (z. B. wenn die mittlere Follikelphase untersucht wurde, die kein klar erkennbares Hormonprofil aufweist).

H: luteinisierendes Hormon; MZ, Menstruationszyklus.

phase. Drei Studien untersuchten inaktive, die übrigen moderat bis gut trainierte Frauen; zwei schlossen Eliteathletinnen ein.

Untersuchte Zyklusphasen und Leistungsparameter

Im Mittel wurden drei Zyklusphasen untersucht, am häufigsten die EF. Die Terminologie variierte erheblich (z. B. „menstruelle Phase“, „Phase 1“, „präovulatorisch“). Fünf Studien untersuchten explizit die drei von de Jonge et al. definierten Phasen [17]. Keine kombinierte alle vier von Elliott-Sale et al. empfohlenen Phasen [7].

Achtzehn von 19 Studien untersuchten die Maximalkraft. Weiterhin wurden Fahrradergometer- und Laufbandtests, Sprungtests, sowie die Erfassung neuromuskulärer Koordination genutzt. Elf Studien (58 %) berichteten signifikante Zyklusphaseneffekte für mindestens einen Leistungsparameter (Tabelle 1) gegenüber 8 Studien ohne signifikante Effekte (Tabelle 2). Die Tabellen stehen nur in der E-Paper-Version (wmm-online.de) des Beitrags zur Verfügung.

Leistungsparameter nach Zyklusphase

Aerobe Ausdauer

Vier von fünf Studien fanden keine signifikanten Zyklusphaseneffekte auf die maximale Ausdauerleistung. Re-

cacha-Ponce et al. berichteten eine 3–5 % reduzierte VO_2max in der EF gegenüber der Ovulationsphase und ML im 20-m-Shuttle-Lauf [30] (Abbildung 4A). De Souza et al. [36] testeten die VO_2max mittels Spiroergometrie, Matsuda et al. [22], Oosthuysen et al. [26] und Oxfeldt et al. [27] die Time to Exhaustion bzw. Zeitfahrleistung. Alle fanden keinen signifikanten Einfluss der Zyklusphase.

Submaximale Ausdauer und Stoffwechsel

Alle fünf Studien zu submaximaler Ausdauerleistung berichteten über Zyklusphaseneffekte, insbesondere auf die Ventilation (Abbildung 3A). Oxfeldt et al. [27] fanden eine um 7,6 % verringerte Ventilation in der LF im Vergleich zur ML. Lee et al. [20] berichten von einer erhöhten Ventilation, Kohlenhydratoxidation und Atemfrequenz während der ML im Vergleich zur EF an der ersten ventilatorischen Schwelle. Rael et al. [29] beschreiben eine reduzierte Ventilation in der LF im Vergleich zur EF und zur ML während Intervallläufen (80 % VO_2max). Williams und Krahenbuhl [39] berichteten eine signifikant verringerte Ventilation während 6-minütiger Laufintervalle (55 % und 80 % VO_2max) in der EF im Vergleich zur ML. Auch die Laufökonomie war während der ML im Vergleich zur EF beeinträchtigt (41,4 vs. 40,2 ml/min/kg). Benito et al. [1] analysierten eine 90-sekündige Erholungsphase (30 % VO_2peak) zwischen intensiven Laufintervallen

(85 % VO_2peak). In der EF und der ML wurde eine höhere Ventilation als in der LF gemessen.

Anaerobe Sprintleistung

Drei von fünf Studien berichteten über einen signifikanten Effekt der Zyklusphase (Abbildung 3B). Dam et al. [5] testete die Wingate-Spitzenleistung, die in der EF im Vergleich zur ML um 3 % (20 Watt) reduziert war. Die Durchschnittsleistung war in der späten Lutealphase im Vergleich zu allen anderen Phasen um 2–5 % verringert. Graja et al. [12] analysierten die wiederholte Sprintleistung bei Handballspielerinnen. Während der letzten sechs Sprints fiel die Spitzenleistung in der späten Lutealphase im Vergleich zur LF signifikant und das Dekrement der wiederholten Sprintleistung (Sprint 1–20) war während der LF (32 %) im Vergleich zur späten Lutealphase (43,4 %) signifikant reduziert. Lee et al. testeten Radfahrerinnen mit 6 × -minütigen Sprints (20). Sie stellten während der EF eine höhere Durchschnittsleistung gegenüber der ML fest (287 W gegenüber 277 W). James et al. [15] testeten die Spitzenleistung und Oxfeldt et al. [27] die anaerobe Spitzen- und Durchschnittsleistung. Beide konnten keinen Phasenunterschied feststellen.

Maximalkraft

Isometrische und isokinetische Maximalkraft wurden in acht Studien getestet (Abb. 4C). Drei Studien zur Hand-

griffkraft fanden keine Leistungsunterschiede zwischen den Zyklusphasen [5,9,30]. Dam et al. [5] untersuchten die isometrische Ellenbogenbeugekraft und Kubo et al. [19] sowie Oxfeldt et al. [27] die Maximalkraft der Beinstrecker und Plantarflexoren. Alle fanden keinen Unterschied zwischen den Zyklusphasen. Graja et al. [12] testeten die maximale willentliche Kontraktion (MVC) der Beinstrecker vor und nach maximalen Fahrradsprints. Vor den Sprints zeigte sich die MVC unbeeinflusst durch die Zyklusphase, danach war sie während der späten und ML jedoch signifikant beeinträchtigt. Fridén et al. [10] sowie Gür et al. [13] untersuchten die isokinetische Beinstreckung. Beide fanden keinen Effekt der Zyklusphase. Sawai et al. [33] fanden keinen Leistungsunterschied bei der Beuge- und Streckkraft des Sprunggelenks zwischen den Zyklusphasen.

Explosivkraft

Zwei von fünf Studien berichteten über einen Phaseneffekt auf die Sprunghöhe (Abbildung 4C). Dam et al. [5] berichten von einer 6 %-Verbesserung im Countermovement Jump (CMJ) während der ML (23,1 cm) im Vergleich zur späten Lutealphase (21,8 cm). Romero-Parra et al. [31] testeten den CMJ vor, sowie 24 und 48 Stunden nach einer Backsquat-Belastung, ohne signifikanten Unterschied zwischen den Zyklusphasen. Recacha-Ponce et al. [30] fanden eine verbesserte Sprungleistung im

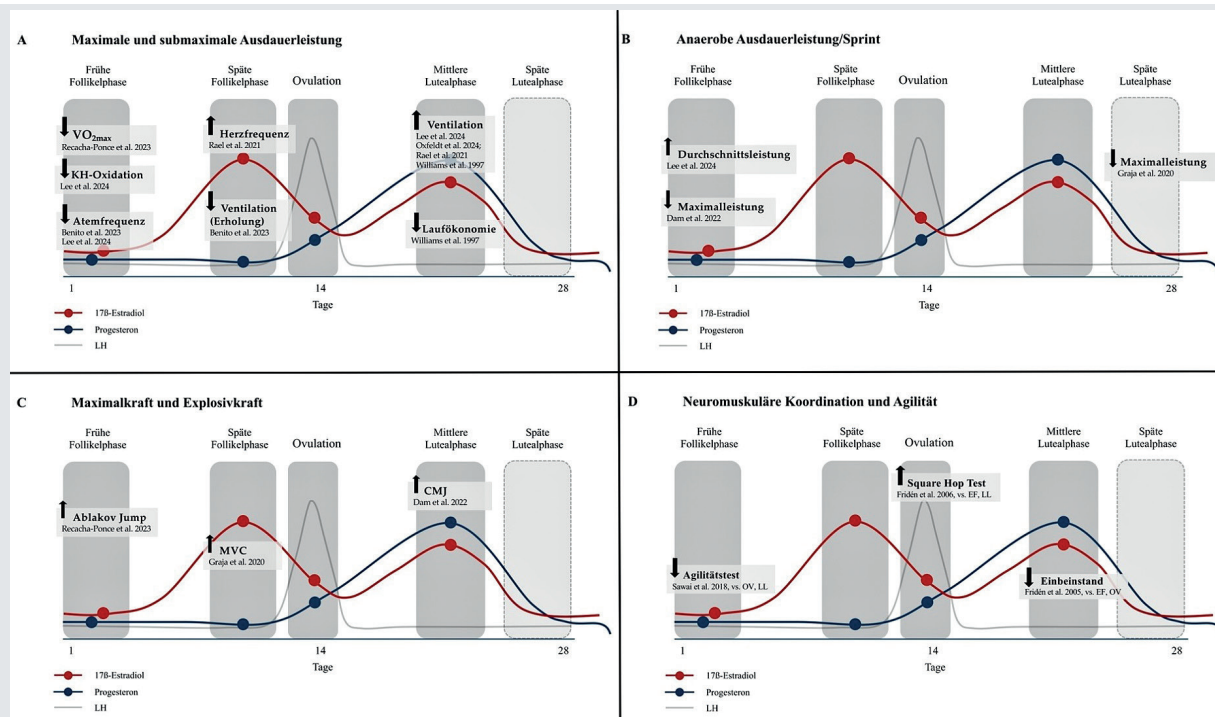


Abb. 3: Darstellung signifikanter Unterschiede bei den objektiven Leistungsparametern, die in vier Kategorien erfasst wurden. Die Abbildungen zeigen einen idealisierten 28-tägigen Menstruationszyklus, unterteilt in die frühe Follikelphase (EF), die späte Follikelphase (LF), die Ovulationsphase (OV) und die mittlere Lutealphase (ML). Darüber hinaus ist die späte Lutealphase (LL) transparent dargestellt, da sie häufig untersucht wird, jedoch keine aktuellen methodischen Tests während dieser Phase vorschlagen [7]. Die entsprechenden Konzentrationen von 17β-Östradiol und Progesteron für jede Phase sind in Rot bzw. Blau dargestellt. Die Publikationen sowie die für den Vergleich in den jeweiligen Studien verwendeten Phasen sind angegeben. Die Pfeile kennzeichnen einen Vor- oder Nachteil der jeweiligen Messgröße in der jeweiligen Phase. Die Tabellen 1 und 2 (nur online verfügbar) liefern weitere Informationen zu den tatsächlichen statistischen Veränderungen.

Ablakov-Jump während der EF im Vergleich zur Ovulationsphase. Sawai et al. [33] führten einen Vertikalsprungtest durch und Fridén et al. [10] testeten die einbeinige Sprunghöhe; in beiden Studien zeigte sich kein Einfluss der Zyklusphasen auf die Leistung.

Neuromuskuläre Koordination und Agilität

Alle drei Studien zur neuromuskulären Koordination zeigten einen Einfluss der Zyklusphase (Abbildung. 3D). Sawai et al. [33] fanden keinen Phaseneffekt auf das einbeinige statische Gleichgewicht. Im Side-step-Test war die Leistung während der EF im Vergleich zur Ovulationsphase jedoch verringert. Fridén et al. [11] testeten die Haltungsverstabilität bei Frauen mit und ohne prämenstruelles Syndrom (PMS). Die Leistung bei der Schwankung des Druckzentrums auf zwei Beinen unterschied sich in beiden Gruppen nicht zwischen den Zyklusphasen. Der Einbeinstand war jedoch während der ML in der PMS-Gruppe beeinträchtigt. Später testeten Fridén et al. [11] Richtungswechsel mit dem Square-Hop-Test. Die Anzahl der korrekten Sprünge war während der Ovulationsphase im Vergleich zur EF und zur späten Lutealphase signifikant höher.

Diskussion

Diese systematische Übersichtsarbeit wird durch die Anwendung konservativer hormoneller Grenzwerte und die Fokussierung auf klar definierte Zyklusphasen geprägt. Dadurch sollte ein methodisches Bias reduziert werden, das in vielen bisherigen Studien zu diesem Thema auftritt.

Methodische Standards und Repräsentation von Eliteathletinnen

Nur 19 Studien wurden in die Analyse aufgenommen, was den erheblichen organisatorischen und finanziellen Aufwand hormonbasierter Zyklusverifikation verdeutlicht. Blutentnahmen erfordern geschultes medizinisches Personal, teure und zeitaufwändige Laboranalysen, sowie die präzise Planung der Testtermine. Diese Anforderungen werden regelmäßig als Hürden bei der Planung und Durchführung methodisch hochwertiger Studien beschrieben [7]. Auch die Repräsentation von Eliteathletinnen ist mit lediglich zwei Studien weiterhin gering. Gerade im Leistungssport könnten jedoch selbst minimale physiologische Unterschiede relevant sein und über Erfolg oder Misserfolg entscheiden.

Methodische Herausforderungen der vorhandenen Studien

Die eingeschlossenen Studien weisen im Durchschnitt kleine Stichproben auf ($13,9 \pm 7$). Weiterhin wurde die Ovulationsphase nur selten untersucht, was vermutlich mit dem engen Zeitfenster von etwa 24–36 h zu erklären ist, in dem sie zuverlässig identifiziert werden kann. Die

untersuchten Populationen wurden überwiegend aus freizeitsportlich aktiven oder nicht speziell trainierten Frauen rekrutiert, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen ist. Zum einen sind die Leistungsdiagnostiken häufig nicht sportartspezifisch. Weiterhin können größere Leistungsvariabilität und mögliche Lerneffekte auftreten, wenn Teilnehmerinnen mit den Testverfahren wenig vertraut sind.

Viele der eingeschlossenen Studien führten zwar Hormonanalysen durch, berichteten jedoch nicht die individuellen Hormonbereiche, sondern lediglich Mittelwerte und Standardabweichungen. Dadurch lässt sich nicht vollständig ausschließen, dass Teilnehmerinnen mit atypischen Zyklusverläufen eingeschlossen wurden.

Einfluss der Zyklusphasen auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Östradiol und Progesteron wirken auf verschiedene physiologische Systeme, die für die sportliche Leistungsfähigkeit relevant sind. Östradiol wird mit einer verbesserten Lipidoxidation, einer geringeren Nutzung von Glykogenspeichern [14] sowie einer erhöhten neuromuskulären Erregbarkeit in Verbindung gebracht [4], was kraftsteigernde Effekte zur Folge haben könnte. Gleichzeitig kann Östradiol die Steifigkeit von Sehnen und Bändern reduzieren, was mit erhöhter Gelenkflexibilität und potenziell verminderter Kraftübertragung assoziiert ist [4]. Progesteron hingegen kann durch eine erhöhte ventilatorische Aktivität oder eine gesteigerte thermoregulatorische Belastung antagonistische Effekte haben [7, 14]. Darüber hinaus wird Progesteron mit reduzierter kortikaler Erregbarkeit und erhöhter neuromuskulärer Ermüdung in Verbindung gebracht [35]. Insbesondere in der ML könnten diese Effekte die potenziellen Vorteile des Östradiols mindern.

Für die **maximale aerobe Leistungsfähigkeit** zeigte sich in den analysierten Studien keine konsistente Evidenz für zyklusphasenabhängige Unterschiede. Zwar berichtete eine Arbeit über Unterschiede in der maximalen Sauerstoffaufnahme; diese basierten jedoch auf einer indirekten Messung der VO_2max [30]. Insgesamt konnte dieser Phaseneffekt nicht einheitlich bestätigt werden. Deutlich konsistenter sind die Befunde im Bereich der **submaximalen Ausdauerleistung**. Mehrere Studien zeigen Veränderungen der Ventilation, der Substratnutzung und der Laufökonomie während der ML, in der hohe Progesteronkonzentrationen vorliegen. Diese physiologischen Veränderungen schlugen sich jedoch nicht in deutlichen Einbußen bei realitätsnahen Leistungsmaßen wie der Zeitfahrleistung oder der Belastungsdauer nieder. Im Bereich der anaeroben Sprintleistung berichten mehrere Studien über phasenabhängige Unterschiede zugunsten hormonreicher Phasen, insbesondere der LF. Diese Effekte können durch die neuroexzitatorischen Eigenschaften von Östradiol sowie durch eine verbesserte neuromuskuläre Aktivierung erklärt werden.

Für die **Maximalkraft** zeigen die meisten Studien hingegen keine relevanten Unterschiede zwischen den Zyklusphasen. Auch bei **explosiver Kraft**, etwa bei Sprungleistungen, ist die Evidenz uneinheitlich. Einzelne Studien berichten über moderate Leistungsunterschiede, deren praktische Bedeutung im sportlichen Kontext jedoch wahrscheinlich gering ist. Ein vergleichsweise konsistentes Bild ergibt sich bei **koordinativen und agilitätsbezogenen Aufgaben**. In allen Studien wurde eine bessere Leistung während der Ovulationsphase im Vergleich zur EF beobachtet. Dies könnte auf neurophysiologische Effekte von Östradiol auf die neuromuskuläre Kontrolle zurückzuführen sein [35].

Limitationen

Die Aussagekraft der vorhandenen Evidenz wird durch mehrere Faktoren eingeschränkt. Viele der eingeschlossenen Studien weisen ein erhöhtes Bias-Risiko auf, beispielsweise aufgrund unzureichender Angaben zu Hormonkonzentrationen oder fehlender Randomisierung der Testreihenfolge. Dadurch können Lerneffekte entstehen, die einzelne Zyklusphasen systematisch begünstigen oder benachteiligen.

Fazit und Bedeutung im militärischen Kontext

Zusammenfassend zeigt diese Übersichtsarbeit, dass Studien mit hohen methodischen Standards zur Zyklusphasenverifikation bisher selten sind und häufig kleine, heterogene Stichproben untersuchen. Dennoch berichten mehr als die Hälfte der eingeschlossenen Studien über signifikante Effekte einzelner Zyklusphasen auf physiologische oder leistungsbezogene Parameter. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bestimmte Aspekte der submaximalen Ausdauerleistung sowie koordinative Fähigkeiten zyklusabhängigen Schwankungen unterliegen können. Gleichzeitig zeigen sich jedoch keine konsistenten Effekte auf zentrale Leistungsindikatoren wie die maximale Kraft oder die maximale Ausdauer. Für den militärischen Kontext bedeutet dies, dass hormonelle Schwankungen zwar einzelne physiologische Prozesse beeinflussen können, jedoch bislang keine eindeutigen Hinweise auf zyklusbedingte Einschränkungen der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit vorliegen. Gleichzeitig unterstreichen die Ergebnisse die Bedeutung weiterer Forschung, insbesondere mit militärischen Populationen und unter realitätsnahen Belastungsbedingungen.

Praktisch relevant könnte zukünftig die Anwendung praktikabler und minimalinvasiver Verfahren zur Hormonbestimmung sein, beispielsweise mittels Kapillarblutanalysen. Eine bessere Kenntnis möglicher zyklusabhängiger Leistungsveränderungen könnte langfristig dazu beitragen, Ausbildung, Gesundheitsversorgung und Einsatzvorbereitung von Soldatinnen evidenzbasiert und geschlechtersensibel zu gestalten.

Kernaussagen

- **Nur mittels Blutserumanalyse (Progesteron, Östradiol) gepaart mit der Bestimmung vom luteinisierenden Hormon kann man Menstruationszyklusphasen sicher bestimmen und voneinander abgrenzen**
- **Dieses Vorgehen ist teuer, zeit- und ressourcenaufwändig. Daher nutzen viele Studien alternative Methoden und nehmen dadurch potenzielle Ergebnisverzerrungen in Kauf**
- **Zwischen 1990–2024 haben 19 Studien die hormonbasierte Phasenbestimmung genutzt (durchschnittliche Stichprobengröße: n = 13,9), nur 2 davon untersuchten Spitzensportlerinnen**
- **Spitzenleistung und Ventilation scheinen während der frühen Follikelphase beeinträchtigt zu sein, Koordination während des Eisprungs wird begünstigt. Kraftwerte waren unbeeinträchtigt.**
- **Trotz hoher methodischer Standards bleibt die Vergleichbarkeit der Studien erschwert. Schlussfolgerungen zu Zyklusphaseneffekten auf die Leistungsfähigkeit sollten kritisch betrachtet werden.**

Interessenkonflikt

Alle Autoren erklären, dass keine finanziellen oder sonstigen Interessenkonflikte vorliegen.

Eine detaillierte Studienübersicht findet sich in der E-Paper-Version des Beitrags (wmm-online.de).

Literatur

1. Benito PJ, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, et al; IronFEMME Study Group. Effect of Menstrual Cycle Phase on the Recovery Process of High-Intensity Interval Exercise-A Cross-Sectional Observational Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 13;20(4):3266.
2. Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2020 Dec;23(12):1220–1227.
3. Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycheley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Feb 9;18(4):1667.
4. Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of Estrogen on Musculoskeletal Performance and Injury Risk. *Front Physiol*. 2019 Jan 15;9:1834.
5. Dam TV, Dalgaard LB, Sevdalis V, et al. Muscle Performance during the Menstrual Cycle Correlates with Psychological Well-Being, but Not Fluctuations in Sex Hormones. *Med Sci Sports Exerc*. 2022 Oct 1;54(10):1678–1689.
6. D'Souza AC, Wageh M, Williams JS, et al. Menstrual cycle hormones and oral contraceptives: a multimethod systems physiology-based review of their impact on key aspects of female physiology. *J Appl Physiol*. 2023;135(6):1284–1299.
7. Elliott-Sale KJ, Minahan CL, de Jonge XAKJ, et al. Methodological Considerations for Studies in Sport and Exercise Science with Women as Participants: A Working Guide for Standards of Practice for Research on Women. *Sports Med*. 2021 May;51(5):843–861.
8. Elmagarmid A, Hammady H, Fedorowicz Z, et al. Rayyan: a systematic reviews web app for exploring and filtering searches for eligible studies for Cochrane Reviews [Internet]. Google Scholar 2014. [Letzter

- Zugriff: 5. Mai 2026]; verfügbar unter: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=Cb9BDJkAAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=Cb9BDJkAAAAJ:v6i8RkmR8ToC
9. Fridén C, Hirschberg AL, Saartok T. Muscle strength and endurance do not significantly vary across 3 phases of the menstrual cycle in moderately active premenopausal women. *Clin J Sport Med*. July 2003;13(4):238–241.
 10. Fridén C, Hirschberg AL, Saartok T, Renström P. Knee joint kinaesthesia and neuromuscular coordination during three phases of the menstrual cycle in moderately active women. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. April 2006;14(4):383–389.
 11. Fridén C, Ramsey DK, Bäckström T, Benoit DL, Saartok T, Hirschberg AL. Altered postural control during the luteal phase in women with premenstrual symptoms. *Neuroendocrinology*. 2005;81(3):150–157.
 12. Graja A, Kacem M, Hammouda O, Borji R, Bouzid MA, Souissi N, Rebai H. Physical, Biochemical, and Neuromuscular Responses to Repeated Sprint Exercise in Eumenorrheic Female Handball Players: Effect of Menstrual Cycle Phases. *J Strength Cond Res*. 2022 Aug 1;36(8):2268–2276.
 13. Gür H. Concentric and Eccentric Isokinetic Measurements in Knee Muscles During the Menstrual Cycle: A Special Reference to Reciprocal Moment Ratios. *Arch Physical Med Rehab*. 1997; 78(5):501–505.
 14. Isacco L, Duché P, Boisseau N. Influence of Hormonal Status on Substrate Utilization at Rest and during Exercise in the Female Population. *Sports Med*. April 2012;42(4):327–342.
 15. James JJ, Leach OK, Young AM, et al. The exercise power-duration relationship is equally reproducible in eumenorrheic female and male humans. *J Appl Physiol* (1985). 2023 Feb 1;134(2):230–241.
 16. Janse de Jonge XA. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med*. 2003;33(11):833–851.
 17. Janse DE, Jonge X, Thompson B, Han A. Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2019 Dec;51(12):2610–2617.
 18. Khosla S, Monroe DG. Regulation of Bone Metabolism by Sex Steroids. *Cold Spring Harb Perspect Med*. Januar 2018;8(1):a031211.
 19. Kubo K, Miyamoto M, Tanaka S, Maki A, Tsunoda N, Kanehisa H. Muscle and tendon properties during menstrual cycle. *Int J Sports Med*. Februar 2009;30(2):139–143.
 20. Lee SJL, Sim MP, Rens FECAV, Peiffer JJ. Fatigue Resistance Is Altered during the High-Hormone Phase of Eumenorrheic Females but Not Oral Contraceptive Users. *Med Sci Sports Exerc*. Januar 2024;56(1):92–102.
 21. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. Oktober 2009;62(10):e1–e34.
 22. Matsuda T, Takahashi H, Nakamura M, et al. Influence of menstrual cycle on muscle glycogen utilization during high-intensity intermittent exercise until exhaustion in healthy women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2022;47(6):671–680.
 23. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2020 Oct;50(10):1813–1827.
 24. Meignié A, Duclos M, Carling C, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. *Front Physiol*. 2021 May 19;12:654585.
 25. Niering M, Wolf-Belala N, Seifert J, et al. The Influence of Menstrual Cycle Phases on Maximal Strength Performance in Healthy Female Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports (Basel)*. 2024 Jan 12;12(1):31.
 26. Oosthuysen T, Bosch AN, Jackson S. Cycling time trial performance during different phases of the menstrual cycle. *Eur J Appl Physiol*. June 2005;94(3):268–276.
 27. Oxfeldt M, Frederiksen LK, Gunnarson T, Hansen M. Influence of menstrual cycle phase and oral contraceptive phase on exercise performance in endurance-trained females. *J Sports Med Phys Fitness*. 2024;64(3):236–247.
 28. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71.
 29. Rael B, Alfaro-Magallanes V, Romero-Parra N, et al. Menstrual Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):860.
 30. Recacha-Ponce P, Collado-Boira E, Suarez-Alcazar P, Montesinos-Ruiz M, Hernando-Domingo C. Is It Necessary to Adapt Training According to the Menstrual Cycle? Influence of Contraception and Physical Fitness Variables. *Life (Basel)*. 2023 Aug 17;13(8):1764.
 31. Romero-Parra N, Cupeiro R, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, et al. Exercise-Induced Muscle Damage During the Menstrual Cycle: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*. 2021;35(2):549–561.
 32. Santos RL dos, Silva FB da, Ribeiro RF, Stefanon I. Sex hormones in the cardiovascular system. *Horm Mol Biol Clin Invest*. 2014;18(2):89–103.
 33. Sawai A, Tochigi Y, Kavaliova N, Zaboronok A, Warashina Y, Mathis BJ, u. a. MRI reveals menstrually-related muscle edema that negatively affects athletic agility in young women. *PLoS ONE*. 2018;13(1):e0191022.
 34. Schlie J, Krassowski V, Schmidt A. Effects of menstrual cycle phases on athletic performance and related physiological outcomes: a systematic review of studies using high methodological standards. *J Appl Physiol* (1985). 2025 Sep 1;139(3):650–667.
 35. Smith MJ, Adams LF, Schmidt PJ, Rubinow DR, Wassermann EM. Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Ann Neurol*. 2002;51(5):599–603.
 36. Souza De MJ, Maguire MS, Rubin KR, Maresh CM. Effects of menstrual phase and amenorrhea on exercise performance in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22(5):575–580.
 37. Souza De MJ, Miller BE, Loucks AB, Luciano AA, Pescatello LS, Campbell CG, Lasley BL. High frequency of luteal phase deficiency and anovulation in recreational women runners: blunted elevation in follicle-stimulating hormone observed during luteal-follicular transition. *J Clin Endocrinol Metab*. 1998 Dec;83(12):4220–4432.
 38. Trego LL, Middleton MCA, Centi S, et al. The Military Women's Health Delphi Study: A Research Agenda for the Next Decade. *Mil Med*. 2023 Jul 25;188(Suppl 4):32–40.
 39. Williams TJ, Krahenbuhl GS. Menstrual cycle phase and running economy. *Med Amp Sci Sports Amp Exerc*. 1997;29(12):1609–1618.

Manuskriptdaten

Zitierweise

Schlie J, Krassowski V, Schmidt A. Einfluss der Menstruationszyklusphasen auf die sportliche Leistungsfähigkeit: Eine systematische Übersichtsarbeit unter Berücksichtigung hoher methodischer Standards. *WMM* 2026;70(7–8):367–374.

DOI: <https://doi.org/10.48701/opus4-910>

Für die Verfasser

Jennifer Schlie, M.Sc.
Fakultät für Humanwissenschaften
Institut für Sportwissenschaft
Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579 Neubiberg
E-Mail: jennifer.schlie@unibw.de

Manuscript Data

Citation

Schlie J, Krassowski V, Schmidt A. [Effects of Menstrual Cycle Phases on Athletic Performance and Related Physiological Outcomes: A Systematic Review of Studies Using High Methodological Standards (German Abridged Version)]. *WMM* 2026;70(7–8):367–374.

DOI: <https://doi.org/10.48701/opus4-910>

For the Authors

Jennifer Schlie, M.Sc.
Faculty of Human Sciences
Institute of Sports Science
University of the Bundeswehr Munich
Werner-Heisenberg-Weg 39, D-85579 Neubiberg
E-Mail: jennifer.schlie@unibw.de