

# Učinci faza menstrualnog ciklusa na trening i sportsku izvedbu kod žena

---

Juračić, Anamarija

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:198066>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-09**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**Anamarija Juračić**

**UČINCI FAZA MENSTRUALNOG CIKLUSA NA  
TRENING I SPORTSKU IZVEDBU KOD ŽENA**

**diplomski rad**

**Zagreb, prosinac 2023.**

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI RAD**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Kineziološki Fakultet**

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

**Naziv studija: Izobrazba trenera; smjer: Fitness**

**Vrsta studija: stručni**

**Razina kvalifikacije: diplomski studij**

**Studij za stjecanje akademskog naziva: magistar/magistra trenerske struke fitnesa (mag.cin)**

**Znanstveno područje: Društvene znanosti**

**Znanstveno polje: Kineziologija**

**Vrsta rada: Znanstveno-istraživački rad/Stručni rad**

**Naziv specijalističkog diplomskog rada:** je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022/2023 dana 14. srpnja 2023

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Saša Vuk

**Pomoć pri izradi:**

**Učinci faza menstrualnog ciklusa na trening i sportsku izvedbu kod žena**

Anamarija Juračić, 0068227562

**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

1. izv. prof. dr. sc. Saša Vuk   Predsjednik-mentor
2. izv. prof. dr. sc. Marija Rakovac   član
3. izv. prof. dr. sc. Josipa Nakić   član
- 4.

**Broj etičkog odobrenja:**

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,**

Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

**FINAL PAPER**

**University of Zagreb**

**Faculty of Kinesiology**

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

**Title of study program: Sport Coach Education; course: Fitness**

**Type of program: Professional**

**Level of qualification: Graduate**

**Acquired title: Master of the Coaching Profession in Fitness**

**Scientific field: Kinesiology**

**Type of thesis: Scientific-research/Professional work**

**Master thesis:** has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on July 14, 2023

**Mentor:** Assoc. Prof. Saša Vuk, PhD

**Technical Title of study program: support:**

**Effects of menstrual cycle phases on training and sports performance in women**

Anamarija Juračić, 0068227562

**Thesis defence committee:**

1. Assoc. Prof. Saša Vuk, PhD. chairperson-supervisor
2. Assoc. Prof. Marija Rakovac, PhD. member
3. Assoc. Prof. Josipa Nakić, PhD. member
- 4.

**Ethics approval number:**

**Printed and electronic (pdf Format) version of thesis is deposited** in Library of the Faculty of Kinesiology,

Horvacanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija specijalističkog diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

X \_\_\_\_\_

upisati titulu, ime i prezime

Student:

X \_\_\_\_\_

upisati ime i prezime

## ZAHVALA

Prvo se želim zahvaliti mom mentoru izv. prof. dr. sc. Saši Vuku na svim savjetima i velikoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.

Zatim se želim zahvaliti mojoj obitelji i prijateljima koji su uvijek neizmjerena podrška, a posebno hvala Ivi, Andrei, Kristini i mom Luki.

I najveće hvala dugujem mojim roditeljima Heleni i Davoru koji su uvijek tu uz mene bez obzira na sve i koji su mi pružili podršku kroz cijeli studij.

# UČINCI FAZA MENSTRUALNOG CIKLUSA NA TRENING I SPORTSKU IZVEDBU KOD ŽENA

## Sažetak

Cilj ovog rada bio je istražiti nalaze studija koje su proučavale učinke različitih faza menstrualnog ciklusa na performanse u treningu i sportsku izvedbu u ženskoj populaciji. Ovaj pregled sadrži općenito opis menstrualnog ciklusa te njegovih faza i fiziološke promjene koje prate pojedinu od tih faza. Analizirana je sportska izvedba i trening kod žena s obzirom na nekoliko izdvojenih parametara bitnih za sportašice. Kao što su san, prehrana i ozljede koje prate razne promjene s obzirom na fazu menstrualnog ciklusa. U radu se navode razne hormonalne promjene koje utječu na ženski organizam odnosno organske sustave te se na taj način posljedice održavaju u sportskoj izvedbi. Najveći učinak ogleda se u fluktuaciji hormona estradiola odnosno estrogena te progesterona čija se razina povećava ili smanjuje s obzirom na folikularnu i luteinsku fazu u menstrualnom ciklusu. S obzirom na spoznaje dosadašnjih studija pokazalo se kako je utjecaj kod žena sa eumenorejom vrlo mali, gotovo zanemariv. Također, većina je studija proučavala samo jednu fazu menstrualnog ciklusa. Smatra se da je folikularna faza ona u kojoj dolazi do više osjetnih promjena u izvedbi. Često dolazi i do neslaganja između više različitih studija. Nešto zbog lošije i manje kvalitetne provedbe istraživanja, a nešto zbog slabije dostupnih podataka. S obzirom na analizu ovog rada može se reći da još nema konkretnih i čvrstih dokaza koji bi potvrdili pitanje značajnijeg utjecaja faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu i trening, no bez obzira na to, a s obzirom da je interes o ovoj temi sve veći, gotovi svi izvori slažu se kako bi svakoj sportašici trebalo pristupiti individualno zbog zavisnosti vrhunskih rezultata i malih nijansa koje mogu presuditi u istom.

## Ključne riječi

menstrualni ciklus, estradiol, estrogen, progesteron, folikularna faza, lutealna faza, sportska izvedba

# **EFFECTS OF MENSTRUAL CYCLE PHASES ON TRAINING AND SPORTS PERFORMANCE IN WOMEN**

## **Abstract**

The aim of this work is to investigate the findings of studies that studied the effects of different phases of the menstrual cycle on training performance and sports performance in the female population. This overview contains a general description of the menstrual cycle and its phases and the physiological changes that accompany each of these phases. Sports performance and training in women were analyzed with regard to several selected parameters important for female athletes. Such as sleep, diet and injuries that accompany various changes with respect to the phase of the menstrual cycle. The paper mentions various hormonal changes that affect the female organism, i.e. organ systems, and in this way the consequences are maintained in sports performance. The greatest effect is reflected in the fluctuation of the hormones estradiol, that is, estrogen and progesterone, the number of which increases or decreases with regard to the follicular and luteal phase in the menstrual cycle. Considering the findings of previous studies, it has been shown that the impact in women with eumenorrhea is very small, almost negligible. Also, most studies only looked at one phase of the menstrual cycle. The follicular phase is considered to be the one where more noticeable changes in performance occur. There are often disagreements between several different studies. Some of it is due to poorer and lower-quality research implementation, and some of it is due to less available data. Considering the analysis of this paper, it can be said that there is still no concrete and solid evidence that would confirm the issue of a significant influence of the phases of the menstrual cycle on sports performance and training, but regardless of that, and considering that the interest in this topic is increasing, almost all sources agree that each athlete should be approached individually due to the dependence of top results and small nuances that can determine the same.

## **Key words**

menstrual cycle, estradiol, estrogen, progesterone, follicular phase, luteal phase, sports performance



## Sadržaj

1. UVOD .....	9
2. MENSTRUALNI CIKLUS .....	10
2.1. Predmenstrualni sindrom i predmenstrualni disforični poremećaj.....	11
3. ABNORMALAN MENSTRUALNI CIKLUS .....	13
3.1.    Produljeni interval .....	13
3.2.    Pojačano menstrualno krvarenje .....	14
4. SPORTSKA IZVEDBA I TRENING KOD ŽENA .....	15
4.1.    Utjecaj menstrualnog ciklusa i sna na sportsku izvedbu .....	16
4.2.    Utjecaj prehrane i menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu .....	18
4.3.    Faze menstrualnog ciklusa i njihov utjecaj na sportsku izvedbu .....	22
4.4.    Učinci faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu i preporuke .....	23
4.5.    Utjecaj faza menstrualnog ciklusa na ozljede .....	26
5. ZAKLJUČAK .....	28
6. LITERATURA .....	29

# 1. UVOD

Povećanje razine vježbanja u posljednjih nekoliko godina među profesionalnim i rekreativnim sportašicama dovelo je do povećanog znanstvenog interesa za zdravlje i izvedbu u populaciji sportašica (Peinado i sur., 2021).

Istraživanja temeljena na učinku performansi nisu išla u korak s eksponencijalnim porastom sudjelovanja žena u sportu. Također, istraživanja temeljena na muškarcima ne mogu se izravno primijeniti na žene s obzirom na anatomske, fiziološke i endokrinološke razlike među spolovima. S obzirom na to, sportašice će imati koristi od spolno specifičnih istraživanja i smjernica, koje razmatraju učinke ženske fiziologije, kao što je menstrualni ciklus, na sportsku izvedbu (McNulty i sur., 2020).

Koncentracije endogenih spolnih hormona mijenjaju se tijekom menstrualnog ciklusa što bi moglo utjecati na izvedbu vježbanja kod žena (McNulty i sur., 2020).

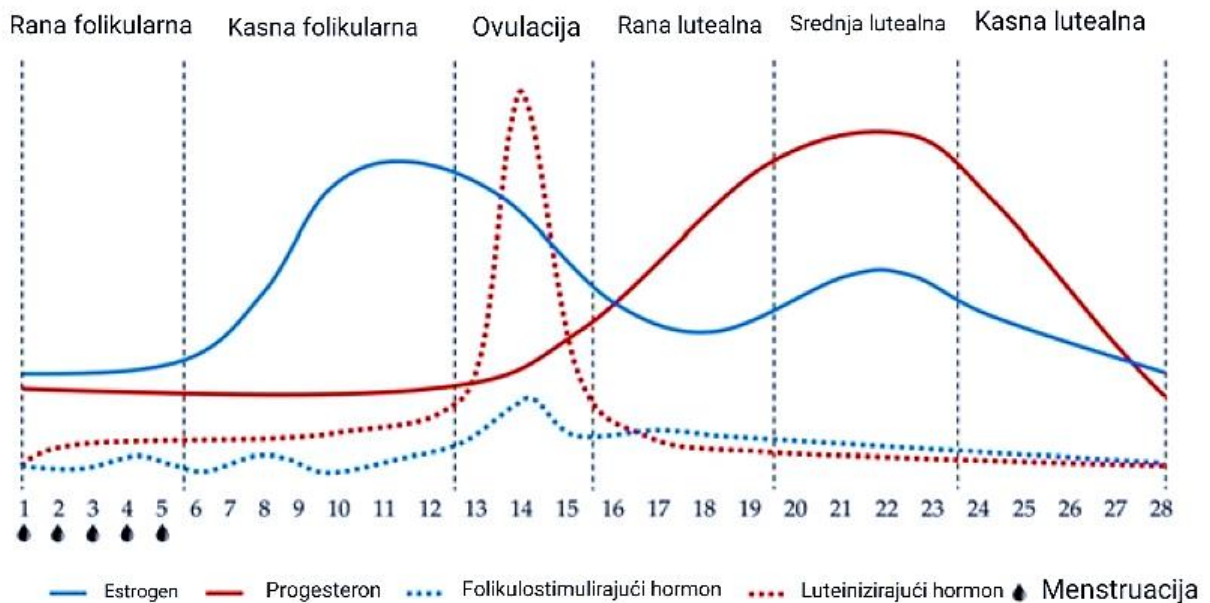
Kod vrhunskih sportaša, individualizacija treninga se naširoko preporučuje za optimizaciju natjecateljskog učinka. Prethodne studije pokazale su utjecaj hormonalnih fluktuacija na različite parametre izvedbe među sportašicama. Dok je razmatranje faza menstrualnog ciklusa kao parametra u strategijama individualizacije treninga neophodno, treba procijeniti sustavne dokaze koji potvrđuju takve utjecaje (Meignié i sur., 2021).

Elementi fiziologije jedinstveni za žene poput fluktuirajuće koncentracije ženskih spolnih hormona kroz različite faze menstrualnog ciklusa, mogu biti važno razmatranje za optimizaciju izvedbe i održavanje zdravlja sportašica. Proučavanje utjecaja faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu vrlo je značajna komponenta koja je potrebna kako bi se poboljšala znanost u sportu za žene. To bi moglo poboljšati razumijevanje načina na koji menstrualni ciklus može utjecati na sportašice i informirati o tome na koji način su provedeni trening, oporavak te programi za praćenje sportašica s obzirom na fazu menstrualnog ciklusa (Carmichael i sur., 2021).

## 2. MENSTRUALNI CIKLUS

Menstrualni ciklus sastoji se od niza događaja koji pripremaju maternicu za moguću trudnoću. Menstrualni ciklus koji je redovit i traje između 21 i 35 dana naziva se eumenoroični. Eumenoroični ciklus dijeli se na dvije glavne faze, folikularnu i lutealnu koje sačinjava pojava menstruacije, sazrijevanje folikula, ovulaciju i formiranje žutog tijela. Međutim, klasificiranje menstrualnog ciklusa korištenjem samo dvije faze ne razlikuje dovoljno višestruke hormonalne promjene koje se javljaju unutar njih. Radi toga se u istraživanju menstrualni ciklus obično izražava u podfazama kao što su rana folikularna, kasna folikularna, ovulacijska, rana lutealna, srednja lutealna, kasna lutealna (Charmicale i sur., 2021).

Fluktuacije ženskih spolnih hormona, poput estrogena, progesterona, folikul-stimulirajući hormon (FSH) i luteinizirajućeg hormona (LH) predstavljene na slici 1 karakteriziraju podfaze eumenoreičnog menstrualnog ciklusa (Charmicale i sur., 2021).



**Slika 1.** Hormonalne promjene i faze u eumenoroičnom 28-dnevnom menstrualnom ciklusu. Prerađeno prema „The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance:“ (Charmichael i sur., 2021).

Rana folikularna faza započinje menstruacijom koja obično traje 4 do 6 dana. Tijekom tog perioda koncentracija ženskih spolnih hormona je relativno niska i stabilna.

Folikularna faza traje sve dok ne nastupi ovulacija. Tijekom kasne folikularne faze dolazi do povećanog lučenja estrogena, a svaki folikul („mješčić“) jajnika sadrži po jedno zrelo jajašce. Kada razina estrogena naraste do kritične točke dolazi do povećanog lučenja gonadotropin oslobađajućeg hormona (GnRH), koji zatim uzrokuje brzi porast luteinizirajućeg hormona (LH). LH val u kasnoj folikularnoj fazi pokreće ovulaciju u kojoj zreli folikul pukne oslobađajući jajašce u trbušnu šupljinu.

Rana lutealna faza počinje nakon ovulacije. Tijekom ove faze, puknuti folikul postaje žuto tijelo i izlučuje progesteron i malu količinu estrogena. Srednja lutealna faza sadrži vrhunac progesterona i drugi, manji vrh estrogena, kako bi se endometrij pripremio za implantaciju oplođenog jajašca. Luteinska faza će završiti trudnoćom ako se implantira oplođeno jajašce. Ako jajašce ostane neoplođeno, žuto tijelo će se degradirati, uzrokujući pad progesterona i estrogena tijekom kasne lutealne faze dok se ciklus priprema za ponovni početak pri čemu se sluznica maternice na kraju ljušti spremna za ponovni početak menstrualnog krvarenja.

Približno vrijeme svake faze menstrualnog ciklusa prikazano je na slici 1, međutim, vrijeme ovulacije, a time i različite faze menstrualnog ciklusa, mogu biti vrlo varijabilne. Ova varijabilnost je razlog zašto mjerenja kao što su urinarni LH testovi i mjerenja estrogena i progesterona u serumu koriste za točnu identifikaciju faze menstrualnog ciklusa. Menstrualni ciklus obično počinje oko 13. godine života i nastavit će se redovito do perimenopauze oko 45. godine života, osim ako ga ne prekinu trudnoća, korištenje hormonskih kontraceptiva (HC) ili menstrualna i ovulacijska disfunkcija (Carmichael i sur., 2021).

## **2.1. Predmenstrualni sindrom i predmenstrualni disforični poremećaj**

Simptomi povezani s menstrualnim ciklusom često su proučavani u kontekstu predmenstrualnog sindroma (PMS) i predmenstrualnog disforičnog poremećaja (PMDD) koje karakterizira kasna lutealna faza kod psihičkih simptoma (anksioznost, depresija, neraspoloženje), vegetativnih simptoma (apetit, spavanje) i fizičkih simptoma (akne, bol u dojčkama, grčevi, glavobolja). Iako su PMS i PMDD slični, PMDD se smatra težim od PMS-a. Trenutno se PMDD definira povećanjem simptoma tijekom tjedna prije menstruacije, koja

rezultira klinički značajno lošijom voljom ili ometanjem dnevnih aktivnosti, a potvrđuje se korištenjem dnevnih izvješća kroz najmanje dva menstrualna ciklusa te nije pogoršanje nekog drugog stanja i nestaje u tjednu nakon menstruacije (Kiesner,2017) .

Istraživanje usmjereno na fizičke i psihičke simptome menstrualnog ciklusa, bez mjerenja razine steroida, također je pokazalo važne individualne razlike. Na primjer, dok neke žene pokazuju klasičnu putanju simptoma PMS-a (perimenstrualni porast simptoma i pad sredinom ciklusa), druge žene pokazuju upravo suprotno (sredinom ciklusa jaki simptomi i perimenstrualni pad), a ostale žene nemaju predvidljive promjene simptoma tijekom ciklusa (Kiesner, 2017).

## 3. ABNORMALAN MENSTRUALNI CIKLUS

### 3.1. Produljeni interval

Brojna medicinska stanja mogu uzrokovati nepravilne menstruacije ili izostanak menstruacije kod adolescentica. Iako je sekundarna amenoreja definirana kao izostanak menstruacije tijekom 6 mjeseci, statistički je neuobičajeno da djevojčice i adolescentice ostanu amenoroične dulje od 3 mjeseca ili 90 dana (95. percentil za duljinu ciklusa). Zato je važno započeti s procjenom sekundarne amenoreje nakon izostanka menstruacije tijekom 90 dana. Djevojčice i adolescentice sa kaotično neredovitim ciklusima, s više od tri mjeseca između menstruacija treba upozoriti, a ne reći im da je "normalno" imati neredovite mjesečnice u prvim ginekološkim godinama (Diaz i sur., 2006).

Neredovita menstruacija može biti povezana s mnogim stanjima, uključujući trudnoću, endokrine poremećaje i stečena medicinska stanja, jer su sva ta stanja povezana s poremećajem endokrine funkcije hipotalamusa i hipofize (Diaz i sur., 2006).

Obično, sindrom policističnih jajnika (PCOS) uzrokuje produljene intervale između menstruacija, osobito kod pacijenata sa znakovima viška androgena. Patogeneza PCOS-a je nejasna. Mnogi stručnjaci vjeruju da PCOS nastaje kao posljedica primarne funkcionalne intraovarijalne prekomjerne proizvodnje androgena. Drugi vjeruju da prekomjerno lučenje luteinizirajućeg hormona iz hipofize, koji stimulira sekundarni višak androgena u jajnicima, ima ulogu u nastanku poremećaja. Treći pak pretpostavljaju da PCOS može biti povezan s hiperinzulinizmom. Bez obzira na porijeklo, PCOS je odgovoran za 90% hiperandrogenizma među ženama i po definiciji je karakteriziran amenorejom i oligomenorejom (Diaz i sur., 2006).

Točan uzrok amenoreje kod sportašica je nepoznat. Uzrok ovog poremećaja može biti pretjerano mršavljenje, promjene u sastavu tijela, nedovoljna prehrana, psihički stres i intenzivan trening (Kishali i sur., 2006).

Veća stopa amenoreje javlja se u sportovima gdje je nametnut „mršaviji“ tip tjelesne građe (npr. gimnastika, trčanje) (Coelho i sur., 2021).

Nije dokazano da tjelovježba liječi ili pogoršava bolnu menstruaciju, ali se pokazalo da ublažava menstrualne grčeve zbog poboljšane cirkulacije u maternici. Smanjenje menstrualnih grčeva također bi moglo biti povezano s povećanim razinama endorfina proizvedenih tijekom

dugotrajne tjelesne aktivnosti koji mogu ublažiti bol. Neke žene kažu da im se bol smanjila kada su redovito vježbale (Kishali i sur., 2006).

Javljaju se i menstrualni poremećaji s kroničnim bolestima, poput loše kontroliranog dijabetesa melitusa, s genetskim i urođenim stanjima, kao što su Turnerov sindrom i s drugim oblicima gonadne disgeneze. Dijagnoza trudnoće uvijek bi trebala biti isključena, čak i ako anamneza sugerira da pacijentica nije bila spolno aktivna (Diaz i sur., 2006).

### **3.2. Pojačano menstrualno krvarenje**

Prva mjesečnica kod žena obično je srednjeg protoka, a potreba za menstrualnim higijenskim proizvodima obično nije pretjerana. Iako stručnjaci obično smatraju da je srednji gubitak krvi tijekom menstruacije 30 ml po ciklusu i da je kronični gubitak veći od 80 ml povezan s anemijom, ima ograničenu kliničku korist jer većina žena ne može izmjeriti svoj gubitak krvi. Međutim, nedavna studija kod odraslih žena potvrđuje da je percepcija obilnog menstrualnog ciklusa povezana s većim objektivnim volumenom gubitka krvi (Diaz i sur., 2006). Pokušaji mjerenja menstrualnog gubitka krvi na temelju broja uložaka ili tampona korištenih po danu ili učestalosti mijenjanja uložaka podložni su varijablama kao što su izbirljivost pojedinca, njihovo poznavanje ili udobnost s proizvodima za menstrualnu higijenu, pa čak i varijacije među vrstama i markama uložaka ili tampona. Većina izvještava o mijenjanju uložaka otprilike 3 do 6 puta dnevno, iako vanjska ograničenja poput školskih pravila i ograničeno vrijeme između školskih sati može učiniti menstrualnu higijenu problematičnijom za adolescentice nego za žene (Diaz i sur., 2006).

Ova vrsta akutne menoragije (produljeno ili obilno menstrualno krvarenje), iako je najčešće povezana s anovulacijom (izostanak ovulacije), također je povezana s dijagnozom hematoloških problema, uključujući Von Willebrandovu bolest i druge poremećaje krvarenja ili druge ozbiljne probleme, uključujući zatajenje jetre i zloćudne bolesti (Diaz i sur., 2006).

## 4. SPORTSKA IZVEDBA I TRENING KOD ŽENA

Biološke razlike između muškaraca i žena pridonose nekoliko spolno specifičnih obilježja. Mnoge od tih razlika uglavnom su posljedica fluktuacija spolnih steroidnih hormona, posebice estrogena i gestagena (grupa hormona srodnih sa progesteronom) (Rocha-Rodrigues i sur., 2021).

Ženski hormoni, estrogen i progesteron, fluktuiraju predvidljivo tijekom menstrualnog ciklusa u žena s prirodnom eumenorejom. Osim reproduktivne funkcije, ti hormoni utječu na mnoge druge fiziološke sustave, a njihovo djelovanje tijekom vježbanja može imati implikacije na izvedbu vježbanja (Oosthuyse i Bosch, 2010).

Poznato je da estrogen povećava dotok krvi u srce i mišiće pojačavanjem vazodilatacije koronarnih arterija i perifernih krvožilnih sustava. Također, pokazalo se da veće koncentracije estrogena u srednjoj lutealnoj fazi povećavaju volumen krvi u plućima i kapacitet plućne difuzije u usporedbi s folikularnom fazom u mirovanju i tijekom vježbanja. Važno je da tijekom vježbanja estrogen djeluje tako da štedi zalihe glikogena i povećava stopu oksidacije masti potičući lipolizu u mišićima, međutim to može biti modulirano i sa istovremenom prisutnošću progesterona (Mattu i sur., 2020).

Aspekti kao što su kardiorespiratorni kapacitet, snaga pri velikim brzinama, jakost stiska šake i fleksibilnost mogli bi se promijeniti zbog hormonalnih fluktuacija povezanih s menstrualnim ciklusom. Hormonalne fluktuacije također su odgovorne za fizičke simptome povezane s menstrualnim ciklusom, kao što je bol, što bi moglo utjecati na fizičku spremnost u većoj ili manjoj mjeri. Objektivno mjerenje ovih simptoma moglo bi pridonijeti rješavanju ovog pitanja. Međutim, u nekoliko je meta-analiza zaključeno da su potrebne studije s višom metodološkom kvalitetom kako bi se odredili učinci spolnih hormona na tjelesnu spremnost. Čak i da su te promjene minimalne, bile bi važne kod sportašica gdje je cilj postići najbolju izvedbu u natjecateljskim disciplinama (Recacha-Ponce i sur., 2023).

Menstrualni ciklus složen je fiziološki fenomen, iako se kod nekih žena ne događaju nikakve promjene prije ili tijekom menstruacije, kod nekih se žena događaju fizičke i fiziološke promjene. Također, neke žene osjećaju pad svoje fizičke sposobnosti tijekom menstrualnog



ciklusa, ali osvajanje olimpijskih medalja događalo se tijekom svih faza menstrualnog ciklusa (Kishali i sur., 2006).

Ženski spolni hormoni, posebno E2 (estradiol) i progesteron, imaju receptore u nekoliko tkiva u tijelu, stoga, osim reproduktivnih funkcija, ovi hormoni mogu utjecati na mnoge organe i fiziološke sustave kao što su hipotalamus, srčano-žilni sustav, bubrežni tubuli, jetra, skeletni mišići i masno tkivo, što može utjecati na izvedbu vježbanja žena (Rael i sur., 2021).

#### **4.1. Utjecaj menstrualnog ciklusa i sna na sportsku izvedbu**

Posljednjih godina povećana je pažnja prema važnosti sna i njegovoj ključnoj ulozi u sportskoj izvedbi, kogniciji, zdravlju i mentalnoj dobrobiti. Mnoge od ovih studija ispituju „vrhunske sportaše“ (npr. olimpijce, profesionalce i/ili igrače u nacionalnim i sveučilišnim timovima), a neke se fokusiraju na sportaše općenito. Unatoč svim uložnim naporima, prema bilo kojoj definiciji, brojni sportaši još uvijek imaju neadekvatan san. U usporedbi sa nesportašima, sportaši u prosjeku manje spavaju (Charest i Grandner, 2020).

Nedavno se Međunarodni olimpijski odbor (MOK) po prvi put pozabavio spavanjem kao glavnim doprinosom sportskoj izvedbi i temeljnom značajkom mentalnog zdravlja sportaša. Osim toga, Nacionalna sveučilišna atletska udruga (NCAA) uključila je kvalitetu spavanja kao dio svojih najboljih praksi za mentalno zdravlje, kao i nedavno objavljenu službenu izjavu o važnosti zdravlja sna za studente sportaše. Ove izjave o stavu NCAA i IOC-a predstavljaju povećanu svijest o važnosti zdravog sna među organizacijama elitnih sportaša. Istraživanja izričito preporučuju pružanje edukacije o spavanju, rutinsku procjenu i pregled poteškoća i poremećaja spavanja, a promicanje zdravlja sna trebalo bi biti cilj sportskih programa (Charest i Grandner, 2020).

Vrhunski sportaši i treneri vjeruju da je spavanje najvažnija strategija oporavka i mnogi ga smatraju ključnim za optimalnu izvedbu. Unatoč ovoj percipiranoj važnosti, postoje brojne okolnosti koje mogu smanjiti količinu i kvalitetu sna kod sportaša (Fullagar i sur., 2023).

Nadalje, istraživanja proteklih godina sugeriraju učinak spolnih hormona i na performanse pamćenja. Neka su istraživanja primijetila poboljšane sposobnosti pamćenja tijekom lutealne faze menstrualnog ciklusa s visokim sadržajem progesterona (Plamberg i sur., 2021). Postoje dokazi koji pokazuju da hormonalne fluktuacije tijekom menstrualnog ciklusa moduliraju

performanse pamćenja. Iako su neke studije izvijestile o boljem pamćenju tijekom lutealne faze menstrualnog ciklusa (koju karakterizira visoka razina endogenog progesterona), druge nisu. Studije koje istražuju utjecaj faze menstrualnog ciklusa na deklarativnu konsolidaciju pamćenja ovisnu o snu su rijetke (Plamberger i sur., 2021).

Razumijevanje vremena i metaboličkih funkcija različitih tipova sna ključno je za razumijevanje mehanizma sveprisutnih učinaka nedostatka sna. Većina pojedinaca dobro funkcionira tijekom 16 sati budnosti sa 8 sati spavanja i oporavka. Kronično neoptimalno spavanje (odnosno nedostatak sna) oštećuje neurološku funkciju i kao rezultat toga negativno utječe na izvedbu, odgovarajuću kognitivnu obradu i raspoloženje (Bolin, 2019).

Vretena spavanja su signali nalik eksplozijama u elektroencefalogramu (EEG) u mozgu sisavaca dok spavaju i električni površinski korelati neuronskih oscilacija u talamusu. Kao jedan od najzastupljenijih EEG zapisa spavanja, vretena spavanja vjerojatno odražavaju snagu i savitljivost talamokortikalnih krugova koji su u osnovi individualnih kognitivnih profila (Fernandes i Lüthi, 2020).

Najjači i najdosljedniji učinci faze menstrualnog ciklusa na vretena spavanja naznačeni su povećanom EEG aktivnošću u frekvencijskom rasponu koji odgovara gornjem frekvencijskom rasponu vretena spavanja (13-15 Hz), što je vjerojatno da odražavaju povećanje brzih vretena spavanja, općenito veća aktivnost vretena spavanja (definirana kao srednja amplituda vretena  $\times$  srednje trajanje vretena), povećana gustoća vretena spavanja i dulje trajanje vretena spavanja u žena s prirodnim ciklusom tijekom lutealne u usporedbi s folikularnom fazom. U skladu s ovim nalazima, podaci pokazuju veću gustoću frontalnog i središnjeg vretena brzog spavanja kod žena s prirodnim ciklusom tijekom lutealne faze u usporedbi sa ženama tijekom folikularne faze (Plamberger i sur., 2021).

Otkriveno je da su žene s prirodnim menstrualnim ciklusom tijekom lutealne faze (karakterizirane visokom razinom endogenog progesterona) pokazale povećanu gustoću brzog vretena tijekom NREM2 spavanja u usporedbi sa ženama s prirodnim ciklusom tijekom folikularne faze (koju karakterizira niska razina endogenog progesterona). Uz to, žene u lutealnoj fazi pokazale su vrlo značajnu promjenu u performansama pamćenja tijekom noći, dok žene tijekom folikularne faze nisu. Nadalje, kod žena je tijekom lutealne faze, visoka razina progesterona bila povezana s većom gustoćom brzih vretena u snu. Ova otkrića upućuju na to

da oscilacije spolnog hormona progesterona ovisne o menstrualnom ciklusu utječu na gustoću vretena spavanja i stoga na konsolidaciju pamćenja ovisno o spavanju (Plamberger i sur., 2021).

## **4.2. Utjecaj prehrane i menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu**

Prehrana je važan aspekt pripreme sportaša za postizanje optimalnog zdravlja i performansi. Dok se opći koncepti o mikro- i makro-nutrijentima i vremenskom rasporedu hrane i tekućine bave sportskom znanosti, rijetko se u istraživanjima ili kliničkoj praksi posebno razmatraju specifični učinci ženske fiziologije na potrebe za energijom i tekućinom. Žene se od muškaraca razlikuju ne samo po veličini, već i po građi tijela i hormonskim obilježjima, a razlikuju se i međusobno. Njihovi mjesečni hormonski ciklusi, s fluktuacijama estrogena i progesterona, imaju različite učinke na metabolizam i zadržavanje tekućine. Takvi se ciklusi mogu mijenjati iz mjeseca u mjesec, mogu se potisnuti egzogenim hormonima i čak se njima može manipulirati kako bi se iskoristilo idealno vrijeme za izvedbu. (Holtzman i Ackerman, 2021).

Pretpostavlja se da spolni hormoni tijekom menstrualnog ciklusa utječu na termoregulaciju, ravnotežu tekućine, volumen krvne plazme te regulaciju vode i elektrolita (Helm i sur., 2021.) Volumen krvne plazme i ravnoteža tekućine u izravnoj su vezi s učinkom vježbanja. Smanjenje tjelesne mase od 2% zbog dehidracije može ugroziti sportsku izvedbu, a pokazalo se da hipohidracija na početku vježbanja smanjuje izvedbu specifičnu za sport. To je dodatno pogoršano s obzirom da je stopa znojenja modulirana menstrualnim ciklusom, te je povećana tijekom lutealne faze u usporedbi s folikularnom fazom. S obzirom na odnos između menstruacije i ravnoteže tekućine, strategije koje se temelje na rehidraciji trebale bi uzeti u obzir menstrualnu fazu tijekom koje se sportašica ili rekreacijska vježbačica rehidriraju. Sportska se izvedba također oslanja na odgovarajuće zalihe kalcija za održavanje zdravlja kostiju, što se sve više povezuje s dostupnošću energije kod sportašica. Pokazalo se da smanjenje od 15 kcal po kilogramu nemasne tjelesne mase smanjuje gustoću kostiju, povećavajući rizik od njihova prijeloma. Bolje razumijevanje nadoknade kalcija tijekom menstrualnog ciklusa moglo bi ponuditi poboljšanje programa treninga kako bi se maksimizirao metabolizam kostiju, a istovremeno smanjio rizik od ozljeda prijeloma stresa zbog fluktuacija ženskih spolnih hormona (Helm i sur., 2021).

Mnogi izvori se usredotočuju na određene izolirane komponente prehrambenih preporuka za sportašice, no potrebno je koristiti holistički pristup pri izradi tog plana. Predloženi model prikazan je na slici 2. U osnovi ovog modela je dovoljan EA i hidratacija: na primjer, optimiziranje sastava hranjivih tvari na temelju faze menstrualnog ciklusa je uzaludno bez potrebne energije za osnovno funkcioniranje. Nakon što se uzmu u obzir kalorijske potrebe, sastav tih kalorija, uključujući i tri osnovna makro-nutrijenta (ugljikohidrati, proteini, masti) i različiti mikro-nutrijenti (vitamini i minerali), može se prilagoditi potrebama sportaša. Tada se može optimizirati vrijeme unosa hrane, kako tijekom dana, tako i prije, tijekom i nakon vježbanja. Također, duljina vježbanja i intenzitet vježbanja, te vrsta vježbanja, utječu na potrebe sportaša. Endogeni ciklički hormonski profil može se unijeti u plan prehrane kod žena, nakon čega slijedi bilo kakva egzogena upotreba hormona. Mogu se promijeniti svi drugi učinci dobi i na kraju individualizacija plana za određenu sportašicu. Kako u izradi smjernica za sportaše općenito, tako i u radu s određenim sportašicama, ovaj model može okvirno poslužiti za postavljene ciljeve. Kako plan prehrane postaje sve bitniji, postaje i sve propisniji. Treba upamtiti da je najbolji plan prehrane onaj koji omogućuje najbolje rezultate. Slično kao što sportaši postaju sve napredniji u svojim planovima treninga kako dob i iskustvo treniranja rastu, planovi prehrane trebali bi postati specifičniji kako sportaš postaje iskusniji. Ne pridržavanje i ne mogućnost praćenja plana može opteretiti sportaša na isti način na koji prenapredan plan treninga može dovesti do ozljede (Holtzman i Ackerman, 2021).



**Slika 2.** Potencijalna hijerarhija prehrambenih mogućnosti i potreba za sportašice. Prilikom izrade prehrambenih planova, sportaši bi trebali osigurati da su sve niže komponente piramide

postignute ka primicanju vrhu. Prerađeno prema „Recommendations and Nutritional Considerations for Female Athletes“ (Holtzman i Ackerman, 2021).

Iako su se mnoga ispitivanja bavila samo jednom fazom menstrualnog ciklusa, obećavajuće intervencije za folikularnu fazu uključivale su: CES napitke za poboljšane performanse izdržljivosti i ekstrakt crnog ribiza za poboljšanu oksidaciju masti. Obećavajuće intervencije testirane samo u lutealnoj fazi uključuju: koncentrat *Montmorency* višnje za poboljšanje bolnog praga i kofein za pojačanu oksidaciju masti. Primjena ovih nalaza je inherentno ograničena zbog testiranja koje se obavlja samo u jednoj menstrualnoj fazi. Zbog hormonalnih fluktuacija tijekom menstrualnog ciklusa, intervencija temeljena na prehrani u jednoj fazi možda neće proizvesti iste rezultate u ostatku ciklusa. Od nekoliko ispitivanja koja mjere ishode u višestrukim menstrualnim fazama za usporedbu kroz ciklus, obećavajuće intervencije uključuju: obroke bogate kalcijem prije vježbanja na modulaciju resorpcije kosti izazvane vježbanjem i kofein na vršnu izlaznu snagu i jakost mišića. Intervencije temeljene na prehrani specifične za ciklus mogu poboljšati sportsku izvedbu kod sportašica razumijevanjem fiziologije menstruacije. (slika 3) (Helm i sur., 2021).



### 4.3. Faze menstrualnog ciklusa i njihov utjecaj na sportsku izvedbu

S obzirom na učinke koji nisu previše značajni, velike varijacije između raznih studija i broja studija koji su lošije kvalitete, a uključenih u istraživanje, ne mogu se oblikovati opće smjernice o izvedbi vježbi kroz menstrualni ciklus. Umjesto općih smjernica, preporučuje se personalizirani pristup na temelju odgovora svakog pojedinca na izvedbu vježbanja kroz menstrualni ciklus (McNulty i sur., 2020).

Odnos menstrualnog ciklusa i tjelesne aktivnosti nije jednosmjernan. Također, i u općoj populaciji je utvrđeno kako menstrualni ciklus te njegovi fizički i psihički korelati mogu negativno utjecati na dnevne i tjelesne aktivnosti. Na sličan način u sportskom okruženju menstrualni simptomi (npr. umor, bolovi u trbuhu) mogu smanjiti sposobnost treniranja kod sportašica. Do 50% vrhunskih i ostalih sportašica izvijestilo je o percepciji pogoršanja performansi s obzirom na menstrualni ciklus. Patofiziološka osnova ove percepcije nije u potpunosti poznata te su predloženi različiti mehanizmi za objašnjenje promjena u tjelesnim performansama tijekom menstrualnog ciklusa. S obzirom na to, reproduktivni hormoni zasigurno igraju presudnu ulogu u tako složenom fenomenu. Čini se da estrogen i progesteron imaju suprotne učinke, posredovane neuroekscitatornom modulacijom na proizvodnju sile, što rezultira nižom razinom snage tijekom lutealne faze, kada je progesteron povišen. Također, izgleda da je brza aktivacija mišića pod jakim utjecajem faza menstrualnog ciklusa, s mnogo slabijim mišićnim učinkom tijekom rane folikularne faze (Vena i Paschou, 2021).

U vremenskom se okviru od 24 sata razina ženskih spolnih hormona kod žena s eumenorejom može promijeniti za više od 100% (Bruinvels i sur., 2022).

Postoji niz predloženih mehanizama pomoću kojih niže razine estrogena i progesterona vidljive u ranoj folikularnoj fazi menstrualnog ciklusa mogu negativno utjecati na izvedbu vježbanja. Estrogen je poznat po svojim anaboličkim učincima, kao i po svojoj ulozi u regulaciji metabolizma supstrata povećanjem unosa glikogena i štednjom zaliha glikogena. Osim toga, pokazalo se da ima svojstva antioksidansa i stabilizatora membrane, što može ponuditi zaštitu od oštećenja mišića izazvanih vježbanjem i smanjiti upalne reakcije. Smatra se da estrogen ima neuroekscitatorne učinke (pojačana aktivnost neurona u mozgu), pri čemu smanjuje inhibiciju i povećava voljnu aktivaciju. S obzirom na navedeno, kada estrogen poraste tijekom kasne folikularne i ovulacijske faze i ostane povišen u srednjoj lutealnoj fazi, moguće je da bi to moglo utjecati na mišićnu izvedbu ili vježbanje maksimalnog i submaksimalnog intenziteta. Nadalje,

prsmatra se da progesteron ima anti-estrogene učinke. Stoga se može nagađati kako će korisni učinci estrogena na izvedbu vjerojatno biti veći u kasnim folikularnim i ovulacijskim fazama kada je estrogen visok bez interferencije progesterona u usporedbi sa srednjom lutealnom fazom kada su i estrogen i progesteron visoki (McNulty i sur., 2020).

Čini se da testosteron igra ulogu u poboljšanju tjelesnih performansi, mijenjajući elektrofiziološka i kontraktilna svojstva mišića. Međutim, nema pouzdanih podataka o promjenama bio-raspoloživog testosterona, biološki najaktivnije frakcije hormona, tijekom faza menstrualnog ciklusa. Smatra se da je još jedan od učinaka hormonalnih promjena tijekom različitih faza menstrualnog ciklusa i krutost tetiva, budući da se čini kako povećane koncentracije estrogena smanjuju gustoću kolagena i zauzvrat smanjuju krutost mišića i tetiva. Bez obzira na navedeno, ovo se opažanje još uvijek smatra kontroverznom. Promjene u metabolizmu i dostupnosti supstrata, također su predložene među mehanizmima koji bi mogli utjecati na performanse. Doista, više razine estrogena mogle bi potaknuti oksidaciju lipida u skeletnim mišićima i povećati dostupnost slobodnih masnih kiselina tijekom vježbanja (Vena i Paschou, 2021).

Praćenje menstrualnih faza među profesionalnim sportašicama postaje sve popularnije, a mnoge elitne sportske organizacije često koriste aplikacije za pametne telefone za praćenje mjesečnog ciklusa svojih sportašica, pružajući pomoćnom osoblju ključne informacije za promptno prepoznavanje poremećaja i pravovremenu nutritivnu intervenciju, intervenciju na temelju treninga ili medicinsku intervenciju (Vena i Paschou, 2021).

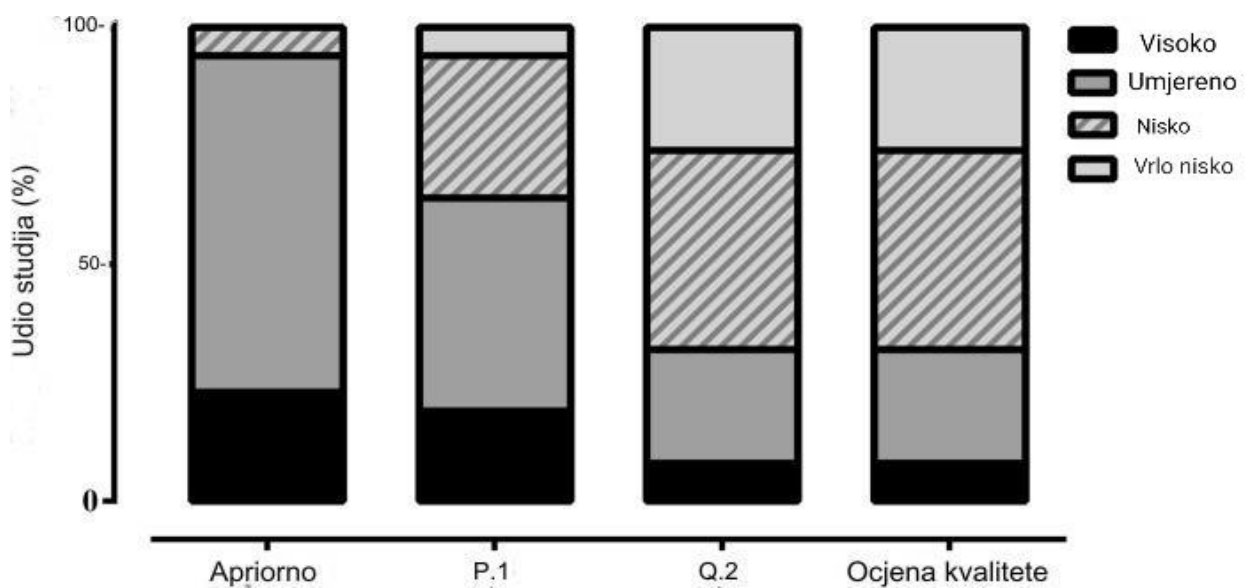
#### **4.4. Učinci faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu i preporuke**

McNulty i sur. (2021) prikazali su rezultate o utjecaju faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu kod eumenoroičnih žena.

Cilj rada bio je odrediti učinke menstrualnog ciklusa na izvedbu vježbanja i pružiti praktične preporuke za izvedbu utemeljene na dokazima kod žena sa eumenorejom. Pretražene su četiri baze podataka za objavljene eksperimentalne studije koje su istraživale učinke menstrualnog ciklusa na izvedbu vježbanja, koje su uključivale najmanje jednu mjeru ishoda poduzetu u dvije ili više definiranih faza menstrualnog ciklusa. Svi podaci su meta-analizirani korištenjem višerazinskih modela utemeljenih na Bayesovim načelima. Inicijalna meta-analiza objedinila je parove veličina učinka uspoređujući izvedbu vježbanja tijekom rane folikularne faze sa svim



ostalim fazama (kasna folikularna, ovulacijska, rana lutealna, srednja lutealna i kasna lutealna) zajedno. Zatim je provedena sveobuhvatnija analiza, uspoređujući izvedbu vježbe između svih faza s izravnim i neizravnim veličinama učinka u parovima putem mrežne meta-analize. U istraživanje je ukupno uključeno 78 studija s ukupno 1193 sudionika. Sve klasifikacije kvalitete prikazane su na slici 4. Analiza kvalitete temeljena na cjelokupnoj bazi dokaza (n = 78), utvrđena je na razini pojedinačne studije kao i dodatna pitanja u vezi faza menstrualnog ciklusa. Kvaliteta dokaza iz 78 studija uključenih u istraživanju prvenstveno je klasificirana kao „niska“ kvaliteta (8% „visoka“, 24% „umjerena“, 42% „niska“, 26% „vrlo niska“, slika 4) tako da je povjerenje u procjenu učinka ograničeno. Stvarni učinak može biti bitno drugačiji. Konkretno, 71% studija je prvotno dobilo ocjenu „umjerene“ kvalitete, međutim, nakon primjene pitanja koja se odnose na identifikaciju i verifikaciju faze menstrualnog ciklusa, samo je 24% tih studija dobilo konačnu ocjenu „umjerene“ kvalitete (Mc Nulty i sur., 2020).



**Slika 4.** Ocjena kvalitete ishoda svih uključenih studija (n = 78). Svaka traka predstavlja udio studija kojima je dodijeljena ocjena kvalitete „visoka“, „umjerena“, „niska“ ili „vrlo niska“. X-os predstavlja različite faze procesa ocjenjivanja kvalitete, s pitanjem jedan (P. 1) i pitanjem dva (P. 2) koji označavaju pitanja postavljena za određivanje identifikacije i verifikacije faze menstrualnog ciklusa u svakoj studiji, sa završnom trakom predstavlja udio studija dodijeljenih svakoj kategoriji ocjene kvalitete. Prerađeno prema „The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women“ (Mc Nulty i sur., 2020).

U uključenim studijama postojala je velika varijabilnost u metodama koje su korištene za identifikaciju i potom provjeru faze menstrualnog ciklusa, kao što je brojanje dana na temelju kalendara, bazalna tjelesna temperatura, upitnici o povijesti menstrualnog ciklusa, setovi za otkrivanje ovulacije u urinu i mjerenje estrogena i progesterona u slini, urinu i serumu. S obzirom na to da je obrazloženje za istraživanje učinka menstrualnog ciklusa na performanse potkrijepljeno promjenama u estrogenu i progesteronu, bitno je da studije točno potvrde akutne promjene u endogenim hormonima tijekom svake faze menstrualnog ciklusa kako bi se osiguralo da se ispita predviđena faza. Sveukupno, bez analize krvi, nejasno je koje hormonsko okruženje se istražuje, što otežava donošenje točnih zaključaka u vezi s promjenama u izvedbi u menstrualnom ciklusu i pravljenje izravnih usporedbi između studija. Ovo je prvi sustavni pregled s meta-analizom za ispitivanje učinka faze menstrualnog ciklusa na izvedbu vježbanja kod žena s eumenorejom. Podaci pružaju nove informacije da se izvedba vježbanja može u prosjeku smanjiti za trivijalnu količinu tijekom rane folikularne faze u usporedbi sa svim drugim fazama menstrualnog ciklusa. Meta-analiza također je identificirala veliku varijancu između studija u učinku menstrualnog na izvedbu vježbanja. Iz praktične perspektive, budući da su učinci obično trivijalni i varijabilni između studija, implikacije ovih nalaza vjerojatno će biti toliko male da će biti besmislene za većinu populacije. Međutim, ovi trivijalni učinci mogu biti od veće važnosti za vrhunske sportašice, kod kojih je razlika između pobjede i poraza marginalna. Konkretno, preporučuje se da treneri koji rade s vrhunskim sportašicama trebaju uzeti u obzir menstrualni ciklus i biti svjesni potencijalnih vremena tijekom ciklusa u kojima bi izvedba vježbe mogla biti smanjena (rana folikularna faza) ili poboljšana (sve druge faze menstrualnog ciklusa), ali ovaj pristup bi trebao biti prilagođen i informiran od strane pojedinačnog sportaša. Stoga buduće studije trebaju poboljšati metodološku kvalitetu (npr. odgovarajuće biokemijske rezultate za potvrdu faze menstrualnog ciklusa) i ograničiti zbunjujuće čimbenike kako bi se omogućilo dublje razumijevanje učinaka menstrualnog učinka na izvedbu vježbanja kod pojedinaca (McNulty i sur., 2020).

## 4.5. Utjecaj faza menstrualnog ciklusa na ozljede

Sportašice se smatraju visokorizičnim skupinama za određena stanja kao što su ozljede prednjeg križnog ligamenta (ozljede ACL-a), patelo-femoralni bolni sindrom, ozljede tipa stres frakture (prijelomi kostiju), potres mozga povezan sa sportom i seksualno nasilje u sportu (de Borja i sur., 2022).

Menstrualni ciklus je mogući čimbenik promjene rizika od ozljeda kod sportašica jer cikličke fluktuacije reproduktivnih hormona poput estrogena i progesterona mogu utjecati na mišićno-kostana tkiva kao što su mišići, tetive i ligamenti. Nekoliko studija je identificiralo veći rizik od nastanka ozljede ACL-a u kasnoj folikularnoj/ovulacijskoj fazi kada su koncentracije estrogena najviše, potencijalno zbog povećane labavosti ACL-a, iako su druge studije pokazale veću mogućnost ozljeda ACL-a tijekom rane folikularne ili kasne lutealne faze. Međutim, načini na koji su faze menstrualnog ciklusa definirane i procijenjene često nisu dosljedni. Na primjer, neke su studije uspoređivale samo učestalost ozljeda u fazama prije i nakon ovulacije koji ne uzima u obzir deseterostruko povećanje koncentracije estrogena od rane do kasne folikularne faze. Tumačenje objavljenih stopa ozljeda dodatno je otežano uključivanjem korisnica hormonske kontracepcije u skupove podataka unatoč smanjenoj regulaciji endogenih reproduktivnih hormona primjenom hormonske kontracepcije (Martin i sur., 2021).

Sportašice od 18-40 godina imaju 3,5 puta veću vjerojatnost da će zadobiti ozljedu ACL-a u usporedbi s muškim sportašima, ovisno o sportskoj populaciji. Unatoč nedavnom napretku u sportskoj medicini i tehnologiji, stope ozljeda ACL-a kod sportašica ne opadaju što je problematično jer stope sudjelovanja žena u sportu rastu. Stoga se predviđa da će se stope učestalosti ozljeda ACL-a kod žena povećati u budućnosti zbog veće izloženosti sudionika. Iako su čimbenici rizika povezani s anatomijom kostura, strategije biomehaničkog kretanja, obrasci neuromuskularne aktivacije i bio-psihosocijalni čimbenici mogu djelomično pridonoseći spolnoj nejednakosti u ozljedama ACL-a, jedan specifični fiziološki čimbenik rizika koji postaje sve zanimljiviji je uloga fluktuacija spolnih hormona jajnika na rizik od ozljeda ACL-a koji se pripisuje menstrualnom ciklusu. Zbog različitih koncentracija profila spolnih hormona jajnika kroz menstrualni ciklus, faze povezane s povećanim estrogenom mogu utjecati na popustljivost mekog tkiva, na formiranje kolagena i rastezna svojstva i cjelovitost ligamenata odnosno toleranciju mehaničkog opterećenja, utječući na labavost ligamenta i koljena i neuromuskularnu funkciju te tako potencijalno povećavaju osjetljivost na ozljede ACL-a. Međutim, postoje mješoviti i proturječni dokazi da specifična faza menstrualnog ciklusa može

dovesti do predispozicije kod sportašica većeg rizika od beskontaktno ozljede ACL. Primjetno je da su prethodna istraživanja u ovom području općenito ometena metodološkim ograničenjima i ograničenjima dizajna istraživanja. To uključuje nedosljednosti u verifikaciji menstrualnog ciklusa, odnosno nedostatak biomehaničke analize ili kompleta za ovulaciju. Stoga, potencijalno uključivanje žena s nedostatkom anovulatorne ili lutealne faze također znači nedosljednost u definicijama i profiliranju nehomogenih skupina bez razmatranja različitih hormonalnih varijacija u ranim i kasnim dijelovima svake od njih. Također i uključivanje korisnica hormonske kontracepcije i kontaktno ozljede ACL-a, te korištenje nepouzdanog prisjećanja na ozljede ili upitnika. Kako neuroekscitacija, živčano-mišićna funkcija i opuštenost ligamenta i koljena mogu varirati kroz menstrualni ciklus, kao i psihologija i percepcija percipiranog napora i intenziteta, hormonalne perturbacije menstrualnog ciklusa vjerojatno će utjecati na živčano-mišićnu aktivaciju i obrasce koordinacije tijekom zadataka s velikim utjecajem. Ove promjene mogu utjecati na živčano-mišićnu kontrolu i kvalitetu kretanja, što može utjecati na stvaranje opasnih mehaničkih opterećenja povezanih s rizikom od beskontaktno ozljede ACL-a tijekom zadataka doskoka i promjene smjera. Potrebni su COD(sposobnost brze promjene smjera) zadaci kroz različite faze menstrualnog ciklusa za poboljšanje strategija ublažavanja ozljeda ACL-a, protokola pregleda ozljeda i fizičke pripreme i vođenja sportašica, bolje razumijevanje načina na koji su hormonski, živčano-mišićni i biomehanički čimbenici međusobno povezani i utječu na izvođenje i kvalitetu kretanja zadataka doskoka. (Dos'Santos i sur., 2023).

Žene koje su patile od ozljede ACL-a ili drugih ozljeda koljena imale su značajno manju vjerojatnost da će se vratiti natjecateljskom sportu od muškaraca. Žene liječnice primarne zdravstvene zaštite sportske medicine i ortopedi sportske medicine mogli bi bolje razumjeti iskustva sportašica, što je ključno za osiguranje dobivanja podrške dok se sportašice nose s ozljedama i nastoje se uspješno vratiti sportu. Utvrđeno je da se pojedina područja u sportu mogu prilagoditi sportašicama u svrhu prevencije ozljeda (de Borja i sur, 2022). Iako se pokazalo da je raznolikost u zdravstvenoj radnoj snazi korisna iz više razloga, žene su i dalje nedovoljno zastupljene u sportskoj medicini. Povećanje zastupljenosti liječnika ženskog tima može pozitivno utjecati na skrb za sportašice (de Borja i sur., 2022).

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog preglednog rada bio je istražiti nalaze studija koje su proučavale učinke različitih faza menstrualnog ciklusa na performanse u treningu i sportsku izvedbu u ženskoj populaciji. Vidljiv je veći interes u tome području, no još uvijek nema dovoljno čvrstih dokaza, odnosno rezultati različitih istraživanja su kontradiktorni. Često su razlog tome i nekvalitetni uvjeti provedbe istraživanja te nedovoljna količina izvora. Ukoliko se i otkriju korelacije između faza menstrualnog ciklusa i sportskih performansi, one su često toliko male da su gotovo zanemarive. Ono što je još jako bitno istaknuti je da je većina istraživanja provedena na ženama koje imaju normalnu mjesečnicu odnosno eumenoreju i normalan menstrualni ciklus, što znači da ne izlaze iz nikakvih neuobičajenih okvira. U budućim bi se istraživanjima trebalo posvetiti i abnormalnim menstrualnim ciklusima s obzirom da to u većoj mjeri može utjecati na izvedbu. Doista, u većini se studija spominje potreban individualiziran pristup svakoj sportašici, jer, kako su svaka osoba i sport specifični, tako je i svaki menstrualni ciklus, iako i normalan, eumenoroičan, također specifičan, te na svaku ženu djeluje drugačije i samim time se i reakcija na treninge i izvedbu ogleda drugačije. Sve studije obuhvaćene ovim radom ukazuju da se hormonske promjene u ženskom tijelu događaju različito tijekom različitih faza menstrualnog ciklusa. Međutim, još je nejasan utjecaj hormonalnog disbalansa kroz faze menstrualnog ciklusa na tijelo ili određene organe. S obzirom da su rezultati istraživanja o ovoj temi u dosadašnjim studijama još uvijek trivijalni, a sve više djevojaka i žena se bavi sportom, moguće da će biti sve više znanstvenih radova koji će ju istraživati. Svakako, svaka sportašica, u današnje vrijeme i sa spoznajama o ženskim fiziološkim promjenama, trebala bi kako sama, tako i s trenerom voditi evidenciju o svom menstrualnom ciklusu.

## 6. LITERATURA

- Bolin, DJ.(2019) Sleep Deprivation and Its Contribution to Mood and Performance Deterioration in College Athletes. *Current Sports Medicine Reports*. 18(8):305-310, DOI: [10.1249/JSR.0000000000000621](https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000621).
- Bruinvels, G., Hackney, AC., Pedlar, CR.(2022) Menstrual Cycle: The Importance of Both the Phases and the Transitions Between Phases on Training and Performance. *Sports Medicine*. 52(7):1457-1460, doi: [10.1007/s40279-022-01691-2](https://doi.org/10.1007/s40279-022-01691-2).
- Carmichael, MA., Thomson, RL., Moran, LJ., Wycherley, TP.(2021) The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.;9;18(4):1667, DOI: [10.3390/ijerph18041667](https://doi.org/10.3390/ijerph18041667).
- Charest, J., Grandner, MA.(2020) Sleep and Athletic Performance: Impacts on Physical Performance, Mental Performance, Injury Risk and Recovery, and Mental Health. *Sleep Medicine Clinics*. 15(1):41-57, doi: [10.1016/j.jsmc.2019.11.005](https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.11.005).
- Coelho, AR., Cardoso, G., Brito, ME., Gomes, IN., Cascais, MJ.(2021) The Female Athlete Triad/Relative Energy Deficiency in Sports (RED-S). *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetricia*. 43(5):395-402, doi: [10.1055/s-0041-1730289](https://doi.org/10.1055/s-0041-1730289).
- de Borja, C., Chang, CJ., Watkins, R., Senter, C.(2022) Optimizing Health and Athletic Performance for Women. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 15(1):10-20, doi: [10.1007/s12178-021-09735-2](https://doi.org/10.1007/s12178-021-09735-2).
- Diaz, A., Laufer, MR., Breech, LL.(2006) American Academy of Pediatrics Committee on Adolescence; American College of Obstetricians and Gynecologists Committee on Adolescent Health Care; Menstruation in girls and adolescents: using the menstrual cycle as a vital sign. *Pediatrics*. 118(5):2245-50, DOI: [10.1542/peds.2006-2481](https://doi.org/10.1542/peds.2006-2481).
- Dos'Santos, T., Stebbings, GK., Morse, C., Shashidharan, M., Daniels, KAJ., Sanderson, A.(2023) Effects of the menstrual cycle phase on anterior cruciate ligament neuromuscular and biomechanical injury risk surrogates in eumenorrheic and naturally menstruating women: A systematic review. *PLOS ONE*. 26;18(1):e0280800, DOI: [10.1371/journal.pone.0280800](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280800).

- Fernandez, LMJ., Lüthi, A.(2020)Sleep Spindles: Mechanisms and Functions. *Physiological Reviews*. 1;100(2):805-868, DOI: [10.1152/physrev.00042.2018](https://doi.org/10.1152/physrev.00042.2018).
- Fullagar, HHK., Vincent, GE., McCullough, M., Halson, S., Fowler, P.(2023) Sleep and Sport Performance. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 1;40(5):408-416, DOI: [10.1097/WNP.0000000000000638](https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000638).
- Helm, MM., McGinnis, GR., Basu, A.(2021) Impact of Nutrition-Based Interventions on Athletic Performance during Menstrual Cycle Phases: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.10;18(12):6294, doi: [10.3390/ijerph18126294](https://doi.org/10.3390/ijerph18126294).
- Holtzman, B., Ackerman, KE.(2021) Recommendations and Nutritional Considerations for Female Athletes: Health and Performance. *Sports Medicine*. 51(Suppl 1):43-57, doi: [10.1007/s40279-021-01508-8](https://doi.org/10.1007/s40279-021-01508-8).
- Kiesner, J.(2017) The Menstrual Cycle-Response and Developmental Affective-Risk Model: A multilevel and integrative model of influence. *Psychological Review*.124(2):215-244, DOI: [10.1037/rev0000058](https://doi.org/10.1037/rev0000058).
- Kishali, NF., Imamoglu, O., Katkat, D., Atan T, Akyol, P.(2006) Effects of menstrual cycle on sports performance. *International Journal of Neuroscience*. 116(12):1549-63, DOI: [10.1080/00207450600675217](https://doi.org/10.1080/00207450600675217).
- Martin, D., Timmins, K., Cowie, C., Alty, J., Mehta, R., Tang, A., Varley, I.(2021) Injury Incidence Across the Menstrual Cycle in International Footballers. *Frontiers in Sports and Active Living*. 1;3:616999, doi: [10.3389/fspor.2021.616999](https://doi.org/10.3389/fspor.2021.616999).
- Mattu, AT., Iannetta, D., MacInnis, MJ., Doyle-Baker, PK.,(2020) Murias JM. Menstrual and oral contraceptive cycle phases do not affect submaximal and maximal exercise responses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 30(3):472-484, DOI: [10.1111/sms.13590](https://doi.org/10.1111/sms.13590).
- McNulty, KL., Elliott-Sale, KJ., Dolan, E., Swinton, PA., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., Hicks, KM.(2020) The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrheic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 50(10):1813-1827, doi: [10.1007/s40279-020-01319-3](https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3).

- Meignié, A., Duclos, M., Carling, C., Orhant, E., Provost, P., Toussaint, J. F., Antero, J. (2021). The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. *Frontiers in Physiology*. 12, 654585. doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654585> .
- Oosthuysen, T., Bosch, AN.(2010)The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women. *Sports Medicine*. 1;40(3):207-27, DOI: [10.2165/11317090-000000000-00000](https://doi.org/10.2165/11317090-000000000-00000) .
- Peinado, A. B., Alfaro-Magallanes, V. M., Romero-Parra, N., Barba-Moreno, L., Rael, B., Maestre-Cascales, C., Rojo-Tirado, M. A., Castro, E. A., Benito, P. J., Ortega-Santos, C. P., Santiago, E., Butragueño, J., García-de-Alcaraz, A., Rojo, J. J., Calderón, F. J., García-Bataller, A., Cupeiro, R. (2021). Methodological Approach of the Iron and Muscular Damage: Female Metabolism and Menstrual Cycle during Exercise Project (IronFEMME Study). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 735. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph18020735> .
- Plamberger, CP., Van Wijk, HE., Kerschbaum, H., Pletzer, BA., Gruber, G., Oberascher, K., Dresler, M., Hahn, MA., Hoedlmoser, K.(2021) Impact of menstrual cycle phase and oral contraceptives on sleep and overnight memory consolidation. *Journal of Sleep Research*. 30(4):e13239, doi: [10.1111/jsr.13239](https://doi.org/10.1111/jsr.13239) .
- Rael, B., Alfaro-Magallanes, VM., Romero-Parra, N., Castro, EA., Cupeiro, R., Janse de Jonge, XAK., Wehrwein, EA., Peinado, AB.(2021) Menstrual Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20;18(3):860, DOI: [10.3390/ijerph18030860](https://doi.org/10.3390/ijerph18030860) .
- Recacha-Ponce, P., Collado-Boira, E., Suarez-Alcazar, P., Montesinos-Ruiz, M., Hernando-Domingo, C.(2023) Is It Necessary to Adapt Training According to the Menstrual Cycle? Influence of Contraception and Physical Fitness Variables. *Life*.17;13(8):1764, doi: [10.3390/life13081764](https://doi.org/10.3390/life13081764) .
- Rocha-Rodrigues, S., Sousa, M., Lourenço\_Reis, P., Leão ,C., Cardoso-Marinho, B., Massada, M., Afonso, J.(2021) Bidirectional Interactions between the Menstrual Cycle, Exercise Training, and Macronutrient Intake in Women: A Review. *Nutrients*. 29;13(2):438, DOI: [10.3390/nu13020438](https://doi.org/10.3390/nu13020438) .



Vena, W., Paschou, SA.(2021) Sports and the menstrual cycle. *Case Reports in Women's Health*.  
3;33:e00367, doi: [10.1016/j.crwh.2021.e00367](https://doi.org/10.1016/j.crwh.2021.e00367).