

# SPORTSKA IZVEDBA TIJEKOM MENSTRUALNOG CIKLUSA

---

Crnčan, Dorina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:117:483280>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva: magistar kineziologije u edukaciji i kondicijskoj pripremi sportaša)

**Dorina Crnčan**

**SPORTSKA IZVEDBA TIJEKOM  
MENSTRUALNOG CIKLUSA**

diplomski rad

**Mentor:**

**izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić**

Zagreb, srpanj, 2022.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija 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: izv. prof. dr. sc. Pavle Mikulić

Student: Dorina Crnčan

## SPORTSKA IZVEDBA TIJEKOM MENSTRUALNOG CIKLUSA

### Sažetak

Hormonalne promjene koje se događaju tijekom menstrualnog ciklusa sve više postaju predmetom istraživanja, zbog svog još uvijek nepotpuno razjašnjenog utjecaja na sportsku izvedbu. Dok su kod muškaraca prisutni stabilni endokrinološki uvjeti, velike hormonalne varijacije između pojedinih faza menstrualnog ciklusa otežavaju stvaranje komparativnih uvjeta, što ima direktan utjecaj na planiranje i programiranje treninga, te natjecanja. Tako neke sportašice percipiraju pogoršanje sportske izvedbe u određenoj fazi menstrualnog ciklusa, dok ih druge sportašice uopće ne doživljavaju. S obzirom da vrhunski sport ima sve veće zahtjeve, nameće se pitanje u kojoj mjeri i u kojem se smjeru događaju promjene u sportskoj izvedbi za vrijeme menstrualnog ciklusa, te kako bi se hormonalne fluktuacije koje se događaju iz mjeseca u mjesec, okrenule u korist sportašica i njihovog zdravlja, a u isto vrijeme maksimizirala sportska izvedba. S druge strane, postoji velik broj poremećaja menstrualnog ciklusa koji mogu utjecati i/ili su povezani s intenzivnom fizičkom aktivnošću, te se ovim radom želi skrenuti pozornost na važnost redovitog menstrualnog ciklusa, kao i razlike u svakoj pojedinoj fazi. Cilj ovog rada je napraviti narativni pregled literature o sportskoj izvedbi u različitim fazama menstrualnog ciklusa, te ukazati na percipirane promjene koje prijavljuju same sportašice, kao i objektivne promjene koje su se utvrđivale aerobnim i anaerobnim testovima, kao i testovima jakosti. Time se želi pomoći trenerima kako bi bolje razumjeli menstrualni ciklus, te promjene koje se događaju, s ciljem poboljšanja planiranja i programiranja treninga za žene bilo u vrhunskom ili rekreativnom sportu kako bi se postigli maksimalni rezultati.

**Ključne riječi:** trening, žene, hormonalne promjene, poremećaji, planiranje

## SPORT PERFORMANCE DURING MENSTRUAL CYCLE

### **Abstract**

Hormonal changes that occur during the menstrual cycle are increasingly becoming the subject of research, due to their still incompletely clarified impact on sports performance. While stable endocrinological conditions are present in men, large hormonal variations between individual phases of the menstrual cycle make it difficult to create comparative conditions, which has a direct impact on the planning and programming of training and competition. Thus, some athletes have a perception of deteriorating sports performance at a certain stage of the menstrual cycle, while other athletes do not experience them at all. As top-level sport has increasing demands, the question arises as to what extent and in what direction changes in sports performance occur during the menstrual cycle, and how to turn hormonal fluctuations that occur from month to month in favor of athletes and their health, while maximizing sports performance. On the other hand, there are many menstrual disorders that can affect and / or are associated with intense physical activity, and this paper seeks to draw attention to the importance of a regular menstrual cycle, as well as differences in each phase. The aim of this paper is to make a narrative review of the literature on sports performance at different stages of the menstrual cycle, and to point out perceived changes reported by athletes themselves, as well as objective changes determined by aerobic and anaerobic tests, as well as strength tests. This aims to help coaches to better understand the menstrual cycle and the changes that are happening, with the aim of improving the planning and programming of training for women in either top or recreational sports to achieve maximum results.

**Key words:** training, women, hormonal changes, disorders, planning

## Zahvala

Na kraju ovog stvarno uzbudljivog i zanimljivog poglavlja u životu, htjela bih se zahvaliti osobama koje su bile uz mene i zbog kojih sam danas ovdje. Uz vas sam postala osoba koja danas jesam i na koju sam ponosna.

Prvo se želim zahvaliti mom „super mentoru“ izv.prof.dr.sc Pavlu Mikuliću i njegovom „super mentorstvu“ s kojim sam imala jednu predivnu suradnju tijekom pisanja ovog diplomskog rada. Uz to što je „super mentor“ je i jedna izuzetna osoba i profesor koji je ostavio na mene pozitivan utisak tijekom mog studiranja.

Zatim bih se htjela zahvaliti Sari Šverko koja je bila prvi okidač mog odlaska na Erasmus u Španjolsku, i kojoj dugujem pola diplome jer je uvijek bila pouzdana partnerica za polaganje praktičnih ispita uz sve ozljede koje je tada imala.

Želim se zahvaliti mojoj španjolskoj obitelji Arnedo koja me primila pod svoje dok sam bila godinu dana u Alicanteu na Erasmusu i s kojima sam se osjećala kao doma, te mi pokazala da obitelj ne znači nužno biti po krvi, već po onome što nosiš u sebi. I naravno, Teresi Agolf s kojom sam provela najljepše dane u Španjolskoj.

Veliko hvala mojim prijateljicama koje su neizmjerena podrška bez obzira koliko smo daleko i koliko se rijetko vidimo, a to su Rea S., Martina K., Ana M., Ana P., Melisa B., Tamara Đ., Sara M.. Jako sam sretna što vas imam u svom životu.

A najveće hvala dugujem mojoj obitelji koja me podržavala u svim mojim izborima i odlukama, te mi pomogla u ostvarivanju mojih ciljeva i snova. Posebno hvala mami Ž. koja je svake sekunde bila uz mene i uvijek činila nemoguće mogućim. Na tome ti neću nikad moći dovoljno zahvaliti.

I šećer na kraju, osoba na kojoj ne mogu biti zahvalnija i koja je najviše upotpunila moj život, te mi pokazala istinsku sreću je Sandro s kojim je svaki dan bolji od prethodnog. A svaki dan je *the best day ever*.

## Sadržaj

1. Uvod.....	4
2. Menstrualni ciklus .....	6
3. Utjecaj menstrualnog ciklusa na percepciju o izvedbi .....	8
4. Utjecaj menstrualnog ciklusa na objektivno mjerljivu izvedbu .....	10
4.1. Utjecaj menstrualnog ciklusa na aerobne sposobnosti.....	10
4.1.1. Metabolizam supstrata i koncentracija laktata u krvi.....	13
4.2. Utjecaj menstrualnog ciklusa na anaerobne sposobnosti .....	15
4.2.1. Sprint.....	15
4.2.2. Hipertrofija, jakost i snaga .....	16
5. Poremećaji menstrualnog ciklusa.....	19
5.1. Trijas sportašica.....	21
5.1.1. Amenoreja i osteoporoza.....	21
5.1.2. Preporuke/savjeti za menadžment trijasa sportašica.....	23
6. Praktične implikacije.....	25
7. Zaključak.....	28
8. Literatura .....	29

## 1. Uvod

Utjecaj menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu privlači sve veću pozornost u istraživanjima i sportu. British Journal of Sports Medicine 2017. godine objavio je članak pod nazivom „Sport, Exercise and the Menstrual Cycle: Where is the Research?“, naglašavajući značajni nedostatak istraživanja provedenih na ženama iz područja sporta i vježbanja. Razlog tome bila je kompleksnost menstrualnog ciklusa, gledana kao velika barijera uključivanja žena u klinička istraživanja. Korijen toga je da su žene fiziološki varijabilnije i uzimanje muških sudionika omogućavalo je značajnije rezultate s manjim brojem sudionika i manje financiranja (Bruinvels i sur., 2016). Jednostavnije rečeno, za istraživanja na muškarcima potrebno manje financijskih sredstava i jednostavnije je za provođenje. Kao što smatra fiziologinja i autorica Lyle McDonald, „Žene su se smatrale da su mali muškarci.“ (Oleka, 2019).

U epidemiološkim istraživanjima, zabilježene su velike razlike utjecaja različitih faza menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu: dok mnoge intervjuirane sportašice nisu prijavile nikakav utjecaj na natjecateljski rezultat (od kojih su neke osvojile medalje na velikim natjecanjima), druge su prijavile negativan utjecaj menstrualnog ciklusa na osjećaj tijela i samu izvedbu (Fischetto i Sax, 2013).

Ovi negativni efekti, uključujući abdominalnu bol, grčeve, zadržavanje vode i promjene raspoloženja, povezane su naročito s predmenstrualnim tjednom u lutealnoj fazi i/ili s prvim danima ciklusa, što uključuje samo menstrualno krvarenje koje je povezano s povećanim zamorom i većom incidencijom nastanka ozljeda. Zapravo je većina žena, bile one sportašice ili ne, upoznate s nekim simptomima kasne lutealne faze, kao što su to uobičajeno glavobolje, umor, nadutost, bol u leđima i grčevi, osjetljivost grudi, osjećaj iscrpljenosti s povećanim zamorom: tako zvani predmenstrualni sindrom (PMS). Suprotno tome, neposredni dani koji slijede nakon menstruacije su za većinu sportašica najbolji period za sportsku izvedbu (Fischetto i Sax, 2013).

Unaprjeđenje saznanja o promjenama tijekom menstrualnog ciklusa moglo bi uvelike utjecati na sportašice, čime bi ih se bolje informiralo o treningu, oporavku te praćenju treninga koji su

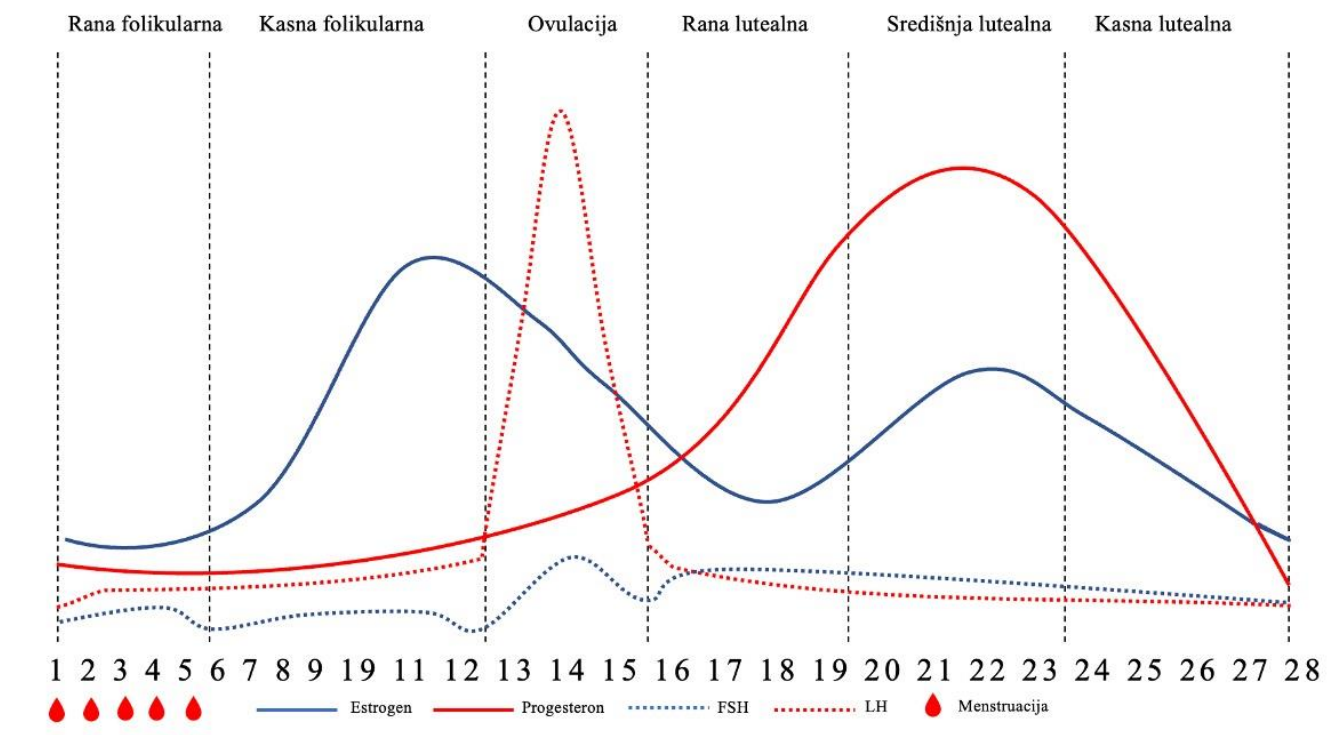


osmišljeni u skladu sa svakom pojedinom fazom menstrualnog ciklusa (Carmichael, Thomson, Moran i Wycherley, 2021).

## 2. Menstrualni ciklus

Menstrualni ciklus sastoji se od niza događaja koji pripremaju maternicu za potencijalnu trudnoću. Dok može trajati između 21 i 35 dana, ovdje će biti prikazano uobičajeno trajanje menstrualnog ciklusa od 28 dana. Njega možemo podijeliti u dvije faze, folikularnu fazu i lutealnu fazu, koje su određene pojavom menstruacije, sazrijevanjem folikula, ovulacijom i formacijom žutog tijela (corpus luteum). Međutim, klasifikacija menstrualnog ciklusa koristeći samo ove dvije faze nedovoljno razlikuje višestruke hormonalne promjene koje se pojavljuju tijekom ove dvije faze.

Stoga se u istraživanjima opisuju i koriste podfaze, kao što su rana folikularna, kasna folikularna, ovulatorna, rana lutealna, središnja lutealna i kasna lutealna faza. Fluktuacije ženskih spolnih hormona, kao što su estrogen i progesteron, te hormona hipofize koji reguliraju funkciju jajnika i menstrualni ciklus, FSH i LH, prikazani su na Slici 1, te karakteriziraju podfaze menstrualnog ciklusa (Carmichael i sur., 2021).



Slika 1: Hormonalne fluktuacije i podfaze 28-dnevnog menstrualnog ciklusa.

Ovaj kompleksan sustav modulira steroidne hormone, pretežno estrogen i progesteron, koji su regulirani u sustavu povratne sprege LH i FSH koje luči hipofiza. Hipofiza je pod utjecajem

hipotalamusa, preko gonadotropin-oslobađajućeg hormona (eng. gonadotropin-releasing hormone GnRH), i pod utjecajem brojnih čimbenika, uključujući stres, trening, metabolički status tijela, fiziološke faktore, itd. (Fischetto i Sax, 2013).

Rana folikularna faza započinje menstruacijom, te obično traje 4 do 6 dana. Tijekom tih dana, koncentracija ženskih spolnih hormona je relativno niska i stabilna. Folikularna se faza nastavlja dok ne dođe do ovulacije. Tijekom kasne folikularne faze, folikuli koji sadrže jajnu stanicu sazrijevaju. Kada estrogen dosegne kritičnu točku, započinje povećano lučenje GnRH, koji uzrokuje naglo povećanje LH. U kasnoj folikularnoj fazi, LH naraste, te uzrokuje ovulaciju tijekom koje zreli folikul puca, te otpušta jajnu stanicu koja biva uvučena u jajovod kojim putuje prema maternici. Nakon ovulacije, započinje rana lutealna faza, tijekom koje se puknuti folikul pretvara u žuto tijelo koje izlučuje progesteron i malu količinu estrogena. Središnja lutealna faza sadrži vrhunac količine progesterona, i drugi, manji vrhunac količine estrogena, kako bi se endometrij pripremio za implataciju oplođene jajne stanice. Lutealna faza završava trudnoćom ukoliko je implantirano oplođeno jajašce. Ukoliko jajašce nije oplođeno, žuto tijelo će se razgraditi, te će doći do smanjenja progesterona i estrogena tijekom kasne lutealne faze, kako se ciklus priprema ponoviti iz početka. Međutim, vrijeme ovulacije, time i ostalih faza menstrualnog ciklusa, može biti vrlo varijabilno. Varijabilnost je razlog zašto su mjerenja poput urinarnog LH testa, ili mjerenja seruma estrogena i progesterona korišteni kako bi se točno odredile faze menstrualnog ciklusa (Carmichael i sur., 2021).

Ciklusi se ponavljaju od početka prve menstruacije – menarhe, koja započinje u prosjeku s 13 godina, pa sve do menopauze koja nastupa najčešće između 45. i 55. godine, osim u slučajevima trudnoće, korištenja hormonalne kontracepcije, ili u slučaju menstrualnih poremećaja (Fischetto i Sax, 2013).

### 3. Utjecaj menstrualnog ciklusa na percepciju o izvedbi

Neke od studija koje su proučavale sportsku izvedbu tijekom menstrualnog ciklusa, te samu percepciju sportašica o njihovim sposobnostima i spremnosti, zaključile su sljedeće:

Amour (2020) iznosi kako su neke faze negativno utjecale na trening kod 50% sportašica iz različitih sportova i natjecateljskih razina, te je njih 56,5% osjetilo negativan utjecaj na natjecanju. Jedan dio sudionica je prijavilo kako neke faze imaju pozitivan učinak na trening (6,4%), te na natjecanje (<1%). Izvedba je uglavnom bila pod utjecajem menstrualnog ciklusa tijekom rane folikularne faze i kasne lutealne faze.

U istraživanju Ergin (2020) kaže da je čak 84,6% profesionalnih odbojkašica prijavilo menstrualne probleme povezane sa sportom, te je kod njih 70,8% menstruacija utjecala na trening i natjecanje u ranoj folikularnoj fazi.

Većina sudionica (>66%) smatra da je trening bio pod negativnim utjecajem menstrualnog ciklusa, kao i natjecanje u više od 50%, posebno tijekom rane folikularne faze, iznosi Findlay (2020).

Jacobson (1999) u longitudinalnom istraživanju zaključuje kako su percipirana jakost i brzina prosječno značajno lošije tijekom središnje lutealne i kasne lutealne faze. Percipirana snaga, također je prosječno značajno lošija tijekom rane folikularne, središnje lutealne i kasne lutealne faze.

Solli (2020) u istraživanju s profesionalnim skijašicama i biatlonkama, iznosi kako njih 47% osjeća nižu razinu fizičke spremnosti, njih 30% ima slabiju izvedbu te imaju najviše simptoma upravo tijekom krvarenja, dok je njih 24% prijavilo najvišu razinu fizičke spremnosti, te 18% najbolju izvedbu, tijekom tjedna koji slijedi.

Očito je kako mnoge sportašice vjeruju da se njihove izvedbe mijenjaju tijekom svake faze menstrualnog ciklusa. Veliki dio, između 50-71% i 49-65% sudionica prijavile su kako su njihove izvedbe oslabljene tijekom određenih faza, kako u treningu, tako i na natjecanju. Sportašice smatraju svoje izvedbe dobrima tijekom svih faza, osim rane folikularne i kasne lutealne faze, gdje su izvedbe pogoršane. Percipirano pogoršanje izvedbe u ranoj folikularnoj

i kasnoj lutealnoj fazi povezuje se s pojavom menstrualnih simptoma, od kojih je najčešći osjećaj umora i bezvoljnosti. Također, mnoge sportašice prijavljuju kako ih menstrualna bol i ostali simptomi ometaju, te su zabrinute hoće li im se što vidjeti na sportskoj odjeći tijekom krvarenja (Armour i sur., 2020).

Povećan umor u ranoj folikularnoj i kasnoj lutealnoj fazi moguće je objasniti pomoću proizvodnje serotonina. Estrogen pojačava prijenos serotonina i povećava njegovu razinu. Istraživanje na 13 zdravih djevojaka, povezala je povećanu percepciju napetosti, anksioznosti i umora u kasnoj lutealnoj fazi, s niskom razinom serotonina, predlažući tezu da je niska koncentracija estrogena odgovorna za nisku razinu serotonina (Kikuchi i sur., 2010). Uzimajući u obzir da razina estrogena ostaje relativno niska u ranoj folikularnoj fazi, umor može biti povećan. Žene koje doživljavaju PMS i ozbiljnije menstrualne simptome imaju značajno niže razine serotonina u središnjoj i kasnoj lutealnoj fazi u usporedbi sa ženama iste dobi kontrolne skupine s redovnim ciklusima, a slabijim simptomima (Rapkin, 1992).

## **4. Utjecaj menstrualnog ciklusa na objektivno mjerljivu izvedbu**

### **4.1. Utjecaj menstrualnog ciklusa na aerobne sposobnosti**

U teoriji, nekoliko determinanta maksimalnog primitka kisika mogle bi biti pod utjecajem fluktuacija estrogena i progesterona tijekom menstrualnog ciklusa. Tri glavna fiziološka faktora uključena u maksimalni primitak kisika su dostupnost supstrata, cirkulacija i respiracija. Dostupnost supstrata definirana je unosom hrane, pohranjenim zalihama i mobilizacijom supstrata koji bi mogli imati utjecati na koncentraciju laktata kao odgovor na vježbanje. Kako je  $VO_{2max}$  obično iskazan po kilogramu tjelesne mase u minuti (ml/kg/min), promjene u tjelesnoj masi kao rezultat potencijalnih promjena u regulaciji fluida mogle bi imati utjecaj na  $VO_{2max}$ . Nadalje, regulacija fluida mogla bi utjecati na volumen plazme i koncentraciju hemoglobina, koji bi utjecali na kapacitet krvi za prijenos kisika. Moguće promjene u volumenu plazme bi mogle imati i utjecaj na frekvenciju srca, koja je važna determinanta minutnog volumena srca (Janse de Jonge, 2003).

Dok je u nekim istraživanjima pronađen negativan utjecaj određenih faza menstrualnog ciklusa na aerobne sposobnosti, druga istraživanja ne nalaze nikakav negativan utjecaj, te je sama situacija oko ove teme još uvijek vrlo nejasna.

U istraživanju Greenhall, Taipale, Ihalainen i Hackney (2020) pronašli su kako je veći broj trkačica postiglo osobni rekord na maratonu tijekom lutealne faze, nego tijekom folikularne faze što je kontradiktorno hipotezi koja govori kako veći subjektivni osjećaj opterećenja tijekom lutealne faze pogoršava izvedbu. No, moramo uzeti u obzir kako ovo istraživanje nije razmotrilo zbunjujuće faktore kao što su vremenski uvjeti i profil staze, koji mogu značajno utjecati na rezultate. Također, u obzir su se uzela samo najbolja vremena, te se menstrualni ciklus dijelio po modelu od samo dvije faze – folikularnoj i lutealnoj fazi.

Nadalje, Freemans i sur. (2020) su svojim istraživanjem željeli potvrditi hipotezu da su aerobne sposobnosti narušene tijekom središnje lutealne faze u odnosu na središnju folikularnu fazu menstrualnog ciklusa, te su testirali 12 aktivnih rekreativnih sportašica s redovitim menstrualnim ciklusom (dobi:  $25 \pm 6$  godina) koje su provodile treninge tijekom središnje folikularne i središnje lutealne faze. Svaki trening sastojao se od biciklističkog kronometra od 8 kilometara, te se prije svakog treninga nastojalo utvrditi ventilacijske parametre putem vožnje pri konstantnom opterećenju, za početak 5 minuta pri opterećenju 10% ispod

anaerobnog praga (umjereni intenzitet), te 10% iznad anaerobnog praga (zona visokog intenziteta) kako bi se usporedili fiziološki parametri pri različitim intenzitetima vježbanja. Nakon 10 minuta pasivne pauze, sportašice bi započele s biciklističkim kronometrom, te su se konstantno pratili ventilacijski parametri, potrošnja kisika te frekvencija srca. Uz to praćen je subjektivni osjećaj opterećenja, osjećaj zamora, te nedostatak daha nakon svaka 2 kilometra. Uz ove fiziološke parametre, sportašice su ispunjavale upitnik koji je vezan uz psihološko stanje prije testa, te 20 minuta nakon testa. Upitnik je sadržavao pitanja koja su se odnosila na 6 specifičnih raspoloženja: napetost/anksioznost, depresivnost, ljutnja, energičnost, umor i zbunjenost. Upitnikom se procjenjivalo raspoloženje sportašica. Kao zaključak ovog istraživanja naveli su sljedeće: raspoloženje prije testa bilo je statistički značajno lošije tijekom središnje lutealne faze u usporedbi sa središnjom folikularnom fazom, ali se izjednačilo nakon testa/vježbanja; prosjek izlaza snage bio je manji tijekom središnje lutealne faze nego u središnjoj folikularnoj fazi ( $115 \pm 29$  W i  $125 \pm 28$  W,  $P < 0.01$ ), što dovodi do sporijeg vremena u testu tijekom središnje lutealne faze ( $18.3 \pm 2.0$  min) u usporedbi s središnjom folikularnom ( $17.8 \pm 1.7$  min,  $P=0.03$ ). Osjećaj zamora bio je veći tijekom središnje lutealne faze od drugog do osmog kilometra ( $P \leq 0.01$ ), dok je subjektivni osjećaj opterećenja ostao isti. Frekvencija srca, minutna ventilacija te potrošnja kisika se nisu razlikovale između faza što znači da je razlika bila jedino u raspoloženju i povećanom osjećaju zamora tijekom promatranih faza menstrualnog ciklusa.

Shakhlina i sur. (2016) pratili su sportsku izvedbu tijekom različitih faza menstrualnog ciklusa kod atletičarki koje su se specijalizirale u disciplinama 800 i 1500 m. U istraživanju su sudjelovale atletičarke CMS (Candidates for Master of sports), te atletičarke I. i II. kategorije tijekom svih faza menstrualnog ciklusa. Faze menstrualnog ciklusa bile su nešto drugačije imenovane nego u ovom diplomskom radu: menstruacija (od 1. – 5. dana), postmenstrualna faza (6. – 12. dan), ovulacija (13. – 15. dan), postovulacijska faza (16.- 24. dan) i predmenstrualna faza (25.- 27. dan). Izvodile su 4x400 m s 5 minuta pauze između ponavljanja, a svako ponavljanje se izvodilo progresivno višim intenzitetom. Bilježila se frekvencija srca, te koncentracija laktata u krvi nakon svakog ponavljanja. Najbolji rezultati kod segmenata 4x400m kod atletičarki CMS i I. kategorije ostvareni su tijekom postmenstrualne faze i posebno tijekom postovulacijske faze, čime je potvrđena visoka specifična efikasnost u usporedbi s ovulacijom i predmenstrualnom fazom i značajno lošijim rezultatima tijekom menstruacije. Atletičarke II. kategorije imaju jednaku tendenciju ostvarivanja najboljih rezultata tijekom postmenstrualne i postovulacijske faze menstrualnog

ciklusa. Dakle, sve atletičarke imale su značajno lošije rezultate tijekom predmenstrualne, menstrualne faze i ovulacije.

Tablica 1 Rezultati 4x400 m po kategorijama (Shaklina i sur., 2016)

Segment (4x400m)		Rezultat (s)				
		Menstruacija	Postmenstrualna faza	Ovulacija	Postovulacijska faza	Predmenstrualna
1	CMS, I kategorija	74.87±5.91	72.64±5.79	73.01±5.61	72.42±5.72	73.77±5.06
2		74.32±5.61*	72.23±6.11	73.50±5.79	71.51±5.03	72.87±8.01
3		74.21±5.43	73.21±7.05	73.71±5.55	71.85±5.67	74.29±5.53
4		75.31±7.81*	71.25±6.38	72.28±5.69	70.53±5.06	73.48±5.97
5	II kategorija	88.58±9.00	86.78±7.60	88.34±9.17	86.19±8.48	87.00±10.16
6		90.48±9.51*	86.48±7.82^	89.08±10.23*^	86.10±7.62^	92.16±11.04*
7		90.98±9.98*	85.76±7.95^	89.16±10.54^	85.68±7.62^	92.38±11.06*
8		91.42±11.61*	82.12±10.07^	85.74±12.62*	83.12±10.19^	87.12±12.99*

\* - statistički značajna razlika ( $p < 0.05$ ) u rezultatu u usporedbi s predmenstrualnom fazom

^ - statistički značajna razlika ( $p < 0.05$ ) u rezultatu u usporedbi s postovulacijskom fazom

Također, aritmetička sredina frekvencije srca kod atletičarki CMS i atletičarki I. kategorije nakon testa 4x400 m je bila niža tijekom postmenstrualne faze i značajno niža tijekom postovulacijske faze ( $p < 0.05$ ) u usporedbi s predmenstrualnom fazom i menstruacijom. Kod atletičarki II. kategorije, postoji statistički značajna razlika između postmenstrualne faze, ovulacije i postovulacijske faze u usporedbi s predmenstrualnom fazom i menstruacijom ( $p < 0.05$ ). Najviša vrijednost prosječne vrijednosti frekvencije srca bila je tijekom menstruacije, te statistički značajno viša u usporedbi s postovulacijskom fazom ( $p < 0.05$ ).

Što se tiče diskontinuiranih testova, primijećena su poboljšanja u folikularnoj fazi, gdje su sportašice ostvarile bolje rezultate. U istraživanju na nogometašicama, Julian i sur. (2017) uspoređivali su rezultate u prijedenoj udaljenosti u Yo-Yo testu u ranoj folikularnoj fazi i središnjoj lutealnoj fazi, te su zabilježili sljedeće rezultate: u ranoj folikularnoj fazi, nogometašice su pretrčale  $3289 \pm 801$  m, dok su u lutealnoj fazi pretrčale  $2822 \pm 896$  m. Ovaj rezultat tj. razlike ipak nisu bile statistički značajne, ali tendencija prema statističkoj



značajnosti je primijećena. Rezultati ovog istraživanja podupiru pretpostavku da dolazi do smanjenja maksimalne izvedbe kad je u pitanju sposobnost izdržljivosti tijekom središnje lutealne faze menstrualnog ciklusa.

Što se tiče ekonomije trčanja, u protokolu koji se sastojao od 3 minute trčanja i 30 sekundi odmora, pogoršanje ekonomije trčanja u središnjoj lutealnoj fazi pripisuje promjeni prema većem termoregulacijskom, kardiovaskularnom i metaboličkom zamoru, ali usprkos smanjenoj ekonomičnosti, nije bilo značajnog smanjenja vremena do otkaza (Goldsmith i Glaister, 2020). U drugom istraživanju pokazano je da omjer izmjene ugljičnog dioksida i kisika (eng. *respiratory exchange ratio*) nije varirao tijekom različitih faza menstrualnog ciklusa, što ukazuje da relativan metabolizam ugljikohidrata i masti nije odgovoran za promjenu ekonomičnosti trčanja (Dokumaci i Hazir, 2019).

Maksimalni primitak kisika je malo vjerojatno uzrok pogoršanje izvedbe u određenim fazama jer je često pokazano da nema statistički značajne razlike vrijednosti  $VO_{2max}$  u različitim fazama menstrualnog ciklusa.

Ukoliko gledamo izolirano rezultate ovih testova kako ne dolazi do značajnih promjena u sportskoj izvedbi tijekom različitih faza, mogli bismo izgubiti širu sliku gdje često za vrhunske sportske izvedbe nije bitan samo fizički dio, već i mentalno stanje igra veliku, ponekad i presudnu ulogu. Kako je prikazano nešto ranije u ovom diplomskom radu koliko sportašice mentalno osjećaju veće opterećenje i vjeruju da im je izvedba drugačija u različitim fazama, i to u velikom postotku, te se susreću s različitim problemima tijekom menstrualnog ciklusa, potrebno je uzeti sve parametre u obzir, a ne samo one koje možemo direktno izmjeriti, te zanemariti one „nevidljive“.

#### **4.1.2. Metabolizam supstrata i koncentracija laktata u krvi**

U istraživanju Vaiksaar i sur. (2011) koje je provedeno na 11 veslačica ( $18,4 \pm 1,9$  godina,  $172,0 \pm 4,0$  cm,  $67,2 \pm 8,4$  kg,  $27,7 \pm 4,8\%$  potkožnog masnog tkiva) s redovnim menstrualnim ciklusom, cilj je bio utvrditi postoji li utjecaj menstrualnog ciklusa na metabolizam supstrata i na koncentraciju laktata pri 70% od maksimalnog primitka kisika na veslačkom ergometru tijekom 1 sata. Razlike su se utvrđivale između folikularne faze (između 7. i 11. dana od početka menstruacije), te lutealne faze (između 18. i 22. dana od

početka menstruacije). Dan prije glavnog testiranja, utvrđivao se maksimalni primitak kisika progresivnim testom opterećenja na veslačkom ergometru čiji se rezultat koristio u glavnom dijelu testa. U dijelu istraživanja autori iznose kako je tjelesna masa bila stabilna tijekom cijelog perioda istraživanja, no aritmetička sredina vrijednosti tjelesne mase tijekom folikularne faze je  $67,2 \pm 8,4$  kg, dok je kod lutealne faze aritmetička sredina  $69,3 \pm 8,3$  kg. Možda u veslanju ta razlika od čak 2 kilograma ne čini veliku razliku, dok na primjer kod sportova koji imaju težinske kategorije itekako čini razliku. Iako, tjelesna masa utječe na relativni maksimalni primitak kisika koji je vrlo bitan faktor u veslanju, autori u svom zaključku iznose da je vidno smanjenje relativnog maksimalnog primitka kisika tijekom lutealne faze, ali ono nije statistički značajno. Autori nisu utvrdili nikakav utjecaj različitih faza menstrualnog ciklusa na oksidaciju supstrata, te se RER nije statistički značajno razlikovao ( $0,89 \pm 0,06$  u FF i  $0,93 \pm 0,05$  u LF). Također, kao što je jedan od glavnih ciljeva istraživanja bio uvidjeti postoji li razlika u koncentraciji laktata u krvi između različitih faza menstrualnog ciklusa pri intenzitetu od 70% maksimalnog primitka kisika, autori nisu pronašli statistički značajnu razliku, te zaključuju kako menstrualni ciklus nema statistički značajan utjecaj na metabolizam supstrata te koncentraciju laktata u krvi.

Slični rezultati pronađeni su i u istraživanju Julian i sur. (2017) koji su provodili istraživanje na nogometašicama, te također nisu pronašli statistički značajnu razliku u razini laktata u različitim fazama menstrualnog ciklusa. Istraživanju je pristupilo 35 nogometašica, od kojih je na kraju samo 9 zadovoljilo sve kriterije i završilo istraživanje. Razlozi zbog kojih ostale sportašice nisu mogle završiti istraživanje su: 11 sportašica koristilo je oralnu kontracepciju, 6 nije imalo „normalnu“ duljinu ciklusa, 8 nije bilo u mogućnosti završiti testiranje u jednoj kompletnoj fazi ciklusa, te jednoj sportašici faza menstrualnog ciklusa nije bila odgovarajuća zbog krivog praćenja ciklusa. Ovo nam samo daje uvid koliko je kompleksno provoditi istraživanja na ženskim ispitanicama, a ovo su samo neki od faktora koji mogu utjecati na sam ishod istraživanja.

Za razliku od prethodna dva istraživanja, Shaklina i sur. (2016) u istraživanju na atletičarkama koje su se specijalizirale u disciplinama 800 m i 1500 m, najveću vrijednost koncentracije laktata u krvi izmjerili su tijekom predmenstrualne faze i menstruacije. Laktati nakon testa 4x400m bili su značajno niži tijekom postmenstrualne faze ( $p < 0,01$ ), ovulacije i postovulacijske faze ( $p < 0,05$ ) u usporedbi s predmenstrualnom fazom menstrualnog ciklusa.

Ovi rezultati podudarali su se u sve 3 promatrane kategorije atletičarki CMS, I. i II. kategorije.

## **4.2. Utjecaj menstrualnog ciklusa na anaerobne sposobnosti**

### **4.2.1. Sprint**

U istraživanju Tsampoukos i sur. (2010) u kojem je sudjelovalo 8 sportašica, sportašice su provodile ponovljene sprintove od 30 sekundi na nemotoriziranoj traci za trčanje s 2 minute pauze tijekom 3 faze menstrualnog ciklusa – folikularnoj, neposredno prije ovulacije i tijekom lutealne faze. Glavni zaključak je da nisu pronađene statistički značajne razlike između rezultata u ove 3 faze. Istraživanje se držalo strogog metodološkog dizajna, te su autori veliku pozornost pridali važnosti preciznog tajminga eksperimentalnih procedura u kontekstu faza menstrualnog ciklusa. Potreba za dobro kontroliranom metodologijom još je izraženija kada se radi o ispitanicama koje su mlađe životne dobi (~20 godina) kao što je to slučaj u ovom istraživanju, zbog visoke incidencije neovulatornih ciklusa koji se pojavljuju u toj dobi (Speroff, 1999). Također, rezultati ovog istraživanja slažu se s rezultatima u istraživanju Giacomoni i sur. (2000) koji tvrdi da dok god ispitanice ne muče predmenstrualni i menstrualni simptomi (kako je bio slučaj u ovom istraživanju), neće se pojaviti promjene u sportskoj izvedbi koja uključuju ekscentrične kontrakcije.

Kada se uzme specifična sportska populacija, na primjer nogometašice, za razliku od prethodnog istraživanja koje je provedeno na rekreativnim sportašicama, rezultati se zapravo ne razlikuju. Istraživanje na nogometašicama proveli su Julian i sur. (2017) gdje se izvodilo 3x30 m, uz pasivnu pauzu 2 minute, te su se bilježili prolazi na 5, 10 i 30 m. Izvedba sprinta nije se razlikovala ni u jednoj fazi menstrualnog ciklusa, kao niti prolazi na 5,10 i 30 m. U nogometu, sposobnost igračica da izvode višestruke visoko intenzivne akcije, sposobnost sprinta je smatrana važnijom za cjelokupnu izvedbu od aerobnog kapaciteta (Giacomoni, 2000), stoga je razumijevanje o tome da različite faze menstrualnog ciklusa ne utječu na sposobnost sprinta vrlo važno za sportašice i trenere.

Visoko intenzivne ponavljane aktivnosti prisutne su u većini timskih sportova, kao na primjer u nogometu, ragbiju i hokeju, gdje su intenzivni kratkotrajni naponi isprepleteni s periodima nisko intenzivne aktivnosti ili odmora. Zahtjev takvih sportova je visoko-kvalitetna izvedba

koja uključuje brz oporavak za sljedeći intenzivni napor. Šest aktivnih sportašica ( $24,7 \pm 3,2$  godine) sudjelovalo je u istraživanju u kojem su provodile 10 sprintova u trajanju od 6 sekundi na biciklističkom ergometru tijekom središnje folikularne faze (6.-10. dan) i kasne lutealne faze (20.-24. dan), s ciljem utvrđivanja postoji li razlika između ove dvije faze menstrualnog ciklusa. Obavljen rad (W) statistički značajno bio je veći u lutealnoj fazi ( $39,3 \pm 3,4$  J/kg), za razliku od folikularne faze ( $38,2 \pm 3,1$  J/kg) ( $P=0,023$ ). Ova razlika jedino je bila značajna između individualnih sprintova od kojih su se 4. i 6. sprint značajno razlikovali (Middleton i Wenger, 2005). Ovi podaci trebali bi biti interpretirani s oprezom, ali s obzirom da je uzorak ispitanika bio vrlo mali, ipak je utvrđena statistički značajna razlika, te su potrebna daljnja istraživanja kako bi se došlo do nekih objektivnijih zaključaka.

#### **4.2.2. Hipertrofija, jakost i snaga**

Moglo bi se pretpostaviti da su uvjeti za mišićni rast i oporavak mišićnog tkiva različiti tijekom folikularne i lutealne faze. Posljedično, trening u kojem su uključeni različiti endokrini miljei ove dvije faze menstrualnog ciklusa mogao bi poboljšati adaptaciju na trening jakosti na učinkovitiji način. S obzirom na dominirajuće hormone u pojedinoj fazi i njihove učinke, nameću se sljedeće pretpostavke: uvjeti za mišićni rast i oporavak povoljniji su tijekom folikularne faze, s obzirom na anabolički efekt estrogena, te bi zbog toga intenzitet i volumen treninga trebao biti smanjen u lutealnoj fazi, i povećan u folikularnoj (Reis i sur., 1995).

Mišićna hipertrofija zahtjeva povećanu sintezu i smanjenu razgradnju proteina skeletnih mišića. Neka istraživanja nalažu da se katabolizam proteina povećava tijekom lutealne faze u usporedbi s folikularnom fazom (Lamont i sur., 1987). S druge strane, istraživanje Miller i sur. (2006) pokazalo je kako se sinteza miofibrilnog proteina jednako povećava i u folikularnoj i u lutealnoj fazi 24 sata nakon izvedbe unilateralnih vježbi.

S hipotezom da je važno dizajnirati trening jakosti uzimajući menstrualni ciklus u obzir krenuli su i Sakamaki-Sunaga i sur. (2016) te su proveli istraživanje na 14 eumenoroičnih žena, gdje su provodili 3 seta biceps pregiba (8-15 ponavljanja) do otkaza tijekom 12 tjedana. Ovisno o fazi menstrualnog ciklusa, svaka ispitanica je trenirala svaku ruku zasebno u folikularnoj fazi i u lutealnoj fazi. Jednu ruku je tijekom folikularne faze trenirala 3 puta

tjedno, dok je u lutealnoj fazi trenirala jednom tjedno, a drugu ruku je trenirala obrnuto, jednom tjedno tijekom folikularne i 3 puta tjedno tijekom lutealne faze. Ovim istraživanjem htjelo se pokazati ima li utjecaja frekvencija treninga jakosti na mišićnu hipertrofiju ovisno o fazi menstrualnog ciklusa. Rezultati ovog istraživanja sugeriraju da hormonalne promjene uzrokovane menstrualnim ciklusom ne utječu u velikoj mjeri na mišićnu hipertrofiju izazvanu treningom jakosti, te su se promjene u površini presjeka mišića podjednako promijenile tijekom obje faze menstrualnog ciklusa bez statistički značajne razlike.

Na isti način provedeno je i istraživanje Sunga i sur. (2014) gdje se istraživanje provodilo na donjim ekstremitetima. Jedna noga trenirala se 8 puta u folikularnoj fazi (follicular based training), te samo 2 puta u lutealnoj fazi, dok se druga noga trenirala obrnuto, 8 puta u lutealnoj i 2 puta u folikularnoj (luteal based training). Rezultati su se razlikovali od prethodnog istraživanja, te je pronađena statistički značajna razlika između maksimalne koncentrične kontrakcije ( $P < 0.05$ ), te opsega mišića ( $P < 0,05$ ) u korist treninga u folikularnoj fazi. Autori time sugeriraju da bi preporučili eumenoroičnim ženama baziranje periodizacije treninga jakosti s obzirom na menstrualni ciklus, gdje bi broj treninga bio povećan u folikularnoj fazi, te smanjen u lutealnoj (follicular based training).

Kako navode u pregledu radova Kissow i sur. (2022), iz ovoga bismo mogli zaključiti da se zapravo utjecaj menstrualnog ciklusa razlikuje među mišićnim skupinama. Štoviše, još su neka istraživanja pokazala da je odgovor donjih ekstremiteta bio vrlo različit s obzirom na fazu menstrualnog ciklusa. Reis i sur. (1995) uočili su da je trening baziran tijekom folikularne faze rezultirao većim poboljšanjima u maksimalnoj izometričkoj jakosti kvadricepsa nego trening neovisan o fazi menstrualnog ciklusa (32% nasuprot 13% poboljšanja) tijekom 8 tjedana treninga jakosti nogu. Također, Wikstrom-Frisen L. i sur. (2017) proveli su istraživanje na ženama adaptiranim na trening jakosti te su također utvrdili superiorniji utjecaj treninga baziranog u folikularnoj fazi i trening koji se provodio u jednakoj mjeri u folikularnoj fazi i lutealnoj fazi (trening neovisno o fazi menstrualnog ciklusa) u usporedbi s treningom baziranim u lutealnoj fazi u smislu poboljšanja maksimalne izometričke jakosti tijekom 16 tjedana. Zanimljivo je da se maksimalno izometrička jakost kvadicepsa povećala za 2% tijekom treninga u folikularnoj fazi i 7% u treningu neovisno o fazi, dok se s treningom baziranom u lutealnoj fazi čak smanjila za 9%. Gledajući ova istraživanja, autori pregleda radova zaključuju da je trening jakosti u folikularnoj fazi superiorniji od treninga u lutealnoj fazi i treninga neovisno o fazama menstrualnog ciklusa, ali

svakako je potrebno više istraživanja na ovu temu, posebno onih koja se tiču gornjih ekstremiteta.

Kada pogledamo istraživanje koje je promatralo promjene kod sile, brzine i izlaza snage kod izvedbe polu-čučnja na Smith trenažeru tijekom različitih fazi menstrualnog ciklusa, u istraživanju Romero-Moraleda i sur. (2019) sudjelovalo je 13 triatlonki ( $31 \pm 5,5$  godina,  $58,6 \pm 7,8$  kilograma,  $1,66 \pm 0,06$  m,  $14,5 \pm 6,5$  % BF) s redovnim ciklusima gdje je cilj bio istražiti postoji li razlika u proizvedenoj mišićnoj sili (N), brzini (m/s) i izlazu snage (W) tijekom tri različite faze menstrualnog ciklusa (rane folikularne faze, kasne folikularne faze i središnje lutealne faze) u vježbi s otporom opterećenja 20, 40, 60 i 80% od 1RM. Sveukupno, rezultati ovog istraživanja upućuju na to da nema sistematske varijacije kod izvedbe tijekom menstrualnog ciklusa kod vježbi s različitim opterećenjima (od 20 do 80% od 1RM). Nedostatak utjecaja menstrualnog ciklusa na mišićnu izvedbu je evidentan za središnje i vršne vrijednosti proizvedene sile, brzine i izlaza snage, koji time sugerira da mišićna jakost i snaga kod eumenoroičnih žena nisu pod utjecajem različitih faza menstrualnog ciklusa.

U meta analizi koja je napravila pregled radova te na kraju obuhvatila svega 21 istraživanje koja je zadovoljilo kriterije s ukupno 232 ispitanice, vezanih za karakteristike vezane uz jakost, pokazalo se da su one zapravo nepromjenjive tijekom menstrualnog ciklusa, bez obzira na fluktuacije u koncentracijama estrogena i progesterona. U praksi, ovi nalazi sugeriraju da eumenoroične žene koje se bave sportom ili aktivnostima koje se u velikom mjeri oslanjaju na maksimalnu ili eksplozivnu jakost, nisu ograničene tijekom bilo koje faze menstrualnog ciklusa. Istraživanja u ovom području vrlo su izazovna zbog problema povezanih s točnom identifikacijom faze kod svake sudionice i kontrola drugih zbunjujućih faktora bi mogla također uzrokovati varijacije kod rezultata u testovima snage. Posljedično, mnoga istraživanja koja je ova meta analiza uzela u obzir u ovom području su limitirane vrlo malim uzorcima i metodološkim problemima, stoga bi buduća istraživanja trebala nastojati adresirati ove nedostatke (Blagrove i sur., 2020).

## 5. Poremećaji menstrualnog ciklusa

Uvažavanje potencijalnog utjecaja intenzivnog vježbanja na menstrualni ciklus ima jasne implikacije za zdravlje sportašica. Dok još ne postoje objavljena istraživanja koja podupiru mit da intenzivno vježbanje tijekom menstruacije može imati direktan, dugoročno štetan učinak na ženski reproduktivan sustav, istraživanja sugeriraju povezanost intenzivnog treninga i različite poremećaje menstrualnog ciklusa koji su prevalentni kod sportašica. Premda prava učestalost promjene menstrualnog ciklusa povezane s kroničnim vježbanjem nije u potpunosti poznata, zbog nedostatka dobrih normativnih podataka, uzroci se sada smatraju multifaktorijalnim, te uključuju nagli gubitak tjelesne mase, naglo povećanje intenziteta treninga i vježbanja, neadekvatnu prehranu koja bi zadovoljila energetske zahtjeve, te psihički i fizički stres. Još uvijek ostaje neizvjesnost u pogledu utjecaja vježbanja na menstrualnu funkciju i utjecaja menstrualnog ciklusa na sportsku izvedbu jer mnoga istraživanja imaju ozbiljne metodološke nedostatke. Međutim, sportska izvedba pod utjecajem je mnogih psiholoških, fizioloških i okolišnih faktora, te svi oni imaju veći utjecaj na sportsku izvedbu od samog menstrualnog ciklusa. Kod visoko treniranih/profesionalnih atletičarki na duge pruge, čak i male individualne varijacije mogu učiniti menstrualni ciklus važnim faktorom (Burrows i Bird, 2000).

Sport i njegova asocijacija s menstrualnim abnormalnostima dobro je dokumentirana u literaturi, s prevalencijom promjena u menstrualnom ciklusu kod sportašica u značajno većoj mjeri nego kod kontrolne grupe neaktivnih žena (Keizer i Regol, 1990). Promjene u reproduktivno - endokrinoj funkciji koje vode do neredovitih menstruacija zabilježene su između 1 do 66% među sportašicama, u usporedbi s 2 do 5% kod nesportašica. Dakle, zbog fiziološkog stresa pod koji su stavljene sportašice i činjenica da često imaju vrlo malu tjelesnu masu u kombinaciji s velikim volumenom treninga i restriktivnom prehranom, promjene u menstrualnom ciklusu mogle bi se pojaviti. S druge strane, postoje dokazi da je zapravo povezanost između male tjelesne mase i poremećaja menstrualnog ciklusa vrlo slaba (Burrows i Bird, 2000).

Veća incidencija poremećaja menstrualnog ciklusa kod sportašica mogla bi djelomično biti objašnjena selektivnim mehanizmom sporta. Na primjer, djevojčice s odgođenom menarhom bi mogle briljirati u određenim sportovima (gimnastici), odgođeno zatvaranje epifiznih ploča rasta mogle bi omogućiti dobru selekciju u sportovima u kojima se očekuje veća tjelesna

visina (košarka, odbojka), mala tjelesna masa je prednost kod sportova izdržljivosti (maraton) i neke bolesti kao što je sindrom policističnih jajnika (PCOS) bi mogle dati prednost u sportovima u kojima dominira jakost zbog veće razine androgena (testosterona). Djevojke i žene s ovim stanjima pretežno ostaju u sportu i razvijaju svoje vještine, dok ostale često odustaju zbog relativno manje uspjeha i postignuća (Fischetto i Sax, 2013).

S druge strane, mnoge sportašice su primorane smanjiti tjelesnu masu kako bi poboljšale izvedbu. Manja tjelesna masa, velika opterećenja treninga (pogotovo kod treninga izdržljivosti) i mlađa dob predisponirajući su čimbenici za oligomenoreju i amenoreju. Kod sportašica, ova stanja su ponekad rezultat naglog (umjesto progresivnog) povećanja trenažnog opterećenja, koja su također potencijalno povezana s individualnim predispozicijama ili različitom prehranom i strategijama oporavka, čak i ako u drugim trenucima sportašice s istim režimom treninga pokažu drugačiji odgovor (Sundgot-Borgen i Torstveit, 2004). Zato je važno navesti najčešća stanja i abnormalnosti koja su povezana s izostankom menstrualnog ciklusa (Fischetto i Sax, 2013):

1. Eumenoreja - redoviti ciklusi, trajanje ciklusa između 26-32 dana, unutar varijacije od 1%)
2. Amenoreja - niska razina estrogena i progesterona koja provocira izostanak proliferacije endometrija (i menstrualnog krvarenja)
  - a. Primarna amenoreja – izostanak menstrualnog ciklusa do 16. godine, iako su se pojavile ostale promjene izazvane pubertetom
  - b. Sekundarna amenoreja – pojava samo od 0-3 ciklusa godišnje
3. Dismenoreja - bol u području zdjelice i/ili menstrualni grčevi koji se pojavljuju oko menstruacije
4. Oligomenoreja – menstrualni ciklusi u trajanju >35 dana, 4-9 ciklusa godišnje
5. Izostanak ovulacije (anovulacija) – razina estrogena i progesterona su preniske za ovulaciju, ali dovoljne za menstrualno krvarenje
6. Defekti lutealne faze – skraćena i snižena sekrecija progesterona koja rezultira neplodnošću



Sve ove promjene praćene su niskim razinama spolnih hormona estrogena i progesterona, uz smanjenu redovitost i uspostavu ovulatornih ciklusa, što može uvelike utjecati na mineralnu gustoću kostiju o kojoj će biti riječ u nastavku.

## **5.1. Trijas sportašica**

Sportašice su pod sve većim pritiskom ne samo da budu snažne natjecateljice, nego da uz to imaju i „savršen“ tip tijela, te određenu tjelesnu masu za njihov odabrani sport. Veliko trenajno opterećenje uz restriktivan energetska unos često je viđen kod sportašica (s ciljem da zadrže malu tjelesnu masu), što je rezultiralo sve češćom pojavom takozvanog sindroma „trijasa sportašica“.

Trijas sportašica sastavljen je od 3 stanja koja prevladavaju kod sportašica: amenoreje (izostanak ciklusa), poremećaja u prehrani i osteoporoze. U upitniku u kojem je sudjelovalo 226 profesionalnih sportašica, prevalencija poremećaja menstrualnog ciklusa bila je u baletu (52%) , gimnastici (100%), kod lakih kategorija u veslanju (67%), trčanja na duge pruge (65%), zatim plivanju (31%) te timskim sportovima (17%). Prema tome, poremećaji menstrualnog ciklusa su relativno uobičajeni među sportašicama (Bennell i sur., 1999).

U novijoj literaturi, trijas sportašica razmatra se u sklopu kompleksnijeg, tako zvanog sindroma relativne energetske deficijencije u sportu (RED-S). Uzrok ovog sindroma, kao što je navedeno u samom nazivu, je energetska deficijencija, čime dnevni kalorijski unos ne zadovoljava energetska potrošnja koja je neophodna za zdravlje, rast, svakodnevne i sportske aktivnosti. Time se ovaj klinički fenomen ne može zadržati na samo tri stanja koja čine trijas; amenoreju, poremećaje u prehrani i osteoporozi, već pogađa puno više aspekata sportske izvedbe, zdravlja i fizioloških funkcija kao što su metabolizam, menstrualna funkcija, zdravlje kostiju, imunitet, sinteza proteina, kardiovaskularno i mentalno zdravlje. Zato je Međunarodni olimpijski komitet predstavio ovaj sveobuhvatan naziv za sindrom trijasa sportašica, koji je kompleksniji od onoga što se smatralo – sindrom relativne energetske deficijencije u sportu (RED-S) (Mountjoy i sur., 2014).

### **5.1.1. Amenoreja i osteoporoza**

Amenoreja je puno kompleksniji problem nego što se nekada smatrala, s gubitkom tjelesne mase, prisutnosti/odsutnosti masnog tkiva, i emocionalnog i fizičkog stresa koji igraju glavnu ulogu. Endokrinološki status amenoroične sportašice pokazuje dugoročno stanje deficita estrogena jednako onome koje pronalazimo kod žena u postmenopauzi. Estrogen je izuzetno važan jer olakšava prijenos kalcija u kosti, čime bi amenoreja i produženo hipoestrogeno stanje mogli predisponirati sportašicu preranoj osteoporozi (Okano i sur., 1995). Zato, sportašice koje nemaju redovne menstrualne cikluse dolaze u rizik smanjivanja mineralne gustoće kostiju do te mjere da dolazi do stres fraktura kostiju pri minimalnim opterećenjima. Osteoporoza se smatra bolešću koja se pojavljuje kod starije populacije, prevalentna je kod sportašica bilo koje dobi čija je koštana masa pala ispod kritičnog praga. Aktivne sportašice koje izgube menstruaciju kao rezultat treninga najbolji su kandidati za preuranjen gubitak koštane mase, s gubitkom od 2 do 6% godišnje u amenoreji, i sveukupnim mogućim gubitkom od čak 25% koštane mase (Snow-Harter, 1994). Montagnani i sur. (1994) i Myburgh i sur. (1993) tvrde da ukupni broj godina redovite menstruacije predviđa mineralnu gustoću kostiju lumbalnog dijela kralješnice točnije od bilo kojeg drugog menstrualnog ili faktora vezanog za trening. Time rečeno, brojna istraživanja pokazala su da žene s neredovitim menstrualnim ciklusima imaju značajno manje vrijednosti koštane mase od sportašica s redovnim menstrualnim ciklusima i nesportašica (Fehily i sur., 1992). Posljedično, najveća zabrinutost je da će veliki broj sportašica s rigoroznim rasporedima treninga i restriktivnom prehranom doći do produženih perioda amenoreje, što bi ih moglo dovesti do nepovratnog gubitka koštane mase (Hergenroeder i sur, 1997).

U istraživanju provedenom na balerinama pokazano je da amenoreja u trajanju duljem od 6 mjeseci bila nezavisni prinositelj riziku nastanka stres frakture, te je procijenjeni rizik bio 93 puta veći nego kod balerina s regularnim ciklusima (Kadel i sur., 1992). Dok se rizik čini neobično visokim, u istraživanju je bilo samo 6 balerina s redovnim ciklusima u uzorku od ukupno 54 balerina, što je potencijalno utjecalo na statističku analizu i rezultate.

Nažalost, ne postoje longitudinalna „follow-up“ istraživanja provedena na prethodno amenoroičnim sportašicama koja bi pokazala može li se vratiti normalna mineralna gustoća kostiju nakon nekoliko godina redovnih ciklusa. Zato je upitna činjenica koju pokazuju ranija istraživanja koja sugeriraju da bi se moglo postići malo povećanje u vertebralnoj mineralnoj gustoći kostiju nakon 14 mjeseci ponovno uspostavljenog ciklusa kod prethodno amenoroičnih atletičarki (Burrows i Bird, 2000). Micklesfield i sur. (1995) tvrde da koštana

masa lumbalne kralježnice kod žena s poviješću oligoamenoreje/amenoreje ne bi nikada mogla dostići žene koje imaju redovne menstrualne cikluse, zbog gubitka koštane mase i/ili koštane akrecije.

Istraživanja pokazuju dugoročne posljedice neadekvatnog energetskeg unosa kod sportašica, te su pokazala izrazito štetan učinak na zdravlje kostiju, mentalno stanje i stavove prema prehrani. Smatra se da je najproblematičnije tijekom kritičnih adolescentskih godina kada se događa najveći koštani prirast i maturacija mozga. Time bi se buduća istraživanja trebala bazirati na ranoj identifikaciji sportašica koje su u riziku od nastanka trijasa već u ranom stadiju. Nadalje, istraživanja koja se bave novim mogućnostima liječenja koja bi poboljšala stanje kostiju kod mlađih osoba, dosta zaostaju za istraživanjima koja se provode kod starijih žena te je važno implementirati i doći do novih spoznaja za mlađu populaciju (Maya i Misra, 2021).

### **5.1.2. Preporuke/savjeti za menadžment trijasa sportašica**

Nije neuobičajeno da sportašice treniraju vrlo naporno pri visokim intenzitetima, dok pri tome imaju neadekvatnu prehranu prema zahtjevima sporta i treninga, zbog čega doživljavaju veliki psiho-fizički stres. Pitanje je zašto sportašice nastavljaju s takvom praksom bez obzira na moguće zdravstvene posljedice? Mogući odgovor je manjak edukacije ili kompulzivne navike vježbanja unutar grupe ili kluba. Ako se simptomi povezani s trijasom sportašica, kao što su frakture i ozljede, ne manifestiraju, malo je vjerojatno da će doći do promjene ponašanja. Međutim, vrlo je malo toga poznato o dugoročnim fizičkim i psihološkim utjecajima trijasa sportašica. Ukoliko se sumnja na poremećaje menstrualnog ciklusa ili su već potvrđeni, izrazito je bitno da se sportašice educiraju o mogućim posljedicama na zdravlje, reproduktivnu funkciju i osteoporozu, posebice ukoliko su simptomi prisutni tijekom dužeg vremenskog perioda. Procjena gustoće kostiju putem rendgena bi također bila relevantna za dijagnozu osteopenije i/ili osteoporoze, te bi moglo biti dovoljno da sportašica inicira promjenu ponašanja (Burrows i Bird,2000).

Sportašice, treneri i roditelji trebaju biti svjesni mogućeg nastajanja sindroma trijasa sportašica kako bi se educirali i prvenstveno spriječili njegov nastanak, ili ukoliko i dođe do ozbiljnih simptoma, riješili ih na pravi način. Godišnji sistematski pregledi bi mogli biti odlična prilika za razgovor o ovoj temi u slučaju kada je potrebna multidisciplinarna

intervencija. Praćenje i povećanje kalorijskog unosa koji prati povećanje volumena treninga čini se ključno za prevenciju dijabetesa, ali smanjenje intenziteta vježbanja je neizbježno za oporavak od istog. Nadomjesna hormonalna terapija putem kontracepcijskih tableta (estrogena) zasebno nije dovoljna kako bi promijenila patološko stanje ukoliko izostaje povećanje tjelesne mase i indeksa tjelesne mase (BMI) (Fischetto i Sax, 2013).

## 6. Praktične implikacije

Svaka sportašica je individua za sebe i mogla bi drugačije reagirati na isti plan treninga. Kontinuirana adaptacija i modifikacija treninga u realnom vremenu, s obzirom na „stanje na terenu“ i odgovor tijela, bi mogli poboljšati izvedbu i smanjiti rizik od nastanka ozljeda. Treneri i članovi stručnog tima trebali bi biti svjesni stanja svake pojedine sportašice i da unutar grupe ne vrijedi pravilo „one rule fits for all“. Same sportašice trebale bi individualno pratiti svoj menstrualni ciklus i biti svjesne svog fizičkog i emocionalnog stanja; vježbanje bi trebalo biti korelirano sa zahtjevima sportske izvedbe i subjektivnim statusom, što bi sportašicama omogućilo da znaju koji su im najbolji dani za trening i kojim danima bi moglo doći do pogoršanja izvedbe zbog menstrualnog ciklusa. Bez daljnega, trening bi trebao biti planiran s obzirom na to da sportašica ima optimalan broj treninga s dovoljno odmora između njih (Fischetto i Sax, 2013).

S obzirom da je literatura još uvijek dosta podijeljena i donekle zbunjujuća o egzaktnom utjecaju menstrualnog ciklusa na pojedine sposobnosti i općenito sportsku izvedbu, teško je dati jednoznačne praktične savjete koji bi se mogli primijeniti na svim sportašicama. Također, potrebno je još puno edukacije u području menstrualnog ciklusa trenerima i ostalom osoblju koje radi sa sportašicama, jer je ova „prirodna“ pojava još uvijek veliki *taboo* među sportašicama i njihovim trenerima, pogotovo muškim trenerima. U timskim sportovima pojavljuju se još veće prepreke zbog nedostatka individualizacije treninga svakoj pojedinoj sportašici, te je situacija ovdje još složenija.

U zaključku jednog znanstvenog članka pod nazivom *Tailoring training based on menstrual cycle may work in theory but can they be used in practice?* autora Julian i Sargent (2020), navodi se da je literatura koja opravdava resurse potrebne da bi se implementirala periodizacija bazirana na menstrualnom ciklusu vrlo ograničena, iako se iz anegdotalnih izvješća sportašica jasno vidi da postoji značajan utjecaj na njihovu dobrobit i spremnost na trening tijekom pojedinih faza ciklusa. Postoji vrlo ograničen broj dobro dizajniranih istraživanja koja potvrđuju utjecaj menstrualnog ciklusa na stvarnu sportsku izvedbu, uključujući nedostatak istraživanja o valjanosti i korisnosti isplativijih i izvedivijih zamjenskih mjera za određivanje faze menstrualnog ciklusa koje bi se koristile za monitoring (za razliku od invazivnih metoda kao što je određivanje hormona iz krvi).

U svrhu sažetka, u daljnjem tekstu navodi se tablica kao primjer periodizacije treninga kroz menstrualni ciklus autora Dave Hamiltona (trenera ženske hokejaške ekipe Velike Britanije) koja je predstavljena na godišnjoj konferenciji *UK Strength & Conditioning Association* pod nazivom „The impact of monitoring strategies on a team sport through an Olympic cycle: physical development, taper and recovery“.

Ova tablica može poslužiti kao izvrstan primjer nekome tko tek kreće trenirati sportašice ili onima koji su možda uvidjeli promjene u sportskoj izvedbi kod sportašice, a nisu znali na koji način im se prilagoditi, i time maksimizirati trening na način da u pravom trenutku programiraju treninge optimalne za određenu fazu menstrualnog ciklusa. Kao što je ranije spomenuto u ovom diplomskom radu, do pogoršanja izvedbe najčešće dolazi kod pojave PMS-a tijekom kasne lutealne faze i prvim danima menstrualnog ciklusa, tj. ranoj folikularnoj fazi gdje se javljaju grčevi, bolovi u stomaku i leđima, te nogama, te u toj fazi često sportašice nisu motivirane za trening, stoga se provode lagani kondicijski treninzi niskog intenziteta kojima je glavni cilj regeneracija. Nakon prva tri dana menstrualnog ciklusa dolazi do povećanja intenziteta jer simptomi i smetnje najčešće gotovo u potpunosti nestanu te je moguće raditi metaboličke treninge, kao i treninge jakosti i brzine. Dani koji slijede sportašice smatraju najboljim danima za trening i zbog toga je pogodno povećati intenzitet te oko ovulacije između 13. i 15. dana staviti naglasak na trening jakosti i snage zbog vrhunca koncentracije testosterona. Tijekom rane lutealne faze dolazi do perioda najvećeg intenziteta u cijelom menstrualnom ciklusu i tijekom tih dana optimalno je raditi treninge visokog intenziteta, kompleksne zadatke, laktatni trening, te treninge maksimalne jakosti i snage. Kako se bliži kraj menstrualnog ciklusa, u središnjoj lutealnoj fazi provode se aerobni treninzi velikog volumena, a malog intenziteta, čime na kraju dolazimo do kasne lutealne faze u kojoj se javljaju promjene raspoloženja, smanjena brzina reakcije, pad imuniteta, te povećana percepcija opterećenja gdje je naglasak na malom intenzitetu treninga i regeneraciji, čime ciklus kreće opet ispočetka.

Uzimajući osobno iskustvo u obzir, ova tablica odlično sumira cijeli menstrualni ciklus, te sve promjene koje se događaju tijekom njega, kako mentalne, fizičke i hormonalne tako i one najbitnije promjene sportske izvedbe koje pogotovo u profesionalnom sportu čine veliku razliku.

Tablica 2 Primjer periodizacije treninga kroz menstrualni ciklus

		S&C periodizacija						
Dan	Faza	Razina hormona	Psihološke i fiziološke promjene	Utjecan na trening	Tjedan	Fokus	Intenzitet	Primarni cilj treninga
1	Kana folikularna faza (menstruacija)	Nizak estrogen, progesteron i testosteron	Promjene raspoloženja, povećana razina stresa, narušeno vrijeme reakcije i percepcija opterećenja, pad imuniteta	Smanjiti tehnički i trening preciznosti, reducirati stres i volumen treninga. Uključiti anaerobni i trening snage. Laktatni trening i trening jakosti.	1	Regeneracija	Mali	Lagani kondicijski trening
2								
3								
4								
5								
6	Središnja folikularna faza	Raste estrogen Nizak progesteron		Visoko intenzivan trening malog volumena, kompleksni zadaci, anaerobne aktivnosti i trening snage, laktatni trening i trening jakosti.	2	Metabolički trening + jakost	Umjereni	Brzina
7								
8								
9	Kasna folikularna faza	Vrhunac estrogena	Povećane zaliha glikogena, masti i proteina, kao i vode i elektrolita	Aerobni trening niskog intenziteta i velikog volumena. Naglasak na trening bez opterećenja i prolongiranog trajanja. Trening jakosti i snage.	2	Aerobni kapacitet i ozljeda	Umjerenog velik	Kondicijski trening
10								
11								
12								
13								
14	Ovuacija	Vrhunac testosterona		Trening jakosti i snage.	3	Maksimalna jakost + snaga	Jako velik	Teretana i brzina
15								
16								
17								
18								
19	Rana lutealna faza	Rast progesterona	Povećane zalihe glikogena u jetri i mišićima, povećan ukupni energetske unos, smanjenje koncentracije laktata. Najveća retencija vode, natrija i kalija.	Visoko intenzivan trening malog volumena, kompleksni zadaci, anaerobne aktivnosti i trening snage, laktatni trening i trening jakosti.	3	Aerobni kapacitet i prevencija ozljeda	Umjereni	Teški kondicijski treninzi
20								
21								
22								
23								
24	Središnja lutealna faza	Vrhunac estrogena i progesterona	Povećan katabolizam proteina. Mala mišićna izdržljivost, povećane zalihe vode i elektrolita.	Aerobni trening niskog intenziteta i velikog volumena. Naglasak na trening bez opterećenja i prolongiranog trajanja.	4	Regeneracija	Mali	Lagani kombinirani treninzi
25								
26								
27								
28	Kasna lutealna faza	Niska razina estrogena, progesterona i testosterona	Promjene raspoloženja, povećana razina stresa, narušeno vrijeme reakcije i percepcija opterećenja, pad imuniteta	Regeneracijski tjedan. Jednostavni zadaci i malo opterećenje. Reducirati stres i volumen treninga. Uključiti trening snage.				

## 7. Zaključak

Dok značajan postotak sportašica smatra kako menstrualni ciklus utječe na njihovu sportsku izvedbu, literatura je vrlo ograničena u tom području te su rezultati istraživanja prilično kontradiktorni. Mnoga istraživanja pokazala su kako menstrualni ciklus ne utječe na sportsku izvedbu, dok su rezultati drugih istraživanja koja su pokazala da ipak dolazi do promjena u sportskoj izvedbi u različitim fazama menstrualnog ciklusa nedosljedni. Važno je spomenuti kako velik broj istraživanja ima ozbiljne metodološke nedostatke te je zbog toga još teže doći do zaključaka. Kako je svima poznato da menstrualni ciklus ima svoje očigledne simptome i stanja, kao na primjer kasna lutealna faza, tzv. PMS, u kojoj sportašice zbog bolova u donjem dijelu trbuha, leđima pa čak i nogama, grčeva, povraćanja, te u ozbiljnijim slučajevima nesvjestice moraju propustiti treninge. Ove tjelesne simptome tipično prate i psihološka stanja kao što su promjene raspoloženja, slaba motivacija za trening, nesigurnost u sebe i ostale misli koje na dan natjecanja mogu uvelike utjecati ne samo na rezultat, već dovesti sam nastup na natjecanju u pitanje. Stoga je izrazito bitna edukacija prvenstveno trenera kako bi se u tim trenucima znali postaviti, pripremiti i na najbolji način pristupiti situaciji u kojoj se sportašica nalazi. Iako su fizički simptomi ponekad preozbiljni da bi se riješili na licu mjesta, zato su oni psihološki ti na koje trener ima velik utjecaj i gdje njegova/njezina asistencija može presuditi.

Neophodno je da ova tema prestane biti *taboo* kako bi time profitirale i sportašice i treneri. Postoji još puno prostora za napredak i daljnja istraživanja koja bi se posvetila pitanju kako menstrualni ciklus utječe na sportsku izvedbu te na taj način omogućili veću individualizaciju i zasigurno bolje razumijevanje samih sportašica i njihovih menstrualnih ciklusa, čime bi se stvorile nove i učinkovite strategije kojima bi se izvedba dovela na najvišu razinu, a najvažnije od svega očuvalo zdravlje sportašica. Ovaj diplomski rad ima intenciju potaknuti na razmišljanje i usmjeriti osobe koje rade sa sportašicama na optimizaciju trenažnih opterećenja kao i na bolje razumijevanje svih promjena koje se događaju kod sportašica tijekom menstrualnog ciklusa. Također, intencija rada je dati sportašicama odgovore vezane uz interakciju menstrualnog ciklusa i sportskog treninga kako bi još bolje razumjele fiziologiju svog tijela i time poboljšale svoju sportsku izvedbu.



## 8. Literatura

- Armour, M., Parry, K., Steel, K., & Smith, C. (2020). Australian female athlete perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present. *International Journal Of Sports Science & Coaching*, 15(3), 316-323. <https://doi.org/10.1177/1747954120916073>
- Bennell, K., Matheson, G., Meeuwisse, W., & Brukner, P. (1999). Risk Factors for Stress Fractures. *Sports Medicine*, 28(2), 91-122. <https://doi.org/10.2165/00007256-199928020-00004>
- Blagrove, R., Bruinvels, G., & Pedlar, C. (2020). Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrhic women: A systematic review and meta-analysis. *Journal Of Science And Medicine In Sport*, 23(12), 1220-1227. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.022>
- Bruinvels, G., Burden, R., McGregor, A., Ackerman, K., Dooley, M., Richards, T., & Pedlar, C. (2016). Sport, exercise and the menstrual cycle: where is the research?. *British Journal Of Sports Medicine*, 51(6), 487-488. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096279>
- Bunt, J. (1990). Metabolic actions of estradiol. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 22(3), 286-290. <https://doi.org/10.1249/00005768-199006000-00003>
- Burrows, M., & Bird, S. (2000). The Physiology of the Highly Trained Female Endurance Runner. *Sports Medicine*, 30(4), 281-300. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030040-00004>
- Dokumacı, B., & Hazır, T. (2019). Effects of the Menstrual Cycle on Running Economy: Oxygen Cost Versus Caloric Cost. *Research Quarterly For Exercise And Sport*, 90(3), 318-326. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1599800>
- Ergin, E., & Kartal, A. (2020). Menstrual Cycle and Sporting Performance Perceptions of Elite Volleyball Players. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 9(10), 57-64.
- Fehily, A., Coles, R., Evans, W., & Elwood, P. (1992). Factors affecting bone density in young adults. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 56(3), 579-586. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.3.579>

- Findlay, R. J., Macrae, E. H., Whyte, I. Y., Easton, C., & Forrest, L. J. (2020). How the menstrual cycle and menstruation affect sporting performance: experiences and perceptions of elite female rugby players. *British journal of sports medicine*, 54(18), 1108-1113.
- Freemas, J., Baranauskas, M., Constantini, K., Constantini, N., Greenshields, J., & Mickleborough, T. et al. (2020). Exercise Performance Is Impaired during the Midluteal Phase of the Menstrual Cycle. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 53(2), 442-452. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002464>
- Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O et al (2000) Influence of menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Medicine & Science In Sports & Exercise* 32:486–492.
- Goldsmith, E., & Glaister, M. (2020). The effect of the menstrual cycle on running economy. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(4), 610-617.
- Graja, A., Kacem, M., Hammouda, O., Borji, R., Bouzid, M., Souissi, N., & Rebai, H. (2020). Physical, Biochemical, and Neuromuscular Responses to Repeated Sprint Exercise in Eumenorrheic Female Handball Players. *Journal Of Strength And Conditioning Research, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003556>
- Greenhall, M., Taipale, R. S., Ihalainen, J. K., & Hackney, A. C. (2020). Influence of the Menstrual Cycle Phase on Marathon Performance in Recreational Runners. *International journal of sports physiology and performance*, 16(4), 601-604.
- Hamilton, D. (2012). *The Impact of Monitoring Strategies on a Team Sport Through an Olympiad: Physical Development, Taper & Recovery*. Presentation, London.
- Hergenroeder, A., Smith, E., Shypailo, R., Jones, L., Klish, W., & Ellis, K. (1997). Bone mineral changes in young women with hypothalamic amenorrhea treated with oral contraceptives, medroxyprogesterone, or placebo over 12 months. *American Journal Of Obstetrics And Gynecology*, 176(5), 1017-1025. [https://doi.org/10.1016/s0002-9378\(97\)70396-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9378(97)70396-x)
- Jacobson, B. H., & Lentz, W. (1998). Perception of physical variables during four phases of the menstrual cycle. *Perceptual and motor skills*, 87(2), 565-566.
- Janse de Jonge, X. (2003). Effects of the Menstrual Cycle on Exercise Performance. *Sports Medicine*, 33(11), 833-851. doi: 10.2165/00007256-200333110-00004

- Julian, R., & Sargent, D. (2020). Periodisation: tailoring training based on the menstrual cycle may work in theory but can they be used in practice?. *Science And Medicine In Football*, 4(4), 253-254. <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1828615>
- Julian, R., Hecksteden, A., Fullagar, H., & Meyer, T. (2017). The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PLOS ONE*, 12(3), e0173951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173951>
- Kadel, N., Teitz, C., & Kronmal, R. (1992). Stress fractures in ballet dancers. *The American Journal Of Sports Medicine*, 20(4), 445-449. <https://doi.org/10.1177/036354659202000414>
- Keizer, H., & Rogol, A. (1990). Physical Exercise and Menstrual Cycle Alterations. *Sports Medicine*, 10(4), 218-235. <https://doi.org/10.2165/00007256-199010040-00002>
- Kikuchi, H., Nakatani, Y., Seki, Y., Yu, X., Sekiyama, T., Sato-Suzuki, I., & Arita, H. (2010). Decreased blood serotonin in the premenstrual phase enhances negative mood in healthy women. *Journal Of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 31(2), 83-89. <https://doi.org/10.3109/01674821003770606>
- Kissow, J., Jacobsen, K., Gunnarsson, T., Jessen, S., & Hostrup, M. (2022). Effects of Follicular and Luteal Phase-Based Menstrual Cycle Resistance Training on Muscle Strength and Mass. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01679-y>
- Lamont, L., Lemon, P., & Bruot, B. (1987). Menstrual cycle and exercise effects on protein catabolism. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 19(2), 106110. <https://doi.org/10.1249/00005768-198704000-00007>
- Maya, J., & Misra, M. (2021). The female athlete triad: review of current literature. *Current Opinion In Endocrinology, Diabetes & Obesity*, 29(1), 44-51. <https://doi.org/10.1097/med.0000000000000690>
- Micklesfield, L., Lambert, E., Fataar, A., Noakes, T., & Myburgh, K. (1995). Bone mineral density in mature, premenopausal ultramarathon runners. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 27(5), 688-696. <https://doi.org/10.1249/00005768-199505000-00011>
- Middleton, L., & Wenger, H. (2005). Effects of menstrual phase on performance and recovery in intense intermittent activity. *European Journal Of Applied Physiology*, 96(1), 53-58. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0073-9>

- Miller, B., Hansen, M., Olesen, J., Flyvbjerg, A., Schwarz, P., & Babraj, J. et al. (2006). No effect of menstrual cycle on myofibrillar and connective tissue protein synthesis in contracting skeletal muscle. *American Journal Of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 290(1), E163-E168. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00300.2005>
- Montagnani, C., Arena, B., & Maffulli, N. (1992). Estradiol and progesterone during exercise in healthy untrained women. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 24(7), 764-768. <https://doi.org/10.1249/00005768-199207000-00005>
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., & Lebrun, C. et al. (2014). The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal Of Sports Medicine*, 48(7), 491-497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
- Myburgh, K., Bachrach, L., Lewis, B., Kent, K., & Marcus, R. (1993). Low bone mineral density at axial and appendicular sites in amenorrheic athletes. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 25(11), 1197-1202. <https://doi.org/10.1249/00005768-199311000-00001>
- Okano, H., Mizunuma, H., Soda, M., Matsui, H., Aoki, I., Honjo, S., & Ibuki, Y. (1995). Effects of Exercise and Amenorrhea on Bone Mineral Density in Teenage Runners. *Endocrine Journal*, 42(2), 271-276. <https://doi.org/10.1507/endocrj.42.271>
- Oleka, C. (2020). Use of the Menstrual Cycle to Enhance Female Sports Performance and Decrease Sports-Related Injury. *Journal Of Pediatric And Adolescent Gynecology*, 33(2), 110-111. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2019.10.002>
- Rapkin, A. (1992). The Role of Serotonin in Premenstrual Syndrome. *Clinical Obstetrics And Gynecology*, 35(3), 629-636. <https://doi.org/10.1097/00003081-199209000-00022>
- Reis, E., Frick, U., & Schmidtbleicher, D. (1995). Frequency Variations of Strength Training Sessions Triggered by the Phases of the Menstrual Cycle. *International Journal Of Sports Medicine*, 16(08), 545-550. <https://doi.org/10.1055/s-2007-973052>
- Romero-Moraleda, B., Coso, J., Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Grgic, J., & Lara, B. (2019). The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance. *Journal Of Human Kinetics*, 68(1), 123-133. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0061>

- Sakamaki-Sunaga, M., Min, S., Kamemoto, K., & Okamoto, T. (2016). Effects of Menstrual Phase-Dependent Resistance Training Frequency on Muscular Hypertrophy and Strength. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 30(6), 1727-1734. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001250>
- Shakhlina, L., Roda, O., Kalytka, S., Romaniuk, O., Matskevych, N., & Zakhoshyi, V. (2016). Physical performance during the menstrual cycle of female athletes who specialize in 800 m and 1500 m running. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1345.
- Snow-Harter, C. (1994). Bone Health and Prevention of Osteoporosis in Active and Athletic Women. *Clinics In Sports Medicine*, 13(2), 389-404. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(20\)30337-9](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(20)30337-9)
- Solli, G. S., Sandbakk, S. B., Noordhof, D. A., Ihalainen, J. K., & Sandbakk, Ø. (2020). Changes in self-reported physical fitness, performance, and side effects across the phases of the menstrual cycle among competitive endurance athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 15(9), 1324-1333.
- Speroff L (1999) Clinical gynecologic endocrinology and infertility, 6th edn. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia
- Sundgot-Borgen, J., & Torstveit, M. (2004). Prevalence of Eating Disorders in Elite Athletes Is Higher Than in the General Population. *Clinical Journal Of Sport Medicine*, 14(1), 25-32. <https://doi.org/10.1097/00042752-200401000-00005>
- Sung, E., Han, A., Hinrichs, T., Vorgerd, M., Manchado, C., & Platen, P. (2014). Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *Springerplus*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-668>
- Tsmpoukos, A., Peckham, E., James, R., & Nevill, M. (2010). Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *European Journal Of Applied Physiology*, 109(4), 659-667. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1384-z>
- Vaiksaar, S., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Kalytka, S., Shakhlina, L., & Jürimäe, T. (2010). No effect of menstrual cycle phase on fuel oxidation during exercise in rowers. *European Journal Of Applied Physiology*, 111(6), 1027-1034. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1730-1>

Wikstrom-Frisen L, Boraxbekk CJ, Henriksson-Larsen K. Effects on power, strength and lean body mass of menstrual/oral contra- ceptive cycle based resistance training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2017;57:43–52. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05848-5>.