

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
kineziologija

VPLIV MENSTRUALNEGA CIKLA NA VADBENO UČINKOVITOST

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Vedran Hadžić, dr. med.

RECENZENTKA

prof. dr. Mateja Videmšek, prof. šp. vzg.

Avtorica dela:

NINA PUŠNIK

Ljubljana, 2017

Zahvaljujem se mentorju za vodstvo in podporo pri izdelavi diplomskega dela. Za začetne nasvete se zahvaljujem čudoviti sosedki Nadi. Največja zahvala pa gre mojemu dragemu Domnu, ki je bil moja največja podpora in zanesljiv ter realen vir povratnih informacij. Hvala tudi ljubemu Domeniku, ki me je kot žarek sonca opominjal na realnost življenja. Hvala tudi preostalim družinskim članom, ki so mi nudili veliko moralno podporo.

Ključne besede: menstruacija, vzdržljivost, moč, gibljivost, presnova, spolni hormoni.

VPLIV MENSTRUALNEGA CIKLA NA VADBENO UČINKOVITOST

Nina Pušnik

IZVLEČEK

Menstrualni cikel je sestavni del življenja vsake ženske. Naš namen je bil ugotoviti, kakšen vpliv imajo različne koncentracije spolnih hormonov skozi menstrualni cikel (MC) na vadbeno učinkovitost in kako se spremeni presnova hranil pod vplivom različnih hormonov. Vadbeno učinkovitost smo razdelili na kratkotrajno visoko intenzivno vadbo, submaksimalno vzdržljivost, moč in gibljivost.

Naše ugotovitve so naslednje: MC ima vpliv na pripravljenost športnic, vendar ne v tolikšni meri, da bi ogrožal njihov nastop. Izjema so ekstremni športi, kot je npr. ultramaraton, kjer bi lahko imel del cikla pomembno vlogo. Večina virov poroča, da na vzdržljivost menstrualni cikel nima vpliva, niti na kratkotrajno visoko intenzivno vadbo niti na submaksimalno vzdržljivost, nekateri sicer predlagajo, da bi bila lahko vzdržljivost v srednji lutealni fazi povečana. Pri treningu moči avtorji predlagajo, da je trening, zgoščen v folikularni fazi, bistveno učinkovitejši od treninga skozi celoten MC. Na gibljivost ima MC velik vpliv, saj se v času, ko je povišana koncentracija estrogena v telesu, to je v času ovulacije, poveča elastičnost tetiv in kit, zaradi česar je v tem času tudi večja verjetnost poškodb, predvsem sprednje križne vezi. Na presnovo imajo hormoni prav tako precejšen vpliv. Zaključili smo, da bi se zaradi vpliva hormonov na presnovne procese v lutealni fazi lahko povečala vzdržljivost. Prav tako estrogen promovira lipolizo, zaradi česar vpliva na aerobno vadbo. Nasprotno pa se razgradnja proteinov poveča v lutealni fazi, zaradi česar je trening moči bolje izvajati v folikularni fazi.

Key words: menstruation, endurance, strength training, flexibility, metabolism, sexual hormones.

INFLUENCE OF MENSTRUAL CYCLE ON EXERCISE PERFORMANCE

Nina Pušnik

Abstract

The menstrual cycle is a part of every woman's life. Our aim was to evaluate the effect of different ovarian hormones and the menstrual cycle (MC) on exercise performance. We were also interested in how the metabolism of nutrients changes in correlation with different hormones. Exercise performance was divided into high-intensity short-duration exercise, submaximal long-lasting endurance, strength training, and flexibility.

Based on the available scientific data, we can conclude that MC has an effect on exercise performance in athletes, but not to an extent that would threaten their performance in competition. The exceptions to this finding are extreme sports such as ultramarathon, where a phase of the menstrual cycle could have a more significant impact. We could not support the hypothesis that MC has a significant impact on endurance, although the findings of studies vary in relation to this issue. When it comes to strength training, it is believed to be more effective in the first half of the menstrual cycle – the follicular phase – due to a positive impact of estrogen on the muscle mass. Flexibility is strongly affected by sex hormones, especially estrogen. It peaks when ovulation occurs, promotes tissue elasticity, and increases the risk of injuries, with injuries of the anterior cruciate ligament being the most common. Metabolism is also affected by sex hormones. We conclude that the metabolism changes caused by hormones in the luteal phase could improve endurance. It is also known that estrogen promotes lipolysis, affecting aerobic exercise. By contrast, protein catabolism is increased in the luteal phase, which is why strength training is better performed the follicular phase.

KAZALO

1. UVOD	1
1. 1. POTEK MENSTRUALNEGA CIKLA.....	2
1. 2. CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA	4
2. JEDRO	5
2. 1. VPLIV MENSTRUALNEGA CIKLA NA VZDRŽLJIVOSTNE VADBE.....	5
2. 1. 1. KRATKOTRAJNA MAKSIMALNA VADBA	5
2. 1. 2. SUBMAKSIMALNA DOLGOTRAJNA VADBA	6
2. 2. VPLIV NA VADBO MOČI	7
2. 3. VPLIV NA GIBLJIVOST.....	7
2. 4. VPLIV NA POŠKODBE	8
2. 5. VPLIV NA PRESNOVO	9
2. 5. 1. OGLJIKOVI HIDRATI	9
2. 5. 2. MAŠČOBE	9
2. 5. 3. BELJAKOVINE	10
2. 5. 4. ZAKLJUČEK VPLIVA NA PRESNOVO	10
2. 6. GRELIN IN LEPTIN.....	10
2. 7. ŽENSKA ŠPORTNA TRIADA.....	11
3. SKLEP	12
3. 1. NAŠA RAZISKAVA - ANKETIRANJE.....	13
4. VIRI.....	15

1. UVOD

Ženske so ciklična bitja. Cikel je v njih samih, saj njihovo razpoloženje, storilnost in vse, kar so, narekuje menstrualni cikel (MC). Še ne tako dolgo je veljalo, da naj ženske med menstruacijo ne bi telovadile. Zdaj to ne drži več oz. MC vadeče ni tema, o kateri bi se razpravljalo v tem kontekstu.

V diplomski nalogi bomo raziskovali, kakšen vpliv ima MC na vadbeno učinkovitost.

Opisali bomo, kako posamezni hormoni vplivajo na izrabo in izbiro vira energije, nato pa še, kako določeni hormoni vplivajo na tip vadbe. Opisali bomo, na katere faze je MC razdeljen in kateri hormoni prevladujejo v teh fazah. Vadbeno učinkovitost bomo razčlenili na kratkotrajno vadbo, kjer gre za maksimalen telesni napor, in na submaksimalen telesni napor. Pregledali smo tudi relevantne znanstvene vire, da preverimo morebitni vpliv MC oz. njegovih faz na trening moči, vzdržljivosti in gibljivosti.

V sodobni družbi se ženske ne obravnava kot ciklično bitje. Športnice morajo biti v najboljši pripravljenosti na dan tekme, ne glede na to, ali je ta dan prvi dan menstruacije ali pa prvi dan ovulacije. Gledano z vidika evolucije je žensko telo prilagojeno na vsakodnevne preizkušnje, kamor štejemo tudi vsakodnevno telesno aktivnost, ki je najverjetneje zdaj manjša, kot pa je bila pred tisočletji, ko se je ženska borila za preživetje. Na podlagi tega bi lahko sklepali, da je žensko telo prilagojeno marsičemu in neka vadba naj ne bi povzročila prevelikega disbalansa. Seveda pa obstajajo tudi izjeme, kot so na primer ekstremne športnice, npr. ultramaratonke ali pa vrhunske športnice, ki imajo zelo intenzivne in dolgo trajajoče treninge, ki telesu sporočajo, da telo noseče ženske ne bi preneslo takšnih naporov in je to razlog, da se MC poruši ali pa ga sploh ni.

Raziskave na temo vpliva MC na vadbeno učinkovitost so zelo kompleksne, saj je pri hormonih zelo veliko dejavnikov, ki sovplivajo na rezultate. Koncentracije hormonov niso popolnoma enake, kar predstavlja težavo, saj imajo višje koncentracije izrazitejšje učinke, zaradi česar morajo biti raziskave zelo natančne, če želimo z njimi pridobiti dobre in kakovostne podatke. Na rezultate raziskav, ki preučujejo, kako vplivajo faze MC na prilagoditev na napor, lahko vpliva tudi prehrana oz. stanje hranil pri testiranki, zaradi česar so (Campbell E. in Febbraio A., 2001) v raziskavo vključili tudi zahtevo, da so testiranke noč pred raziskavo tešče (torej 12 ur).

Vadbena učinkovitost je odvisna od več dejavnikov, med drugim od spočitosti, hidriranosti, motiviranosti in prehranjenosti, za ženske pa obstaja še eno področje, in sicer od dela MC, v katerem se nahaja. Moški so na nivoju hormonov iz dneva v dan precej stabilni, medtem ko pri ženskah hormoni iz dneva v dan nihajo, prav tako lahko športni napredek prekineta nosečnost in nato še obdobje dojenja, ki prav tako vpliva na hormonsko ravnovesje, zaradi česar se vadbeno učinkovitost lahko zmanjša oz. se ritem treningov spremeni.

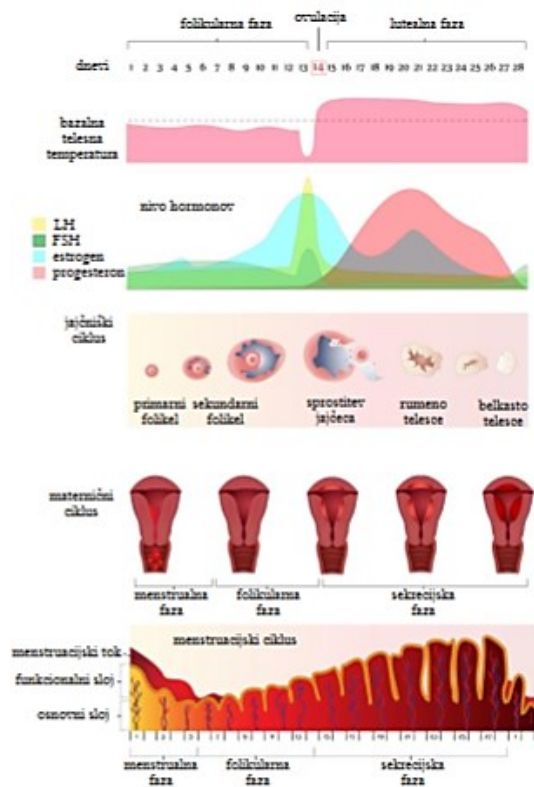
Večina raziskav, ki smo jih pregledali, za ocenjevanje vadbene učinkovitosti uporablja merjenje laktata v krvi, poškodbe mišic ali pa katera goriva in v kolikšni meri, telo vadečega izkorišča pri določeni obremenitvi.

Del raziskovalcev pravi, da se v času, ko prevladuje estrogen, v večji meri izrabljajo lipidi kot energijski vir, medtem ko druga polovica pravi, da ni nobene razlike (Isacco, Duché, in Boisseau, 2012). Nadalje (Pallavi, D Souza, in Shivaprakash, 2017) pravijo, da se v folikularni fazi statistično značilno poveča moč skeletnih mišic.

1. 1 POTEK MENSTRUALNEGA CIKLA

Vse ženske med 13. in 50. letom starosti imajo menstruacijo. MC je po navadi dolg od 21 do 35 dni. Menstruacija se zgodi v zgodnji folikularni fazi in z njenim začetkom se začne novi menstrualni cikel. Skozi celoten cikel se torej maternica najprej olušči in nato spet začne s pripravo na morebitno zanositev. To pomeni, da se mora njena sluznica odebeliti, jajčece pa se mora sprostiti iz ovarijev.

Z začetkom menstruacije se v hipofizi začne sproščati folikel stimulirajoči hormon (FSH), ki povzroči, da začnejo folikli v jajčnikih dozorevati, to fazo imenujemo folikularna faza (Ff). Folikli so s tekočino napolnjeni mešički v jajčnikih, vsak pa vsebuje eno še nedozorelo jajčece. Hormon FSH te folikle vzpodbuja, da začnejo tvoriti estrogen, s pomočjo katerega jajčece tudi dozori. Raven estrogena je prvi dan menstruacije najnižji, nato pa narašča skupaj z rastjo foliklov. Po navadi postane en folikel dominanten, zaradi česar dozori le eno jajčece. Obenem ostaja raven estrogena ves čas visoka, da se v maternici sluznica debeli, da bo ob morebitni oploditvi primerna za ugnezdenje oplojenega jajčeca. Zaradi naraščajoče ravni estrogena poraste tudi luteinizirajoči hormon (LH), ki povzroči, da folikel dominantnega jajčeca počne in se sprosti v jajcevod. Ta dogodek imenujemo ovulacija, z njo se prične druga faza MC, to je lutealna faza. Ob razpoku folikel začne proizvajati hormon progesteron, ki še dodatno okrepi sluznico maternice. Ta folikel se nato začne krčiti in začne poleg progesterona izločati tudi estrogen. Zdaj ga imenujemo rumeno telesce. S krčenjem tega rumenega telesca se ravni estrogena in progesterona nižata, če ni prišlo do oploditve. Za vzdrževanje debele sluznice v maternici pa so visoke ravni hormonov izredno pomembne, zato se sluznica začne luščiti, kar imenujemo menstruacija (Stušek, P. 2004).



Slika 1. Shematski prikaz dogajanja med ženskim spolnim ciklom. (Dolinar, Cunk Manič, in Tarman-Šmit, 2015).

Na Sliki 1 lahko vidimo, kaj se dogaja med menstrualnim ciklom. Razvidni so nihanje bazalne telesne temperature, nivo hormonov, jajčniški cikel, maternični ciklus in menstrualni ciklus.

V raziskavah, katerih pregled smo opravili, se uporablja določena terminologija, ki jo bomo pojasnili. Kot je razvidno iz slike 1, se MC deli na dve fazi, in sicer folikularno in lutealno fazo. Raziskovalci delijo ti fazi še na zgodnjo (to je čas menstruacije, tu prevladuje estrogen). Tudi lutealna faza se deli na zgodnjo lutealno fazo, takoj za ovulacijo, v tem času se začne progesteron povečano tvoriti, ter medlutealno fazo, kjer je progesteron na višku.

1. 2. CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA

Glavni namen našega diplomskega dela je ugotoviti, kako menstrualni cikel vpliva na vadbeno učinkovitost, torej podrobneje opredeliti vpliv posameznih faz MC, nanjo oz. na njene podenote. Vadbeno učinkovitost smo razdelili na kratkotrajno visoko-intenzivno vadbo, na sub-maksimalno vadbo, na splošno vzdržljivost ter moč in gibljivost. Raziskovali smo tudi, kako posamezne faze MC vplivajo na presnovo ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin.

Naš cilj je ugotoviti, na kakšen način se spremeni presnova hranil v različnih delih MC, prav tako, ali se spremeni sposobnost premagovanja različnih vrst naporov v posameznih fazah MC, torej pod vplivom določenih hormonov. Ugotoviti želimo, ali obstaja povezava med stopnjo telesne aktivnosti in rednostjo menstruacij, kot tudi količino treninga in menstruacijo.

Postavljajo se nam vprašanja, ali je žensko telo kljub hormonskim nihanjem sposobno ohranjati svojo pripravljenost in kakšni mehanizmi so zaslužni za njegovo nemoteno delovanje.

2. JEDRO

Vpliv MC bomo razdelili na vzdržljivostne vadbe, presnovo in poškodbe. Na določitev sistemov, ki jih bomo podrobneje preučevali, so vplivale raziskave, ki so nam bile na voljo. Večina raziskovalcev je prišla do zaključkov, da hormoni jajčnikov vplivajo na presnovo maščob in ogljikovih hidratov ter vplivajo na molekularne signalne mehanizme, ki vplivajo na izrabo virov energije med naporom. Odsotnost estrogena lahko vpliva na zmanjšani privzem glukoze med vadbo. V nasprotju s tem pa prisotnost progesterona vpliva na zmanjšani privzem glukoze. Torej imata hormona antagonističen učinek. Tudi odstranitev jajčnikov vpliva na zmanjšano aktivacijo ključnih oksidacijskih encimov, medtem ko estrogensko zdravljenje obnovi aktivnost teh encimov. Iz tega je razvidno, da estrogen dviguje presnovno kapaciteto za presnovo ogljikovih hidratov in maščob, medtem ko ima progesteron nasproten vpliv (Campbell E. in Febbraio A., 2001).

2. 1. VPLIV MENSTRUALNEGA CIKLA NA VZDRŽLJIVOSTNE VADBE

2. 1. 1. KRATKOTRAJNA MAKSIMALNA VADBA

V študiji, ki smo jo podrobneje preučevali (Oosthuyse in Bosch, 2010), so ugotovili, da naj bi faze menstrualnega cikla le občasno imele vpliv na maksimalno aerobno in anaerobno vadbo, čeprav bi lahko kar nekaj fizioloških sprememb, kot so spremembe v presnovi in tudi npr. povečanje gonilne sile dihanja, imelo vpliv na vadbo pri tako visokih obremenitvah. Med drugim so v študiji, ki sta jo avtorja izvajala, ugotovili, da imajo prebivalke visokih nadmorskih višin večji VO₂max v lutealni fazi, predvidoma zaradi povečane frekvence dihanja, ki naj bi bila posledica povečane koncentracije progesterona, zaradi česar naj bi bila saturacija s kisikom višja. Kljub temu so nekateri drugi, katerih raziskave smo preučevali, ugotovili, da bi lahko povečana frekvenca dihanja ogrožala maksimalno vadbo pri nešportnikih, zaradi občutka dispneje, čeprav niso ugotovili, da bi povečana frekvenca dihanja vplivala na maksimalno vadbo pri športnikih. Prav tako so ugotovili, da 90-minutna vadba v medlutealni fazi, kjer je frekvenca dihanja višja, v primerjavi z zgodnjo folikularno fazo ne povzroča večjih metabolnih zahtev, zaradi česar ne vpliva na stopnjo utrujenosti. V pričujoči študiji so Forsyth in drugi ugotovili, da je bila intenzivnost, pri kateri je dosežen laktatni prag - 4 mmol/l, višja v lutealni fazi v primerjavi s folikularno fazo. Prav tako so nekateri drugi, vendar ne vsi, ugotovili, da so koncentracije laktata v krvi nižje v lutealni fazi kot v folikularni fazi. Vzrok temu naj bi bila nižje kopičenje laktata med vadbo in pa nižja stopnja anaerobne glikolize (v Lf) (Oosthuyse in Bosch, 2010).

V raziskavi, ki so jo izvajali (Giacomoni, Bernard, Gavarry, Altare, in Falgairette, 2000), so raziskovali vplive MC na maksimalno anaerobno vadbo, in sicer so merili skoke iz počepa (squat jump), zaporedno poskakovanje in hitrost priraščanja sile v času menstruacije, v srednji folikularni fazi in srednji lutealni fazi. Ugotovili so, da faze menstrualnega cikla ne vplivajo na maksimalno moč kolesarjenja, maksimalno moč poskakovanja ali pa na višino skokov, ne glede na to, ali testiranka uporablja oralno kontracepcijo ali ne. Ugotovili so tudi, da bi lahko šlo za povezavo med predmenstrualnim in menstrualnim sindromom z ekscentrično-koncentričnim krčenjem tetiv in ligamentov.

Z raziskavo, ki so jo izvajali na zagrebški medicinski fakulteti (Dušek, 2001), so ugotovili, da je pri športnicah, tekačicah na kratke proge (sprinterkah), manj pogosta odsotnost menstruacije kot pri tekačicah na dolge proge, predvidoma zaradi večjega odstotka maščobnega tkiva in telesne mase.

2. 1. 2. SUBMAKSIMALNA DOLGOTRAJNA VADBA

Na tem področju je veliko raziskav, ki pa so si lahko tudi popolnoma nasprotujoče. Ooshuyse in Bosch (2010) v študiji omenjata, da so raziskave, s katerimi izvajajo teste pri submaksimalni obremenitvi do odpovedi vadečih, precej nezanesljive, saj je koeficient variabilnosti tudi 30 % in so bolj merilo kapacitete vzdržljivosti kot pa vadbene učinkovitosti. V omenjeni študiji avtorja primerjata različne raziskave, med katerimi sta dve, kjer poročajo, da se vzdržljivost izboljša v drugem delu MC, torej v lutealni fazi. Pri prvi so ugotovili, da je bil čas do odpovedi v medlutealni fazi MC podvojen v primerjavi z medfolikularno fazo, sovpadal pa je tudi nižji nivo laktata v medlutealni fazi. V drugi raziskavi pa so ugotovili, da je čas do odpovedi v medlutealni fazi 10 % daljši kot v medfolikularni fazi, vendar je bil vzorec, s katerim so delali, zelo majhen.

Z raziskavo, kjer so preučevali vpliv faz MC pri nogometašicah (Julian idr., 2017), so ugotovili, da se v lutealni fazi zmanjša aerobna kapaciteta, kar so prav tako potrdili v raziskavi Lebrun (Lebrun, 1993). Pri večini študij, kjer so ugotovili povečanje vzdržljivost v lutealni fazi, je bilo razmerje med estrogenom in progesteronom večje kot pa v študijah, kjer tega niso zaznali, kar bi lahko bil vzrok takšnim rezultatom (Oosthuyse in Bosch, 2010).

Izraba ogljikovih hidratov in oksidacija sta bili značilno nižji v srednji lutealni fazi v primerjavi s srednjo folikularno fazo, pri 35- in 60-odstotni obremenitvi pri teku na tekaški progi. Nasprotno sta bila poraba lipidov in oksidacija pri 35- in 60-odstotni obremenitvi med srednjo lutealno fazo višji kot v srednji folikularni fazi. Pri 75-odstotni stopnji obremenitve pa ni bilo značilnih razlik (Hackney, McCracken-Compton, in Ainsworth, 1994).

V raziskavi, ki so jo izvajali (Dean, Perreault, Mazzeo, in Horton, 2003), so ugotovili, da na laktatni prag, VO₂max in druge kardiorespiratorne faktorje menstrualni cikel nima značilnega vpliva.

2. 2. VPLIV NA VADBO MOČI

Raziskave na področju vadbe za moč so precej skope.

Sung idr. (2014) so raziskovali, kakšen vpliv ima vadba moči na mišično moč, velikost mišičnega preseka in mikro parametre. Vadbo so razdelili v dva dela. Z eno nogo so delali trening po načinu Ft (načina sta pojasnjena v nadaljevanju), z drugo pa po načinu Lt. Ft je trening v folikularni fazi - ta način treningov je vseboval osem treningov v folikularni fazi in dva treninga v lutealni fazi, medtem ko je trening na način Lt t zasnovan na lutealni fazi, ki je imel osem treningov v lutealni fazi in dva treninga v folikularni fazi. Ugotovili so, da ni značilnih razlik med fazama, vendar se je pri treniranju na način Ft pokazalo, da je mišična moč bolj narasla, prav tako se je bolj povečal mišični presek, zaradi česar avtorji svetujejo individualni trening na podlagi menstrualnega cikla.

Raziskava, kjer so preučevali vpliv faz menstrualnega cikla na značilnosti mišičnega krčenja, ni pokazala nobenih značilnih povezav med značilnostmi mišičnega krčenja in nihanjem koncentracij spolnih hormonov (de Jonge, Boot, Thom, Ruell, in Thompson, 2001). Podobno so sklenili tudi v raziskavi (Fridén in Hirschberg Lindén, Angelica Saartok, 2003), kjer so sicer testirali zmerno aktivne ženske, kjer niso ugotovili nobenih značilnih sprememb v moči in vzdržljivosti.

Zanimiva je bila raziskava, kjer so s prvo skupino izvajali trening moči vsak tretji dan skozi celoten MC, medtem ko so z drugo skupino izvajali trening glede na MC, kjer so imele testiranke v folikularni fazi trening vsak drugi dan, v lutealni fazi pa samo enkrat tedensko. Vse so izvajale tri sete vaj, po 12 ponovitev. Ugotovili so, da je trening, prilagojen menstrualnemu ciklu, bistveno učinkovitejši in pride do večjih prilagoditev na trening moči, kot navaden trening (Reis, Frick, in Schmidtbleicher, 1995).

2. 3. VPLIV NA GIBLJIVOST

Iz vse pregledane literature smo lahko zaključili, da je v času, ko je v telesu povišana raven estrogena, torej v času ovulacije in nato v drugem delu cikla, gibljivost največja, saj estrogen

vpliva na povečano raztegljivost in prožnost tkiv. Zanimiva je bila raziskava (Petrofsky in Lee, 2015), ki je pokazala, da je v času ovulacije, ko je nivo estrogena najvišji, zmanjšano ravnotežje in povečano tresenje na tenziometrijski plošči, zaradi vpliva, ki ga ima estrogen na mišice in tetive.

V drugi raziskavi (Bell idr., 2009) so raziskovali, kakšen vpliv ima MC na zakrčenost in raztegljivost mišic zadnje lože stegna. Ugotovili so, da MC ne vpliva na zakrčenost mišice, čas ovulacije, ko je estrogen na najvišji ravni, pa vpliva na povečano raztegljivost.

Tudi druga raziskava (Park, Stefanyshyn, Loitz-Ramage, Hart, in Ronsky, 2009) potrjuje dosedanje ugotovitve, in sicer, ugotovili so, da je nivo ženskih spolnih hormonov v času ovulacije povezan s povečano ohlapnostjo kolenskega sklepa in zmanjšano čvrstostjo ligamentarnih struktur.

2. 4. VPLIV NA POŠKODBE

Menstrualni cikel ima lahko vpliv na poškodbe. Znano je predvsem, da so ženske bolj nagnjene k poškodbam sprednje križne vezi kakor moški. Razlog za to naj bi se skrival med drugim tudi v nihanju spolnih hormonov. Dosedanje raziskave kažejo, da je največje tveganje za poškodbo sprednje križne vezi v času ovulacije, ko je povišana koncentracija estrogena v telesu (Wojtys, Huston, Boynton, Spindler, in Lindenfeld, 2002). Raziskava, kjer so ugotavljali vpliv MC na ravnotežje oz. na raztezne sposobnosti mišic in tetiv, je pokazala, da je ravnotežje zmanjšano v času ovulacije, zaradi česar je nekoliko višje tveganje za poškodbe pri športih, kjer ima ravnotežje pomembno vlogo (Petrofsky in Lee, 2015).

V raziskavi, ki so jo izvajali (Liu idr., 1996), so imuno-lokalizirali receptorje za progesteron in estrogen na sprednji križni vezi, so zaključili, da imajo ženski spolni hormoni lahko vpliv na strukturo in sestavo le te.

V raziskavi, ki jo je izvajal Lebrun (Lebrun, 1993), poročajo, da je veliko žensk povezovalo predmenstrualne simptome, kot so zastajanje vode, rahlo povečanje telesne mase, spremembe v razpoloženju in dismenoreja z zmanjšanjem zmogljivosti. Ti dejavniki so bili povezani tudi s povišano stopnjo mišično-skeletnih poškodb v predmenstrualnem in menstrualnem obdobju. Poudarjajo pa, da nimajo vse ženske enako izrazitih simptomov predmenstrualnega sindroma.

2. 5. VPLIV NA PRESNOVO

Individualnost vsake testiranke in pa pulzno izločanje spolnih hormonov je izredno težko oz. skoraj nemogoče nadzirati, zaradi česar pri raziskavah lahko pride do precejšnjih odstopanj.

Največ podatkov smo pridobili v primerjalni študiji, ki sta jo izvajala Oosthuyse in Bosch (2010).

2. 5. 1. OGLJIKOVI HIDRATI

Oosthuyse in Bosch (2010) sta s pregledom raziskav zaključila, da imata estrogen in progesteron vpliv na presnovo ogljikovih hidratov. Estrogen naj bi povečeval občutljivost na inzulin in s tem povečeval zalogo glikogena, medtem ko naj bi progesteron vplival na večjo inzulinsko odpornost. Estrogen naj bi prav tako povečeval oz. izboljševal privzem glukoze v mišičnih vlaknih tipa 1 med kratkotrajno aktivnostjo, zaradi česar naj bi imel vlogo pri aerobnih naporih višje intenzivnosti, progesteron pa naj bi imel nasproten učinek. Prav tako naj bi imelo pomembno vlogo razmerje med koncentracijama estrogena in progesterona.

Ko so koncentracije estrogena višje, je zmanjšana sistemska kinetika glukoze, tudi v kombinaciji s progesteronom. To zmanjšanje je lahko posledica zmanjšane oz. zatirane hepatične glukoneogeneze, ko je intenzivnost vadbe velika, kar lahko ogroža vadbeno zmogljivost, če so zaloge glikogena omejene. Kljub naštetemu pa naj bi telo mišične zaloge glikogena v luteinski fazi MC ohranjalo, kar bi se lahko odrazilo v boljši vzdržljivosti.

2. 5. 2. MAŠČOBE

V študiji avtorjev Oosthuyse in Bosch (2010) so naredili naslednje zaključke: s pomočjo raziskav na živalih so ugotovili, da estrogen vzpodbuja lipolizo, povečuje vsebnost prostih maščobnih kislin v plazmi, ki so na voljo med vadbo, prav tako povečuje znotraj-mišično shranjevanje maščobe, poleg tega pa izboljšuje celično kapaciteto oksidacije prostih maščobnih kislin. Zadnje raziskave kažejo tudi na to, da naj bi estrogen deloval preko stimulacije fosfatne kinaze (AMPK) in pa aktivacije transkriptornih faktorjev. Takšna optimizacija presnove lipidov bi povzročila idealen metabolični odziv pri vzdržljivostni vadbi. Kljub temu pa s študijami, ki so vključevale izotope, niso dokazali razlik v mirovanju in med aktivnostjo v kinetiki prostih maščobnih kislin ali sistemskega glicerola. Avtorja nato še

svetujeta, da bi treba opraviti več raziskav, ki bi se osredotočile na specifično vrsto tkiv, da bi pojasnili različne ugotovitve študij na živalih in pri ljudeh.

2. 5. 3. BELJAKOVINE

Oosthuysen in Bosch (2010) sta zaključila, da imajo hormoni jajčnikov vpliv na presnovo proteinov, in sicer naj bi bil progesteron odgovoren za povečani katabolizem v luteinski fazi, medtem ko naj bi ga estrogen zmanjševal. Prav tako so v raziskavi (Reis idr., 1995) navajali, da je izguba beljakovin med vadbo v medluteinski fazi največja, kar naj bi bilo povezano z večjo vezavo glukoze v ciljnih tkivih med folikularno fazo. Vlogo bi lahko imel tudi kortizol, saj je njegova koncentracija v lutealni fazi v primerjavi s folikularno fazo višja, znano pa je, da ima katabolni učinek na proteine.

2. 5. 4. ZAKLJUČEK VPLIVA NA PRESNOVO

V pričujoči študiji so zaključili, da je vpliv hormonov jajčnikov na presnovne poti zelo kompleksen in se razlikuje glede na tkivo, v katerem presnova poteka. Progesteron in estrogen imata večinoma nasprotno učinke in odziv nanju je odvisen od koncentracij, v katerih sta zastopana. Prav tako je od stopnje presnove odvisno, kako se bo vpliv določenega hormona pokazal. Vplivi določenih faz MC na spremembe merljivih metaboličnih poti niso dosledno opredeljene, kar bi lahko bil razlog, da so poročila raziskav tako nedosledna. Rezultati raziskav so lahko precej zmedeni zaradi različnih koncentracij hormonov pri vsaki testiranki ter nihanja iz dneva v dan, ki so pri vsaki drugačna. Zaradi vsega tega morajo biti pri raziskovanju metabolizma in vadbe, s tem tudi vadbene učinkovitosti, v odvisnosti od faz MC oz. razmerja med estrogenom in progesteronom, raziskave zelo natančne pri identificiranju metaboličnih sprememb in sprememb pri vadbi, povzročenih z naravno ciklizirajočimi hormoni jajčnikov.

2. 6. GRELIN IN LEPTIN

Pomembna bi lahko bila tudi hormona leptin in grelin, ki naj bi vplivala na hipotalamo-hipofizno-gonadalno os. Gre za hormona, ki uravnavata apetit. Izločata se periferno, vendar

vplivata na hipotalmus. Leptin se izloča iz maščobnih tkiv, od kjer potuje v hipotalamus, kjer da informacijo, da imamo dovolj maščobe in vpliva na zmanjšanje apetita. Torej je njegova koncentracija višja v korelaciji z več maščobe. Vendar, pri zelo prekomerno težkih ljudeh to zaviranje apetita ne deluje, saj so postali odporni na leptin, zaradi česar ta signalizacija ne deluje.

Grelin deluje ravno nasprotno in povečuje lakoto. Izloča se v želodcu, ko je prazen in potuje v hipotalmus, kjer odda informacijo, da smo lačni.

V raziskavi, ki so jo izvajali drugi avtorji (Kluge, Schüssler, Schmidt, Uhr, in Steiger, 2012), so ugotovili, da grelin vpliva na zmanjšano aktivnost hipotalamo-hipofizno-gonadalne osi, saj so povišane koncentracije grelina vplivale na zmanjšano izločanje luteinizirajočega hormona (Lh) in folikel stimulirajočega hormona (Fsh). Na podlagi tega so zaključili, da so povišane koncentracije grelina (ta se izloča, ko zmanjšamo vnos kalorij oz. je po navadi prisoten pri ženski triadi, kjer gre za nezadosten vnos energije) odgovorne za znižanje izločanja lh in fsh, ki imata pomembno vlogo pri ovulaciji in vzdrževanju normalnega menstrualnega cikla.

2. 7. ŽENSKA ŠPORTNA TRIADA

Gre za stanje, kjer so po navadi vključena tri bolezenska stanja, in sicer amenoreja - odsotnost menstruacije, nižja kostna gostota - osteoporoza in pa nezadostni energijski vnos z ali brez motnjami v hranjenju. To stanje je najbolj prisotno pri estetskih športih in športih, ki zahtevajo veliko treningov, ki se odražajo v višji energijski porabi (še posebej je prisoten pri tekačicah na dolge proge, baletkah in pa gimnastičarkah). Relativni energijski vnos se giblje okoli 45 kcal na 1 kg puste mišične mase, če se spusti pod 30 kcal na 1 kg pmm, pa nastopi amenoreja. Pojav je lahko zelo resen, pri reševanju tega je potrebno sodelovanje več področij zdravljenja. Cilj je stanje odpraviti na naraven način, saj se le tako ustavi izgubljanje kostne mase. Ponovna vzpostavitev menstrualnega cikla lahko traja tudi do 11 mesecev. Svetovano je, da se dnevni energijski vnos poveča za 300 do 400 kcal, en trening na teden pa se izpusti oz. je dan namenjen počitku.

3. SKLEP

Celotno naše raziskovanje se je zaključilo z ugotovitvijo, da ima menstrualni cikel vpliv na vadbeno učinkovitost, vendar ne v tolikšni meri, da bi ogrožal nastop pri zmerno aktivnih posameznicah. Obstajajo izjeme, kot je npr. ultramaraton, kjer bi del cikla lahko imel pomembno vlogo zaradi izkoriščanja glikogena. Pregledali smo literaturo s področja napora oz. vzdržljivosti, moči in gibljivosti. Raziskave kažejo, da naj bi bila v času povišanega estrogena, torej predvsem v času ovulacije, povečana gibljivost in takrat tudi povečano tveganje za poškodbe, predvsem sprednje križne vezi.

Trening moči naj bi osredotočili v folikularni fazi, v lutealni fazi pa naj bi zadostoval tudi enkrat tedenski trening moči. To naj bi bila dobra razporeditev treningov za doseganje optimalnih rezultatov. Videti je, da ima največjo vlogo pri tem, ali hormoni vplivajo na vzdržljivost ali ne, razmerje med estrogenom in progesteronom. Poročajo namreč, da je v lutealni fazi izboljšana vzdržljivost in je kopičenje laktata upočasnjeno, vendar je to značilno le za večja razmerja med estrogenom in progesteronom. Če to razmerje ni veliko, tega ni opaziti ali pa je celo nasprotno. To je možen vzrok, da si raziskave med seboj nasprotujejo.

Študija, ki je naš osnovni vir, avtorjev Oosthuysen in Bosch (2010), je navajala, da je samo osem raziskav v raziskovanje vključilo razlike med fazami MC v vzdržljivosti. Štiri od osmih študij so poročale o spremembah, kljub temu pa ne moramo niti ovreči niti potrditi, da faze MC spreminjajo pripravljenost športnic. Raziskave na živalih so pokazale močno povezavo med koncentracijo estrogena in boljšo vzdržljivostno zmogljivostjo, zaradi česar avtorja članka (Oosthuysen in Bosch, 2010) vzpodbujata nadaljnje raziskave na področju vzdržljivosti in faz MC. Prav tako pravita, da bi bilo v raziskave treba vključiti tudi pozno folikularno fazo, saj je takrat koncentracija estrogena najvišja, brez sprememb v koncentraciji progesterona, zaradi česar bi bili lahko morebitni učinki estrogena na izboljšanje vzdržljivosti najvidnejši. V raziskavah, vključenih v ta pregled, je najdaljše trajanje vadbe dve uri, vključiti pa bi bilo treba tudi dolgo trajajoči napor, saj naj bi estrogen izboljševal porabljanje maščob in prihranil glikogenske zaloge.

Na podlagi pregledanih virov smo ugotovili, da imata progesteron in estrogen ravno nasproten učinek pri presnovi, tako kot pri drugih telesnih procesih. Tudi tukaj progesteron zmanjšuje vpliv estrogena. Oosthuysen in Bosch (2010) sta poročala, da so D'Eon in drugi v svoji raziskavi ugotovili, da je zelo pomembno, v kakšnem razmerju sta progesteron in estrogen, saj je največji učinek na spremembe presnove, če je koncentracija estrogena v pozni folikularni fazi ali pa srednji lutealni fazi vsaj dvakrat večja v primerjavi z zgodnjo folikularno fazo. Navajala sta, da je zelo pomembno tudi to, da so testiranke tešče, saj so tako rezultati bistveno boljši. Veljalo naj bi torej, da bi bila lahko vzdržljivost v lutealni fazi povečana in bi torej bilo primerneje izvajati aerobni napor, medtem ko bi se bilo v folikularni fazi pametneje lotevati treningov višje intenzivnosti. Pri preučevanju presnove maščob pa smo ugotovili, da naj bi povišana vsebnost estrogena promovirala lipolizo, zaradi česar bi bila lahko aerobna vadba v času povišanega estrogena olajšana oz. bi imeli boljše pogoje za izvajanje le te. Pri presnovi beljakovin pa sta avtorja Oosthuysen in Bosch (2010) zaključila, da je v luteinski fazi povečana razgradnja proteinov oz. katabolizem, posledično vadbe moči ne bi bilo dobro izvajati, saj verjetno ne bi bilo takšnih anaboličnih učinkov, torej bi slabše

napredovali kot pri enaki vadbi v folikularni fazi.

Pri pregledu literature o pogostosti poškodb skozi MC lahko zaključimo, da ima MC vpliv na poškodbe. Znano je, da so poškodbe sprednje križne vezi pri ženskah pogostejše kot pri moških, najverjetneje zaradi nihanja spolnih hormonov, saj so ugotovili, da je v času ovulacije pogostost poškodb večja zaradi večje elastičnosti kit in vezi, pa tudi mišic. Vpliv na poškodbe ima tudi predmenstrualni in menstrualni sindrom, ki je pogost pojav, simptomi pa so med posameznicami različno veliki. Večinoma gre za povečano zadrževanje vode v telesu, posledično tudi za povečanje telesne teže, za motnje razpoloženja, kar se lahko odrazi v slabši motiviranosti za delo, kot tudi na počutje posameznice, na kar lahko vplivajo bolečine. Ta vidik vpliva MC na vadbeno učinkovitost je drugačen za vsako posameznico, saj se npr. prag bolečine pri vsaki razlikuje.

Pomembno vlogo imata tudi hormona leptin in grelin, saj naj bi povišane koncentracije grelina, ki je hormon lakote in je v povečanih koncentracijah prisoten v telesu, ko naš energijski vnos ni zadosten, zavirajo aktivacijo hipotalamo-hipofizne-gonadalne osi, kar vpliva na zmanjšano izločanje luteinizirajočega hormona in folikul stimularijočega hormona. To se nato odrazi v nerednem menstrualnem ciklu. Pri ženski športni triadi je pogosto povišana raven grelina, kar bi bil lahko razlog za nizek nivo lh in fsh, kar se nato izkaže v amenoreji ali pa drugih motnjah menstrualnega cikla.

3. 1. NAŠA RAZISKAVA - ANKETIRANJE

V naši raziskavi je sodelovalo 77 študentk Univerze v Ljubljani. Povprečna starost je 22,5 leta. Ugotovili smo, da jih 48 (62,3 %) ni na oralni kontracepciji. Kar 21 % anketirank nima rednih menstruacij, od tega jih 3,8 % (N = 3) te sploh nima. V primerjavi z raziskavo, ki so jo izvajali Kishali idr. (Kishali, İmamoglu, Katkat, Atan, & Akyol, 2006), je to precej visok odstotek, saj je v njej 14,5 % nerednih menstruacij v času rednih treningov, v času intenzivnih treningov pa se je odstotek povečal na 20,7 %. Upoštevati moramo tudi to, da so v omenjeni raziskavi sodelovale samo športnice na tekmovalni ravni, v naš anketni vprašalnik pa so vključene tudi rekreativne športnice in pa študentke, ki niso posebej telesno dejavne. Zaradi tega je naš odstotek kar skrb vzbujajoč, saj je znano, da je razlog za nerednost menstruacij ali pa izgubo menstruacij lahko pretirano treniranje in s tem povezano hormonsko neravnovesje, iz česar se lahko razvije tudi ženska športna triada.

Zanimiva je bila ugotovitev, da sta od treh študentk, ki so brez menstruacije, dve na ketonski dieti, medtem ko ima tretja zelo nizek odstotek telesnega maščevja (6 %), kar bi lahko bil razlog za odsotnost menstruacije.

Zanimalo nas je tudi, v kolikšni meri menstruacija vpliva na nelagodnost med treningom. Ugotovili smo, da se jih 22,8 % počuti nelagodno, medtem ko se jih 29 % ne počuti nelagodno. Iz tega lahko sklepamo, da ima menstruacija lahko negativen vpliv na treniranje oz. na vadbeno zmogljivost športnice. Naslednje naše vprašanje je bilo, kakšen vpliv ima menstruacija na športno zmogljivost anketirank. Ugotovili smo, da pri 21,5 % študentk menstruacija nima vpliva na zmogljivost, na 46,8 % ima majhen vpliv, na 19 % ima zmeren

vpliv in na 5,1 % ima velik vpliv. Kishali idr. (Kishali idr., 2006) pa so ugotovili, da 62,2 % sodelujočih ne čuti vpliva menstruacije na vadbeno zmogljivost. Zanimivo je tudi, da je na vprašanje, ali imajo težave na treningih zaradi menstruacije, kar 48 % anketirank odgovorilo, da nima težav in polno sodelujejo, kljub rezultatom prejšnjega vprašanja.

Zanimalo nas je tudi, koliko študentk ima boleče menstruacije. Pri tem je 17,7 % anketirank na zastavljeno vprašanje odgovorilo pritrdilno, kar je precej visok odstotek, 49 % pa ima občasno boleče menstruacije. Od vseh, ki imajo boleče menstruacije, jih 15 % med aktivnostjo nima bolečin, 30 % pa ima manjšo bolečino. Kishali idr. (Kishali idr., 2006) so ugotovili, da se bolečina zaradi menstruacije po navadi med treningi zmanjša. V njihovi raziskavi se je kar 63,1 % sodelujočim bolečina med tekmovanjem ali treningom znižala.

Naš cilj je bil, da ugotovimo, kakšna je povezava med številom treningov in pa rednostjo menstruacije. Ugotovili smo, da povezava med tema spremenljivkama ni statistično značilna. Povprečno so anketiranke z rednimi menstruacijami telesno aktivne 4,67-krat tedensko, študentke, ki nimajo rednih menstruacij, 4,43-krat, tiste, ki menstruacij sploh nimajo, pa 5,67-krat tedensko. Iz podatkov je razvidno, da je med tistimi, ki imajo redne menstruacije in tistimi, ki je nimajo, večja razlika kot med tistimi z rednimi menstruacijami in nerednimi menstruacijami, kar bi se lahko na večjem vzorcu pokazalo kot statistična razlika.

4. VIRI

- Bell, D. R., Myrick, M. P., Blackburn, J. T., Shultz, S. J., Guskiewicz, K. M. in Padua, D. A. (2009). The Effect of Menstrual-Cycle Phase on Hamstring Extensibility and Muscle Stiffness. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(4), 553–563. <https://doi.org/10.1123/jsr.18.4.553>
- Campbell E., S. in Febbraio A., M. (2001). Effects of ovarian hormones on exercise metabolism: Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. Pridobljeno 31. julij 2017., od http://journals.lww.com/clinicalnutrition/Abstract/2001/11000/Effects_of_ovarian_hormones_on_exercise_metalabolism.9.aspx
- de Jonge, X. A. K. J., Boot, C. R. L., Thom, J. M., Ruell, P. A. in Thompson, M. W. (2001). The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *The Journal of Physiology*, 530(1), 161–166. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0161m.x>
- Dean, T. M., Perreault, L., Mazzeo, R. S. in Horton, T. J. (2003). No effect of menstrual cycle phase on lactate threshold. *Journal of Applied Physiology*, 95(6). Pridobljeno od <http://jap.physiology.org/content/95/6/2537.short>
- Dolar, M., Cunk Manič, V. in Tarman-Šmit, I. (2015). *Anatomija in fiziologija človeka*. Ljubljana: Pipinova knjiga, Mina Mušinić, s. p. Pridobljeno od <https://issuu.com/pipinovaknjiga/docs/anatomija-pipinova-knjiga1>
- Dušek, T. (2001). Influence of High Intensity Training on Menstrual Cycle Disorders in Athletes, 42(1), 79–82. Pridobljeno od <http://neuron.mefst.hr/docs/CMJ/issues/2001/42/1/11172662.pdf>
- Fridén, C. in Hirschberg Lindén, Angelica Saartok, T. (2003). Muscle Strength and Endurance Do Not Significantly Vary Across Menstrual Cycle Phases. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Pridobljeno 31. julij 2017, od http://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/2003/07000/Muscle_Strength_and_Endurance_Do_Not_Significantly.7.aspx
- Giacomoni, M., Bernard, T., Gavarry, O., Altare, S. in Falgairette, G. (2000). Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Med.Sci.SportsExerc*, 32(2), 486–492. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00034>
- Hackney, A. C., McCracken-Compton, M. A. in Ainsworth, B. (1994). Substrate Responses to Submaximal Exercise in the Midfollicular and Midluteal Phases of the Menstrual Cycle. *International Journal of Sport Nutrition*, 4(3), 299–308. <https://doi.org/10.1123/ijns.4.3.299>
- Isacco, L., Duché, P. in Boisseau, N. (2012). Influence of Hormonal Status on Substrate Utilization at Rest and during Exercise in the Female Population. *Sports Medicine*, 42(4), 327–342. <https://doi.org/10.2165/11598900-000000000-00000>

- Julian, R., Hecksteden, A., Fullagar, H. H. K., Meyer, T., Shultz, S. in CA, D. (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>
- Kishali, N. F., İmamoglu, O., Katkat, D., Atan, T. in Akyol, P. (2006). Effects Of Menstrual Cycle On Sports Performance. *International Journal of Neuroscience*, 116(12), 1549–1563. <https://doi.org/10.1080/00207450600675217>
- Kluge, M., Schüssler, P., Schmidt, D., Uhr, M. in Steiger, A. (2012). Ghrelin Suppresses Secretion of Luteinizing Hormone (LH) and Follicle-Stimulating Hormone (FSH) in Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(3), E448–E451. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-2607>
- Lebrun, C. M. (1993). Effect of the different phases of the menstrual cycle and oral contraceptives on athletic performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 16(6), 400–30. Pridobljeno od <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8303141>
- Liu, S. H., Al-Shaikh, R., Panossian, V., Yang, R.-S., Nelson, S. D., Soleiman, N., ... Lane, J. M. (1996). Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *Journal of Orthopaedic Research*, 14(4), 526–533. <https://doi.org/10.1002/jor.1100140405>
- Oosthuysen, T. in Bosch, A. N. (2010). The Effect of the Menstrual Cycle on Exercise Metabolism. *Sports Medicine*, 40(3), 207–227. <https://doi.org/10.2165/11317090-000000000-00000>
- Pallavi, L. C., D Souza, U. J. in Shivaprakash, G. (2017). Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults. *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 11(2), CC11-CC13. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24316.9408>
- Park, S.-K., Stefanyshyn, D. J., Loitz-Ramage, B., Hart, D. A. in Ronsky, J. L. (2009). Changing Hormone Levels During the Menstrual Cycle Affect Knee Laxity and Stiffness in Healthy Female Subjects. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 588–598. <https://doi.org/10.1177/0363546508326713>
- Petrofsky, J. in Lee, H. (2015). Greater Reduction of Balance as a Result of Increased Plantar Fascia Elasticity at Ovulation during the Menstrual Cycle. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 237(3), 219–226. <https://doi.org/10.1620/tjem.237.219>
- Reis, E., Frick, U. in Schmidtbleicher, D. (1995). Frequency Variations of Strength Training Sessions Triggered by the Phases of the Menstrual Cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 545–550. <https://doi.org/10.1055/s-2007-973052>
- Stušek, P. (2004). *Biologija človeka [za gimnazije]*. Ljubljana: DZS.
- Sung, E., Han, A., Hinrichs, T., Vorgerd, M., Machado, C. in Platen, P. (2014). Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *SpringerPlus*, 3(1), 668. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-668>
- Wojtys, E. M., Huston, L. J., Boynton, M. D., Spindler, K. P. in Lindenfeld, T. N. (2002). The

Effect of the Menstrual Cycle on Anterior Cruciate Ligament Injuries in Women as Determined by Hormone Levels. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 182–188. <https://doi.org/10.1177/03635465020300020601>