



UiT Norges arktiske universitet

Helsevitenskapelige fakultet

Hvordan påvirkes utholdenhets- og styrketrening av menstruasjonssyklusen?

Masteroppgave i medisin.

Johanna Erikson

Veileder: Boye Welde og Erik Andersson, UiT

MED-3950, vår 2022

Forord

Jeg har selv drevet aktivt med idrett og når jeg fikk høre om FENDURA prosjektet ble jeg nysgjerrig på å lære meg mer om dette feltet. Det har vært en spennende om enn noe frustrerende prosess, da det finnes mye motstridende resultater og det til dels har vært vanskelig å finne en rød tråd. Jeg har uansett lært meg mye på veien og det har blitt et hyppig diskusjonstema blant venninner, alle har sin egen erfaring på temaet.

Jeg vil gjerne takke veileder Erik Andersson og Boye Welde ved Idrettshøyskolen, UiT for god veiledning.

Johanna Erikson

Tromsø, mai 2022.

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag.....	1
1.1	Bakgrunn og formål	1
1.2	Metode	1
1.3	Resultater.....	1
1.4	Konklusjon.....	2
2	Innledning.....	2
2.1	Bakgrunn.....	2
2.2	Hvorfor er det forsket så lite på kvinner og utholdenhetsidrett?.....	3
2.3	Problemstilling	4
2.4	Menstruasjonsyklusen og kvinnelige kjønnshormoner	4
2.5	Fysiske variabler som følge av østrogen og progesteron.....	5
2.5.1	Muskler og leddbånd	6
2.5.2	CSN og nevromuskulær respons	8
2.5.3	Temperatur	9
2.5.4	Metabolisme	9
2.5.5	Respirasjon.....	11
2.6	Testosteron	12
2.7	PMS - premenstruelt syndrom.....	13
2.8	Oligomenoré og amenoré.....	14
2.9	Dysmenoré.....	15
2.10	Menoragi.....	16
2.11	The female athlete triade/ RED-S	17
3	Materiale og metode	18
3.1	Litteratursøk.....	18

4	Resultater.....	19
4.1	Utholdenhet.....	20
4.2	Styrke	21
4.3	Mental status	24
4.4	Hvorfor er resultatene så motstridende?	25
5	Diskusjon.....	27
6	Konklusjon	32
	Referanseliste	34
	Figurer.....	36

Figurer

Figur 1 – Menstruasjonsyklusen. I begynnelsen av follikkelfasen er alle fire hormonene relativt lave, så stiger østrogen gradvis. I slutten av follikkelfasen så stiger LH og FSH, dette induserer ovulasjonen og et fall i østrogen. I lutealfasen stiger progesteronnivået kraftig og også østrogennivået øker. (39).....	36
Figur 2 –Saliv-testosteronkonsentrasjoner ved dag 7, 14 og 21 i menstruasjonssyklusen hos kvinnelige elite- og ikke-eliteutøvere. P 1348. (15)	37
Figur 3 –Hvordan østrogen påvirker metabolismen (22).....	37
Figur 4 –Fett- og karbohydratmetabolisme under tidlig FP respektive LP i menstruasjonssyklusen (24).	38

1 Sammendrag

1.1 Bakgrunn og formål

Den her litteraturstudien omhandler hvordan hormonene i menstruasjonssyklusen påvirker særlig utholdenhetstrening og prestasjon, men også styrketrening. Sammenlignet med menn, er det lite studier gjort på kvinner, dette kommer mest sannsynlig av at det er mange variabler å forholde seg til. For å kunne optimalisere kvinnelige idrettsprestasjoner er det viktig å utforske dette temaet. I denne oppgaven er det gjort et forsøk på å samle informasjon om emnet og se på hvordan østrogen og progesteron kan påvirke mekanismer som metabolisme, kroppsvekt og nevromuskulær respons. Disse vil kunne påvirke både utholdenhet og styrke. Oppgaven vil også se på studier som har prøvd å finne ut hvordan man skal optimalisere treningen for å få best mulig idrettsprestasjoner hos kvinner med normal menstruasjonssyklus.

1.2 Metode

Dette er en litteraturstudie. Det ble utført systematisk litteratursøk i databasen BMJ best practice, helsebiblioteket, PubMed og Google scholar med fastsatte søkeord. Det ble også brukt artikler fra referanselister i artikler som ble inkludert i oppgaven. Det ble inkludert 39 artikler. 22 var enkeltstudier, 11 var review's og 6 var annet. Artikkene ble publisert fra 2000-2020, og de fleste, det vil si 28 av 39, er publisert fra 2015 og fremover.

1.3 Resultater

Denne litteraturstudie skal prøve å sammenfatte forskning om hvordan menstruasjonssyklusen påvirker prestasjonsidrett, herunder både styrke og utholdenhet. Det er mange ulike fysiologiske mekanismer som blir påvirket av kjønnshormonene, oppgaven er derfor en oversikt over hvilke mekanismer som innvirker og hvordan og hvorfor dette skjer.

Mange studier som er gjort på utholdenhetstrening viser at oksygenopptak, hjerterefrekvens, tid til utmattelse og oppfattet anstrengelse ikke lar seg påvirke av menstruasjonssyklusen (MC). Det er imidlertid fysiologiske mekanismer som tilsier at det burde være utfall mellom de ulike fasene. Kvinner opplever også at prestasjonen er svekket i sen lutealfasen (LP) og tidlig follikkelfase (FP).

Når det gjelder styrketrening er det flere studier som har undersøkt den akutte muskel- og kraftprestasjonen gjennom å teste korte sprinter, ulike hoppeøvelser og benpress. Ingen av studiene fant noen signifikante forskjeller mellom fasene. Andre studier har tatt for seg styrketrening over en lenger periode, her har flere forskningsgrupper vist at det å periodisere styrketreningen til FP, gir bedre resultater enn både å periodisere til LP og det å trene jevnt over med 3 økter/uka. Det er så mye som 80 % av kvinner som opplever at menstruasjonssyklus (MC) påvirker den fysiske prestasjonen. Oppfattet prestasjon er viktig, da det kan ha placebo effekt. Det er mange motstridende resultater på dette temaet, det mener man kan komme av at MC ikke er godt nok verifisert og at man har for få målinger, individuelle forskjeller og lavt antall deltakere i studiene.

1.4 Konklusjon

Det er ikke noen entydig konklusjon som tyder på at kvinner presterer bedre i styrke eller utholdenhet i en viss periode i MC. Derimot opplever kvinner at de presterer dårligere i sen LP og tidlig FP. Det er fastslått at det å periodisere styrketrening til FP, da østrogennivåene er høye, fører til bedre styrke over tid. Flere studier som har sett på den akutte muskelkraften indikerer at det ikke er noen signifikant forskjell i muskelkraft, hastighet og prestasjon under de ulike fasene i MC.

Man har ikke funnet noen klare føringer for hvordan man skal tilpasse utholdenhetstrening til menstruasjonssyklusen. Treningen bør heller tilpasses individuelt, da det er store individuelle variasjoner i hvordan MC påvirker prestasjonen, ulike kvinners PMS og menstruasjonssplager. Minst like viktig for prestasjonen som kjønnshormoner er treningsmengde, totalbelastning, mental status, restitusjon og matinntak.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Mye av den forskingen som er gjort på utholdenhets- og styrketrening er foretatt på menn. Menn har en fysiologi det er lettere å forske på, da deres hormonnivå er mer konstant. Tidligere har man brukt forskningsresultater fra menn på kvinner, men kvinner er ikke menn. Kvinners hormonnivå svinger gjennom menstruasjonssyklusen, men det er også store

individuelle forskjeller og det gjør at det er flere variabler å forholde seg til under studier. I det siste har dette temaet blitt mer og mer aktuelt, kvinnelige idrettsutøvere har blitt mer bevisst og ser at det å tilpasse seg den kvinnelige fysiologien kan forbedre idrettsprestasjonen. Med tanke på hvor mange kvinner som er aktive idrettsutøvere, så er det påfallende at man vet så lite om hvordan man optimaliserer trening for å kunne oppnå best mulig resultat.

Det finnes få studier på kvinnelige toppidrettsutøvere. Siden toppidrettsutøvere både har et intenst trenings-, men også konkurranseprogram kan det være vanskelig å gjennomføre forskningsprogram. Derfor har mange studier som er utført på kvinner ikke inkludert toppidrettsutøvere (1). Det er også mange motstridende resultater, årsaken er trolig studier med få antall deltakere og lite hensiktsmessig verifisering av menstruasjonssyklusen (MC).

I sin reviewartikkel (2) har Thompson et al funnet at de kvinnelige hormonene påvirker styrketrening. Det finnes bevis for at styrketrening gir bedre resultater dersom den periodiseres til follikkelfasen (FP), sammenlignet med både trening som er uavhengig av menstruasjonssyklusen og trening som utføres i lutealfasen (LP).

Her i Tromsø har man startet forskningsprosjektet The Female Endurance Athlete (FENDURA). Prosjektet går ut på å «øke kunnskapen om hvordan hormonelle svingninger påvirker treningsrespons og prestasjonsutvikling, og undersøke hvordan menstruasjonssyklusen og bruk av prevensjonsmidler påvirker treningskvaliteten, prestasjonsevnen og menstruasjonssplager». Veileder Boye Welde er forskningsleder ved prosjektet.

2.2 Hvorfor er det forsket så lite på kvinner og utholdenhetsidrett?

I artikkelen «Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research?» (3) fant man at kun 39 % av forskning innen idrett og idrettsmedisin er gjort på kvinner. Kvinner er altså signifikant underrepresentert og Bruinvels et al (4) mener at dette skyldes kompleksiteten i hormonbalansen hos kvinner, det er rett og slett lettere å forske på menn. I de studier kvinner er inkludert har man ofte sett på dem i en tidlig FP, da hormonene er lave, slik at forskningsresultatene påvirkes minst mulig.

De kvinner som brøytet vei for å kunne være med på idrettsarrangement møtte mye motstand. I 1981 var f.eks første året det var lov for kvinner å gå Vasaloppet. Man trodde at kvinner var for svake, særlig innen utholdenhetsidrett som maraton og sykling. Man argumenterte ofte med at fysisk aktivitet var skadelig for kvinners helse, særlig for reproduksjonssystemet (5).

McNulty et al (6) skriver i sin reviewartikkel at kvinnelig deltakelse i idrett, både på mosjons- og elitenivå har hatt en markant økning. I OL i Seoul 1988 var 26% av deltakerne kvinner, mens 2016, 28 år senere i Rio de Janeiro var 46% kvinner. Forskning på kvinner og idrett har ikke vært like fremtredende. Det er funnet at kun 4-13% av studier som handler om idrett, trening og prestasjon inkluderer bare kvinner. Selv når kvinner er inkludert har utført studiene når hormonnivåene er så lave som mulig for å slippe å ta hensyn til dem (7). Det er naturlig å tro at kjønns spesifikk forskning vil kunne være gunstig, da kvinner er forskjellige fra menn anatomisk, mentalt og endokrinologisk.

2.3 Problemstilling

Hensikten med denne litteraturstudien er å se på hvordan utholdenhets- og styrketrening påvirkes av menstruasjonssyklusen (MC). Gir treningen bedre resultater dersom den tilpasses MC? Hvilke faktorer kan påvirke trening og prestasjon hos kvinner? Kan dette utnyttes til kvinners fordel?

Målet med trening er å kunne prestere bedre i konkurranse og generelt. For å øke prestasjonsnivået kreves styrke, raskhet og utholdenhet, avhengig av hvilken idrett man bedriver. I hvilken fase av MC presterer kvinner best? Gjelder den samme fasen for både styrke og utholdenhet? Hvordan presterer man på kort respektive lang sikt? Hvilke fysiologiske mekanismer som er tilknyttet MC, er det som er med å påvirke idrettsprestasjoner?

2.4 Menstruasjonssyklusen og kvinnelige kjønnshormoner

Menstruasjonssyklusen er inndelt i to faser: follikelfasen (FP) og lutealfasen (LP), ovulasjonen skjer mellom de to fasene. Viser til figur 1, side 36.

FP begynner med menstruasjon (6), under denne tiden er både østrogen og progesteron lav. Menstruasjonen varer som oftest 4-6 dager. Senere i FP er FSH (follikkelstimulerende

hormon) høy, FSH fra hypofysen stimulerer vekst og modning av follikler i eggstokkene. I den andre delen av FP har folliklene begynt å produsere østrogen, noe som fører til høye verdier av østrogen (8;9). Østrogenkonsentrasjonen stiger frem til dag 12-13 etter menstruasjonens første dag og 1-2 dager før eggøsning. I follikelfasen påvirker østrogen endometriet til å bli tykkere, slik at det skal klare å ta imot et befruktet egg (9). Rett før ovulasjonen er østrogennivåene så høye at det forårsaker en økning i LH (luteiniserende hormon) (6). LH stimulerer granulocellene til å begynne å produsere progesteron istedenfor østrogen, slik at det blir et fall i østrogen, dette induserer ovulasjonen. Under ovulasjonen beveger seg en moden follikkel ned mot uterus og frigjør et egg i uterus. Etter eggøsningen kommer LP.

I LP skilles LH ut fra hypofysen. Dersom egget ikke blir befruktet, stimulerer LH til omdannelse av den ubefruktede follikkelen til corpus luteum (det gule legemet). Corpus luteum produserer både progesteron og en del østrogen, som fører til høy respektive ganske høy konsentrasjon av de to hormonene. Progesteron reduserer antallet østrogenreseptorer og øker nedbrytningen av østrogen slik at endometriet slutter å vokse. Etter ca 8-9 dager begynner hormonproduksjonen i corpus luteum å avta, etter 13-15 dager er hormonnivået så lavt at menstruasjonen starter (9).

Dersom egget blir befruktet fortsetter corpus luteum å produsere progesteron de første ukene av graviditeten. Under svangerskapet bidrar progesteron til at musklene i livmoren blir mer avslappet og klargjør livmoren til å utvides.

Østrogen er en forutsetning for å komme i puberteten, utvikle kvinnelige genitalia, bryst og melkekjertler. Skjelettet trenger østrogen for å vokse og bli sterkt, ved mangel på østrogen kan osteoporose utvikles (9). Menstruasjonen er også en forutsetning for svangerskap (6). Man tror at økende østrogennivåer fører til nedsatt kollagendensitet og dermed gi slakkere leddbånd og muskler (10).

2.5 Fysiske variabler som følge av østrogen og progesteron

Mange kvinner rapporterer at de oppfatter den fysiske formen som lavere under sen LP og tidlig FP/menstruasjonen (11). Studier som har sett på dette rapporterer imidlertid ikke sikre

utslag på MC på fysisk prestasjon. Idrettsprestasjoner kan bli påvirket av både mentale og fysiske forutsetninger.

MC er som sagt inndelt i tre faser: den tidligere FP med lave østrogen- og progesteronverdier, sen FP og ovulasjonen med høye østrogenverdier og LP med både høye progesteron og østrogenverdier. Men for at man bedre skal kunne se på hvordan hormonene påvirker kroppen er det mest hensiktsmessig å dele inn på en annen måte. Derfor er det bedre å dele inn i tidlig FP (menstruasjon), sen FP, ovulasjon, tidlig LP, midt LP og sen LP (11). Reproduksjon er årsaken til de sykliske hormonendringene, men endringene påvirker ikke bare reproduksjonssystemet, men også kroppens fysiologi generelt (6).

Studier har vist at østrogen kan påvirke det kardiovaskulære systemet, stoffskiftet/kroppens metabolisme, muskelaktivering og også hjernen. Progesteron påvirker termoreguleringen, ventilasjonen og energimetabolismen (12). Det kan ha mye å si for utholdenhet og styrke. Østrogen- og progesteronreseptorer finnes i mange ulike vev i kroppen som hypothalamus, det kardiovaskulære systemet, nyre, skjelettmuskulatur og fettvev. Dette gir grunnlag til å tro at hormonene kan påvirke disse og, for eksempel med tanke på trening og prestasjon (13).

Progesteron motvirker effekten av østrogen og man tenker derfor at østrogen har mer effekt i FP og ovulasjonen enn i LP, da både østrogen og progesteron er høye. Man fant at den største forskjellen i prestasjon var mellom tidlig FP og sen FP. Økningen var dog så liten at den kan kalles ubetydelig. Hvis man sammenligner dette med kvinner som tar prevensjon har de også en litt lavere prestasjon enn kvinner som ikke bruker prevensjon (6). Kvinner på oral prevensjon ligger litt lavere i både østrogen og progesteronnivå under ovulasjon og midt LP, sammenlignet med de som ikke bruker prevensjon. Mange studier sammenligner tidlig FP med midt LP, førstnevnte da både østrogen og progesteron har lave verdier og sistnevnte da begge nivåene er høye. Imidlertid burde man kanskje heller sammenligne tidlig FP med sen FP, dersom man skal undersøke effekten av østrogen (6).

2.5.1 Muskler og leddbånd

Østrogen har en metabolsk effekt som regulerer skjelettmuskulatur. Man tror også at østrogen regulerer både muskelfunksjon og muskeloppbygning etter trening. Østrogen har

en anabol effekt på skjelettmusklene og studier har vist at østrogen øker glykogenlagring, minsker glykogenforbruket og fører til en mer effektiv utnyttelse av fett. (6).

Østrogen, slik som testosteron øker i konsentrasjon kort tid etter trening, og er også avhengig av treningsintensitet. Ved trening øker syntesen av østrogen fra androgener, da øker både mengden testosteron og østrogen hos kvinner. Østrogen kan føre til reduksjon av muskelcelleskade og forbedret restitusjon, man tror dette kan være pga østrogen sin effekt som antioksidant, at celleveggen blir stabilisert og får mindre celleskade og inflammasjon (14). Østrogen kan også aktivere og proliferere satelittceller som fører til bedre restitusjon etter celledade. Østrogen fører til proteinanabolisme i FP, mens progesteron derimot fører til proteinkatabolisme med aminosyreoksidering og proteindegenerasjon i LP (15). Østrogen er også kjent for å aktivere insulin/IGF1 og PI3K/Akt pathways som fører til bedre muskelproteinsyntese. Man har også sett at østrogentilskudd hos postmenopausale kvinner har effekt mot muskeltap(14). De samme funnene har man gjort i dyrestudier på ooforektomerte rotter, som fått østrogentilskudd (16). Derfor tenker man at det å trene styrketrening under midt og sen FP har best effekt da østrogennivåene er høye (14).

Lowe et al (16) har undersøkt hvordan østrogen innvirker på skjelettmuskulatur. Som kjent blir styrket svekket etter menopausen og man har sett at det å gi østrogensupplement motvirker svekkelse av skjelettmuskulatur. Gjennom å se på mus som ble ovariektomert for å så gi østradiolerstatning, fant man at østradiol forbedrer muskeleffekten. Man så at muskelkraften i Soleus hos mus gikk ned med 20% hos mus som var ovarietomert, ved østradiol-17 erstatning gikk svekkelsen i kraft tilbake. Østradiol påvirker myosin og dens binding til aktin, det var kvaliteten på bindingen som ble påvirket og ikke antall bindinger (16).

Østrogenreseptorerene α og β kan påvirke muskelfibre gjennom muskeldifferensiering og differensiering av slow myosin-heavy chain isoform som det finnes mye av i type 1 muskelfiber (15).

Resultatene viser at skjelettmuskulatur blir påvirket av østrogen på et langsiktig perspektiv. Østrogen har innvirkning på kraften inne i muskelen, dvs bedre binding mellom myosin og

aktin. Man tror også at østrogen beskytter muskelcellene fra oksidativ stress under aldring (15;16). Det er også mulig at østrogen har innvirkning på muskeldiameter (15).

Hormonnivåene kan også påvirke stivhet i ledd og muskler og øke risiko for skader. Det ble målt 17% mindre stivhet i kneleddet under ovulasjon, noe som fører til høyere risiko for skader. Økt stivhet i muskler og ledd i underkroppen er assosiert med bedre fysisk prestasjon (1). Kvinner har fire til seks ganger så høy risiko som menn for ACL-ruptur. Kvinnelige hormoner er en viktig risiko, det er signifikant større risiko for ACL-ruptur i sen FP, enn i de øvrige fasene av menstruasjonssyklusen (17;18). Muskler og leddbåndstensjon blir påvirket av menstruasjonssyklusen. Man tror at høyere nivåer av østrogen reduserer tensjonen i muskler og leddbånd og senker kollagensyntesen og man får derfor mindre kollagen i muskler og tilstøtende vev. Høyere tensjon gir bedre kraftutvikling. Andre studier viste ikke noen signifikant forskjell og at østrogennivåene ikke er høye nok til å utgjøre noen forskjell (11;19). Høye progesteronverdier kan kanskje bidra til å beskytte mot ACL-skader (18).

2.5.2 CSN og nevromuskulær respons

Både østrogen og progesteron har reseptorer i store deler av hjernen, de påvirker både områder som har med reproduksjon å gjøre, men også hypothalamus, amygdala, hippocampus og prefrontal cortex som alle er assosiert med kognitive eller emosjonelle funksjoner (18). Kvinner som befinner seg i sen FP og rundt ovulasjonen har høye østrogennivåer og rapporterer ofte om godt humør, positiv innstilling og god selvfølelse, mens sen LP og tidlig FP har lave nivåer av østrogen og motsatt effekt. Høye nivåer av progesteron er assosiert med større grad av angst og depressive tanker (18).

Østrogen og progesteron har også innvirkning på mange andre neurotransmittersystem som de kolinerge, serotonerge, GABAnerge, dopaminerge og glutaminerge nervebaner. De i sin tur spiller en viktig funksjon for læring, hukommelse og for belønning- og motivasjonssystemet (18). Østrogen påvirker nerveimpulsene slik at nervecellen lettere blir eksitert, mens progesteron inhiberer nerveimpulsene.

Dehydroepiandrosteron (DHEA), forløper til østrogen og testosteron er på sitt høyeste under ovulasjonen. DHEA påvirker flere neurotransmitter reseptorer i CSN. Særlig østrogen binder til reseptorer som reduserer frigjøring av γ -aminobutyric acid som demper nevralt eksitering

og muskelspenning. Østrogen aktiverer også frigjøring av glutamat som er et eksiterende signalstoff i CSN. Progesteron derimot øker frigjøring av γ -aminobutyric acid og således inhiberer progesteron nervesystemet (20).

Østrogen fører altså til bedre kraftproduksjon og økt viljestyrt kraftaktivering, mens progesteron motvirker. Det er også mulig at østrogen påvirker muskelkraften, maksimal og sub-maksimal prestasjon (6)

2.5.3 Temperatur

Progesteron påvirker kroppens temperaturregulering, setpointen blir høyere i LP. Det kan innvirke både positivt og negativt på idrettsprestasjonen. Høyere temperatur kan være gunstig ved kortvarige aktiviteter som krever rask muskelkontraksjon og høy kraftproduksjon. Man har dog funnet at såfremt man varmer opp på riktig måte, så utgjør høyere setpoint ikke noen fordel. Ved langvarige aktiviteter som for eksempel maraton tenker man at høyere kroppstemperatur kan senke prestasjonen. Når man har sett på hudtemperatur og svettmengde har man ikke funnet noen endringer mellom de ulike fasene (11).

2.5.4 Metabolisme

Variasjon i substrattilgang og metabolisme gjennom menstruasjonssyklusen er noe man tror kan påvirke utholdenhetsprestasjonen. Østrogen øker glykogenlagring og minsker glykogenforbruket (6;13;18;21). Østrogen fremmer også fettmetabolismen gjennom å frigjøre fettsyrer som kan brukes til ATP-produksjonen og øker oksidasjonen av fett i muskulatur og fettvev (6;10;21). Østrogen øker også adrenalin- og veksthormonnivået, noe som er assosiert med økning av hormonsensitiv lipase. Hormonsensitiv lipase frigjør triglyserider fra fettvev, slik at de kan brukes som energi (13). Lipasen blir aktivert gjennom fosforylering, katalysert av cAMP-avhengig proteinkinase. Dannelse av cAMP øker ved tilstedeværelse av hormoner som adrenalin, glukagon, ATCH m.fl (22). Siden karbohydratlagrene i fett- og muskelvev er forholdsvis små, er det å kunne bruke fett mer effektivt som energi en fordel (21). Progesteron motvirker østrogen gjennom å motvirke fettoksidasjon.

Hackney skriver i sin artikkel at det er skilte meninger mellom forskningsgrupper, noen mener at hormonfluktuasjonene i MC påvirker kvinners metabolisme under trening og andre mener at de ikke gjør det (21).

Ved hvile man har ikke kunnet bevise at metabolismen endrer seg under MC, men man har sett at lagring av energi er annerledes (21). Glykogenlagrene er større under LP enn i FP, også under standardisert inntak av karbohydrater. Det er vanlig at kvinner spiser mer karbohydrater under LP, så det kan også ha innvirkning. Ved høyere østrogennivåer har man funnet større oksidasjon av fett og mindre oksidasjon av karbohydrater. Under LP så bruker kvinner mer av fett- og mindre karbohydratreservene enn i FP, dette fører til mindre laktat og bedre utholdenhet under aktiviteter med lav intensitet.

I noen studier ble det konkludert med at ved høyintensitetstrening over melkesyreterskelen brukte kvinnelige mosjonærer mindre karbohydrater og mer fett i LP enn i FP, det ble også målt mindre laktat. I andre lignende studier så man ikke noen forskjell mellom FP og LP (11;21).

Under moderat intensitet forble karbohydrat- og fettmetabolismen den samme. Dersom kvinnene spist mye karbohydrater i forkant av treningsøkten kunne man ikke se at MC påvirket forbrenningen av karbohydrater respektive fett. MC kan altså være med å påvirke metabolismen ved høy intensitet (11). Flere studier har konkludert med at glykogen og triglyseridstatus, trening og diett har mer å si for metabolismen enn hormoner(13). Viser til figur 3 side 37.

Willett et al (23) har i sin artikkel "Influence of Menstrual Cycle Estradiol- β -17 Fluctuations on Energy Substrate Utilization-Oxidation during Aerobic, Endurance Exercise" undersøkt sammenhengen mellom fett- og karbohydratoksidasjon i tidlig FP (dag 3-7) og i LP (dag 19-25). De fant ut at karbohydratutnyttelsen var signifikant lavere i LP enn i tidlig FP ($p < 0,05$). Fettutnyttelsen viste seg å være motsatt, signifikant høyere fettforbrenning i LP enn i tidlig FP ($p < 0,05$). Man så også at det var en høyere konsentrasjon av østradiol- β -17 i LP kontra tidlig FP. Δ østradiol- β -17 hadde en signifikant positiv korrelasjon med fettoksidasjon, høy østradiol- β -17 førte til høyt nivå a fettbrenning. Mens Δ østradiol- β -17 hadde en signifikant negativ korrelasjon med karbohydratoksidasjon, høyt nivå av østradiol- β -17 førte til lav

karbohydratoksidasjon. Den økede fettforbrenningen assosieres med bedre lipolytisk enzymatisk funksjon grunnet høyere østradiol- β -17 konsentrasjon. Man vet altså at metabolismen blir påvirket, men det gjenstår å finne ut hvor mye dette innvirker på prestasjonen (23). Viser til figur 4 side 38.

Det er kjent at økt vekt svekker prestasjonen innenfor utholdenhetsidrett. Under lutealfasen øker væsken i kroppen, med påfølgende vektøkning. Studier som har sett på vektøkning i forhold til MC har kommet frem til ulike resultater, en del av de viser økt vekt i LP, andre fant ikke noen vektøkning. Både hos veltrente og ikke-veltrente så man økt vekt og kroppsvæske under LP, sammenlignet med FP.

Hvorfor det er slikt er uvisst, men man tror at årsaken er lavere insulinnivåer forårsaket av progesteron som fører til økt appetitt. Det kan også være høyere nivåer av aldosteron som fører at kroppen holder på væske. Begge deler kan påvirke prestasjonen hos kvinnelige atleter (11;18). Aldosteronnivået er høyere i midt LP enn i andre faser. Aldosteron reduserer natrium- og kloridutskillelsen i nyrene og dermed øker væsken i kroppen (18). Andre studier har imidlertid ikke funnet noen signifikante forskjeller med tanke på kroppssammensetning (19).

2.5.5 Respirasjon

Man tror at østrogen ikke påvirker respirasjonen, mens man tenker at progesteron kan stimulere til hyperventilasjon både i hvile og under trening, og at respirasjonsdriven øker under LP (18). Rael et al har også funnet at respirasjonsfrekvensen øker ved høyintensiv intervalltrening under midt LP på grunn av en økning i progesteron, sammenlignet med tidlig og sein FP. Progesteron øker sensitiviteten til hypothalamus kjemoreseptorer, noe som senker terskelen til respirasjonssenteret i hjernen (13). De sentrale kjemoreseptorene ligger i medulla oblongata og består av nevroner med reseptorer som er følsomme for endringer i pH i cerebrospinalvæsken. Disse, sammen med de perifere kjemoreseptorene regulerer lungeventilasjonen (24).

Progesteron relaxerer de glatte muskelcellene i bronkiene og reduserer kontraksjonskraften til respirasjonsmuskulene. Dette kan være grunnen til økt respirasjonsfrekvens og økt flow. Progesteron øker også den generelle kroppstemperaturen med 0,3-0,5°C, det kan tenkes at dette fører til at blodet differensierer til huden for å senke temperaturen. Dette vil også føre

til økt hjertefrekvens (HF) (13). Noen studier viser høyere HF i tidlig FP sammenlignet med sen FP, mens andre studier har vist høyere HF i LP kontra i FP. Andre studier viser imidlertid ikke noen forskjell i HF. De fleste studier rapporterer ingen endringer i slag volum eller cardiac output hos veltrente under MC (18).

Man bør også ta i betraktning av mange utholdenhetsidrettsutøvere har utviklet anstrengelsesastma (18). Studier har vist at 33-52% av kvinner med astma blir dårligere premenstruelt og 22% rapporterer forverring under menstruasjonen (25). Det finnes en klar sammenheng mellom astma og PMS. Før tenårene er astma vanligst hos gutter, mens etter tenårene er astma vanligst hos kvinner. Man tror at østrogen og androgener er viktige for utvikling og forverring av astma. Det er enda ikke klarlagt hvordan østrogen påvirker luftveisinflammasjon, mucusproduksjon og luftveishypersensitivitet. Dyrestudier har vist at østrogen øker og androgener minker type 2 mediert luftveisinflammasjon (26). Her finnes enda ikke et enkelt svar, østrogen og progesteron kan påvirke utholdenheten på mange måter, både gjennom metabolismen, hjerte, respirasjon og termoregulering (25).

2.6 Testosteron

Testosteronnivået varierer også under MC, det øker under sen FP (20). Testosteron er en forløper til østrogen og er viktig for seksual funksjon hos kvinner. Hormonnivået varierer under dagen, men høyest konsentrasjon på morgenen (27). Testosteron forbedrer den fysiske prestasjonen gjennom å endre elektrofysiologien, cellen blir lettere aktivert, forsterker muskelens kontraktilitet og motorsystem (10;11). Testosteron virker på styrke- og utholdenhetsprestasjoner i form av økt motivasjon og forbedret kalsium-omsetning i muskelceller (20).

Ulike studier viser forskjellige nivåer av testosteron, en studie viste ikke noen forskjell i tilgjengelig testosteron mellom de ulike fasene. Andre studier fant en økning i testosteron under ovulasjonen, man så også at testosteronnivået i saliv og fritt testosteron etter trening øket under ovulasjonen. Man vet ikke om tilgangen på testosteron også er høyere eller om det kun er i saliv og plasma som testosteronnivået øker (11). Testosteronnivået i blodet er høyere hos toppidrettsutøvere enn hos ikke-eliteutøvere, de har også høyere nivåer i tilknytting til trening. Dette kan tyde på større kapasitet og raskere restitusjon eliteutøvere (18).

Cook et al (28) har undersøkt hvordan testosteron påvirker kvinners motivasjon for trening og konkurranse, og hvordan testosteron påvirker fysiske prestasjoner. De har også sett på hvor stor mengde saliv-testosteron kvinner har i ulike perioder i menstruasjonssyklusen. Funnene viser at det er stor forskjell på s-testosteron konsentrasjonen på dag 7, 14 og 21. Nivået stiger fra dag 7, er høyest rundt dag 14, altså i sen FP og ovulasjon, for å så synke igjen til dag 21. Eliteutøvere har en høyere gjennomsnittsmengde s-testosteron og de responderer på fysisk stress med større økninger i testosteron, enn kontrollgruppen. Fysisk stress som trening fører til høyere nivåer av testosteron, både hos menn og kvinner. Siden man responderer gunstigere på trening i FP, tenker man at periodisering av intensiv kraft- og styrketrening kan gi bedre resultater. Den samme gruppen var også mer motivert til trening. Høy konsentrasjon av s-testosteron korrelerer med høy motivasjon for trening og det kan også tyde på at de gjorde det bedre i en sykkeltest der man målte hvor mange watt de klarte å komme opp i. De (28) konkluderer med at dette kan ha vel så mye å gjøre med cortisol som med forhøyete testosteronverdier. Man kan også tenke seg at de kvinner som gjør det bra i eliteidrett har et høyere naturlig testosteronnivå i tillegg til at det blir høyere av trening. Viser til figur 2 side 37.

2.7 PMS - premenstruelt syndrom

Kan PMS (premenstruelt syndrom)-relaterte plager være en grunn til nedsatt fysisk yteevne? Om kanskje ikke fysisk så mentalt, som for eksempel motivasjon? Så hva er grunnen til PMS-relaterte plager?

PMS (premenstruelt syndrom) er fysiske, psykiske eller atferdsmessige plager som kommer før hver menstruasjon (9). PMS er et vanlig problem blant fertile kvinner. I følge Ryu et al har 50-80% milde PMS-plager, mens 30-40% har symptomer som krever behandling. Noen få (3-8%) har det som kalles PMDD (premenstrual dysphoric disorder) som er en alvorlig form for PMS (29).

De fysiske symptomene kan være tap av energi, kvalme, ømhet i brystene, hodepine, oppblåsthet, magesmerter, økt appetitt, ledd- og muskelsmerter, vektoppgang, hovenhet og en følelse av vann i kroppen. Noen opplever forverring av andre sykdommer som astma, allergier, autoimmune sykdommer, IBS, epilepsi og migrene. Psykiske og emosjonelle symptomer som er vanlige er irritabilitet, humørsvingninger, angst, depresjon, lav

selvfølelse, forandring i adferd som for eksempel sosiale konflikter, konsentrasjonsvansker, søvnevansker og det at man ikke klarer å ta del av de daglige aktivitetene (18;29-31).

PMS oppstår under LP og forsvinner i FP, vanligvis i det menstruasjonen begynner. Symptomene pleier å vare i noen få dager til to uker. Som oftest begynner det en uke før menstruasjon og er verst to dager før menstruasjon. Symptomene blir bedre ved bruk av p-piller, under graviditet og etter menopause (9).

Man er usikker på hvorfor kvinner får PMS, men symptomene sammenfaller med forandring i ovarienes hormonnivåer(29). Noen mener det kan være fall i progesteron som er årsaken, men det hjelper ikke å gi progesteron medikamentelt og derfor er det sannsynlig ikke svaret. Det er korrelasjon mellom progesteronverdier og økt selvrapportert angst hos kvinner med PMS (18). Andre teorier går ut på at det er høye verdier av østrogen og progesteron som trigger PMS og at dette har med neurotransmitterne serotonin og GABA å gjøre (31). Kvinner med PMS er overfølsomme for høye progesteronverdier etter eggløsning (29). Noe tyder på at PMS forårsakes av lave nivåer av progesteronmetabolitten allopregnanolon i LP. Den interagerer med flere neurotransmittere som bl.a serotonin, noradrenalin og GABA (30). Det er høyere konsentrasjoner av pro-inflammatoriske interleukiner hos kvinner med PMS, sammenlignet med de uten PMS (18).

PMS kan påvirke trening og ikke minst motivasjon til trening og det å klare å pushe hardt nok i denne fasen. PMS fører med seg vektøkning, mer vann i kroppen, dysmenore, alle de her symptomene kan føre til redusert prestasjon og fysisk kapasitet. Hormonsvingningene kan også føre til redusert søvnkvalitet som så kan føre til dårligere beslutningstaking og reaksjonsevne (1;18). Castanier et al har i sin reviewartikkel ikke funnet noen signifikante endringer i fysiske prestasjoner hos eliteutøvere i løpet av MC. Det er få studier som har undersøkt hvordan fysiske prestasjoner blir påvirket av humøret som skifter under MC (18).

2.8 Oligomenoré og amenoré

Oligomenore er definert som unormalt lang eller uregelmessig MC. Amenore er fravær av MC. Prevalens bland befolkningen generelt er på 2% respektive 5%. Hos toppidrettsutøvere er prevalensen på mellom 3,5% og opptil 70%, avhengig av idrett. I idretter hvor det er fokus på vekt som for eksempel langdistanseløping er prevalensen høyest. Grunnen til amenore er

ofte høy belastning, mental stress, kombinert med lavt energiinntak (10;18). Det finnes andre bidragende årsaker, en er høy sekresjon av endorfiner som kan inhibere HPA (hypothalamus-pituitary-adrenal)-aksen som medfører en nedgang i sekresjon av LH, FSH, østradiol og progesteron. En annen er for lite fettvev som fører til transformasjon av androgener til østrogen, det medfører også nedsatt produksjon av leptin og økt produksjon av prolaktin (18). For at kvinner skal prestere optimalt og ikke minst ha en god helse på lang sikt bør dette unngås.

Man så for eksempel en tilbakegang i svømmehastighet for de med amenore over en periode på 12 uker, hvor de med normal MC hadde forbedring. De med amenore hadde også lavere nevrologiske utfall, lenger reaksjonstid og lavere muskelkraft og utholdenhet (18).

2.9 Dysmenoré

Dysmenore eller menstruasjonssmerter er vanlig og vil kunne påvirke trening og prestasjon, insidensen er på alt fra 8-60% avhengig av metode. De fleste får dysmenore i begynnelsen av menstruasjonen og holder på i 32-48 t. Dysmenore begynner gjerne 2-3 årene etter menarche. Graden av dysmenore er individuell og hos de som har sterke menstruasjonssmerter vil dette kunne påvirke idrettsprestasjonene (32).

Primær dysmenore arter seg som en dump smerte eller krampe. Smerten er ofte syklisk eller spasmodisk og begynner stort sett 2-3 dgr før menstruasjonens første dag. Det er heller ikke uvanlig å kjenne på symptomer som kvalme, diare, hodepine og svimmelhet. Psykiske symptomer kan være nervøsitet, depresjon, irritabilitet og søvnforstyrrelse(32). Sekundær dysmenore årsakes av en lesjon i pelvis, det kan være endometriose, adenomyose, pelvic inflammatory disease (PID), polypper i endometriet eller cyster på eggstokkene. Dyspareuni, infertilitet, menoragi og dysmenore kan tyde på at det kan være en sekundær dysmenore (32).

Opptil 50 % kvinner opplever at treningsprestasjonen blir svekket under menstruasjonen (10). Under menstruasjonen dannes prostaglandiner i endometriet, som fører til at muskelsammentrekninger i myometriet som kan forårsake menstruasjonssmerter. Studier

har vist at prostaglandiner gir vasokonstriksjon, økt intrauterint trykk og dermed lokal iskjemi som fører til dysmenore (32).

Smertene varierer individuelt og ligner på fødselsrier, hos noen påvirker prostaglandinene også tarmen og gir diare (9). Studier har vist at ADH eller vasopressinnivåene er høyere hos kvinner med dysmenore og at ADH påvirker myometriet. Man tror at trening er bra mot dysmenore (32).

2.10 Menoragi

Menoragi defineres som unormalt kraftig og/eller langvarig menstruasjonsblødning og er et vanlig problem blant idrettsutøvende kvinner. Det finnes ikke noen definisjon på menoragi, men man bruker gjerne over 80 ml eller « excessive menstrual blood loss which interferes with a womans´ s physical, social, emotional and/or material quality of life» som definisjon (33). Bruinvels et al har sett på hvor mange idrettsutøvende kvinner som har menoragi og hvordan de opplever at det påvirker dem under trening. De brukte spørreskjema som de la ut på sosiale medier og intervju med deltakere etter London Maraton. De fant at 54% av de som svarte online hadde menoragi, i denne gruppen er det risiko for seleksjonsbias, da de med menoragi nok er mest interessert i å svare på undersøkelse. Av de som løpt London Maraton hadde 37% menoragi og 32% av de som var toppidrettsutøvere. 50% av disse hadde tatt jerntilskudd tidligere, men bare 22 % hadde gått til lege. Menoragi er knyttet til jernmangel som kan føre til jernmangelanemi om det ikke oppdages og lavere prestasjon. Jernmangel fører til mindre produksjon av hemoglobin som gjør oksygentransport mindre effektiv og som dermed reduserer kapasiteten. Jern er også betydningsfull for celle- og mitokondriefunksjon, genregulering, cellevekst og differensiering. Jernmangelanemi har symptomer som fatigue, svimmelhet, dyspne ved anstrengelse og dårlig muskelytelse.

Menstruasjon er den viktigste årsaken til jernmangelanemi hos kvinner i fertil alder. Ved mye hard trening er det i tillegg risiko for blodtap gjennom hematuri, gastrointestinal blødning, svetting og hemolyse (33).

Av de kvinnene som deltok på maraton sa 32% at trening og prestasjon ble påvirket av MC. 48% av de som hadde menoragi mente treningen ble påvirket og for de uten var andelen 22%. I både gruppen fra sosiale medier og de som løp maraton hadde 32% kjent

jernmangelanemi, blant de som hadde menoragi var andelen med anemi 41%. 45% av de med menoragi hadde søkt legehjelp.

De delte inn kvinnene i fire grupper etter deres personlige rekord på 5 km, det viste seg at de med best tider hadde mindre menoragi enn de med dårligere tider. I gruppe 1 (best tid) hadde 39 % menoragi, mens i gruppe 4 (dårligst tid) hadde 53% menoragi (33). Dette er noe overraskende høye tall da mange toppidrettsutøvere har amenore eller oligomenore som følge RED-S.

Menoragi kan altså føre til jernmangel, jernmangelanemi og lavere prestasjoner. Mange blir ikke behandlet for dette og er kanskje ikke er klar over at de har det. Det er en grunn til svekkede idrettsresultater som følge av MC.

2.11 The female athlete triade/ RED-S

Denne litteraturstudien kommer i utgangspunktet ikke til å omhandle forskningsstudier som omhandler The female athlete triad. Siden det ikke er uvanlig at kvinnelige eliteutøvere får bortfall i menstruasjon, enten som oligomenorre (lenger intervaller enn 35 dgr) eller amenore (bortfall av menstruasjon i minst 3 måneder), så vil mest sannsynlig noen av kvinnene i studiene være utsatt for denne problemstillingen. Dette kalles The female athlete triade (34) og er et resultat av at kroppen får mindre energi enn den trenger, dette inkluderer både kvinner med og uten spiseforstyrrelser. Triaden påvirker både tilgjengelig energinivå, menstruasjonen og bentettheten. Dette vil vise seg som spiseforstyrrelser, hypothalamisk amenorre og/eller osteoporose. En videre utvikling av The female athlete triade er REDS – Relative energy deficiency in sports. Det innefatter både menn og kvinner som har for lavt energiinntak eller som forbruker for mye energi. Konsekvensen av lavt energinivå kan resultere i tap av menstruasjon, osteoporose, kardiovaskulær funksjon, depresjon, irritabilitet, økt skaderisiko, redusert immunforsvar, proteinsyntese, treningsrespons, koordinasjon, muskelstyrke og utholdenhet (10;35). Derfor er det viktig at dette er noe man er klar over, både utøvere, trenere, lag, forbund og leger (10).

3 Materiale og metode

Denne masteroppgaven er en litteraturstudie som skal prøve å sammenfatte forskning på hvordan menstruasjonssyklusen påvirker prestasjonsidrett, herunder både styrke og utholdenhet. Det viste seg i løpet av prosessen at det er mange mekanismer som er med å påvirke prestasjon. Oppgaven ble derfor en oversikt over hvilke mekanismer som innvirker og hvordan og hvorfor dette skjer. Oppgaven har også inkludert noen få dyrestudier som var interessante for å få et bedre perspektiv på temaet. Det ble søkt etter relevante artikler i ulike databaser, det ble også brukt referanselitteratur til artikler som ble lest.

En litteraturstudie sammenfatter tilgjengelige forskningsartikler på det relevante området. En styrke ved metoden er at man får et bredt og helhetlig perspektiv på feltet, gjennom å gå igjennom mange artikler. Det fører til en god oversikt, som avdekker hva som er gjort av forskning og hvilke områder som er mangelfulle og trenger mer kunnskap. En slik studie kan også bidra til å se overordnede sammenhenger som kan være viktige for veien videre.

En svakhet med denne litteraturstudien er konstadsbias. Artikler som samsvarte godt med søket, ble ikke inkludert selv om de var relevante, da UiT ikke hadde lisens til fulltekst. En annen er bekreftelsesbias, som går ut på at man samler den informasjonen som passer med det man selv tror er korrekt. Det kan også være at artikler som ikke har signifikant endepunkt utelukkes.

3.1 Litteratursøk

For å lettere kunne velge ut hvilke artikler som skulle inkluderes ble PICO brukt.

P: Kvinnelige idrettsutøvere med normal menstruasjonssyklus i fertil alder som ikke bruker prevensjonsmidler.

I: I hvilken del menstruasjonssyklusen gir trening best treningsprestasjon og prestasjonsutvikling? Hvilke mekanismer er det som gjør at den kvinnelige fysiologien påvirkes av MC og hvordan er dette overførbart til idrettsprestasjoner?

C: Se på forskjeller i treningsprestasjon og prestasjonsutvikling i de ulike fasene og hva som ligger bak forskjellene.

O: Hvordan kan treningen optimaliseres under menstruasjonssyklusen for å gi best mulig resultater?

Inkluderingskriterier: artikler som berører menstruasjonssyklus, utholdenhetstrening og styrketrening. Studiene kan være review, retroperspektive, prospektive, RTC og kvalitative metoder. Fulltekst tilgjengelig via UiT sine lisenser. Bruke sjekklister for å vurdere om artiklene skal bli inkludert.

Eksklusjonskriterier: i denne oppgaven blir ikke artikler som omfatter prevensjonsmidler og trening behandlet. Artikler som ikke hadde tilgjengelig fulltekst via UiT sine lisenser ble dessverre ekskludert, selv om noen absolutt var relevante.

Søkerord: Exercise, female, menstrual cycle, athlete, hormone, endurance, strength, resistance, training, performance, metabolism, asthma.

Databaser: BMJ best practice, helsebiblioteket, PubMed, Google scholar.

Litteratursøket ble gjennomført fra oktober 2020 til mai 2022. Det siste ble gjort mai 2022. Det ble gjort en utvelgelse på bakgrunn av gjennomlesing av abstract, til slutt ble det inkludert 39 artikler. 22 var enkeltstudier, 11 var review's og 6 var annet, her under et pronouncement: The female athlete triade, Anatomy TV: Female reproductive cycle, en FN rapport: Women, gender equality and sports og Store medisinske leksikon. Det ble etterstrebet å bruke så nye artikler som mulig. Artiklene ble publisert fra 2000-2020, de fleste 28/39 er publisert fra 2015 og fremover, og 17/39 fra 2020 og fremover.

4 Resultater

Det å tilpasse treningen individuelt i eliteidrett er viktig, uavhengig av kjønn, derfor er det viktig med mer forskning på kvinnekroppen og MC, for å kunne forstå hvordan det innvirker på trening og prestasjon. Men finnes det nok resultater for å kunne konkludere om det kan gis anbefalinger for trening avhengig av MC?

Det finnes få studier på kvinnelige eliteutøvere. Siden eliteutøvere både har et intenst trenings- og konkurranseopplegg kan det være vanskelig å gjennomføre forskningsprogram. Derfor har mange studier som er utført på kvinner ikke inkludert eliteutøvere (1).

Mange av testene som blir utført i studier, er som regel i kunstige settinger, noe som gjør at de er mindre overførbare til virkeligheten og det å kunne anbefale en spesifikk treningsmetode under MC (1). Systematiske studier viser litt nedsatte treningsprestasjoner i tidlig follikkelfase, sammenlignet med andre faser (18).

4.1 Utholdenhet

Studier som har blitt gjort på dette feltet viser at den fysiske prestasjonen er relativt stabil over fasene, og man kan enda ikke konkludere med om hvilken fase som faktisk gir bedre prestasjon. Man tror at menstruasjonssyklusen kan ha en effekt på trening over et langtidsperspektiv.

Meignié et al (1) fant i sin reviewartikkel at noen fysiske eller kognitive variabler var bedre under noen faser av MC. Man fant at utholdenheten var bedre under LP enn under FP.

Man har imidlertid sett sprikende resultater mellom toppidrett og ikke-trente kvinner, bl.a. så har toppidrettsutøvere høyere laktatnivåer under sprint i LP enn i FP, mens utrente har lavere nivåer. Også tid til utmattelse ble doblet under LP, sammenlignet med FP, mens andre studier har vist noe helt annet. Andre studier viste ikke noen forskjell på korte sprinter (1).

De fleste studier viser at oksygenopptak, hjertefrekvens og oppfattet anstrengelse ikke lar seg affisere av MC. Midt i LP, da det er høye verdier av progesteron, har flere studier vist høyere kardiovaskulær motstand under moderat trening. Når man ser på anstrengelse inntil utmattelse, under submaksimal treningsintensitet, dvs opptil 85% av makseffekt, har studier ikke vist noen forskjell. I midt-LP kan man se en noe øket kroppstemperatur og dette i tillegg til en høyere vaskulær motstand indikerer at det å konkurrere i varmt klima kan gi svekket prestasjon (27).

Østrogen øker glykogenlagringen i musklene, minker glykogenforbruket og øker fettforbrenningen som blir brukt som energikilde. Dette betyr at man reduserer den anaerobe produksjonen av ATP. Høye østrogenverdier er altså med på å senke

laktatverdiene i blodet og fører til lenger tid til utmattelse (36). Progesteron motvirker østrogens effekt på karbohydratmetabolismen. Progesteron har også en sympatisk effekt som fører til økt hjertefrekvens, kroppstemperatur og respirasjon. Dette fører til at man opplever at man forttere blir sliten og føler at prestasjonen går ned, særlig når det er varmt og fuktig (36). Det er ikke vist noen endringer i VO_2 max som følge av MC hos kvinner uten astma, i LP er det hos utrente dog rapportert høyere ventilasjonsdrive på grunn av høyere progesteronverdier (18).

4.2 Styrke

Meignié et al (1) har ikke funnet noe som tyder på at tester som går på underekstremitetsstyrke, sprint, risikotaking og reaksjonsevne blir påvirket av MC. Blagrove et al skriver også i sin reviewartikkel at kraft og styrke endres i liten grad av svingende hormoner under MC (20). De mener det er høy grad av bias i mange studier som omhandler dette.

Østrogen øker den nevrøle eksiteringen og dermed tensjonen i skjelettmuskulaturen gjennom å binde til reseptorer som fører til mindre sekresjon av γ -aminobutyric acid som reduserer eksiteringen. Østrogen fører også til mer utskillelse av glutamat som fremmer eksitatorisk respons. Mens Progesteron øker sekresjonen av γ -aminobutyric acid (20), dette gjør at nervene ikke eksiteres like lett. Det vil føre til at kraftproduksjonen og rask muskelaktivering svekkes i LP og tidlig FP, sammenlignet med i FP (10). Også testosteronnivået øker sent i FP, også dette kan bedre kraftutvikling, grunnet større motivasjon og forbedret kalsiumkinetikk i muskelcellen (20).

I studien fant man at det kun var små eller veldig små forskjeller mellom de ulike fasene i MC. De inkonsekvante funnene kan nok delvis forklares med lavt antall deltakere, mangelfulle hormonmålinger og blinding, og ikke-randomiserte undersøkelser. Teoretisk burde den laveste fysiske prestasjonen være under selve menstruasjonen eller sen LP. Men metaanalysen viser kun små til triviale effekter på styrkekraft (20). Dette kan bero på ikke adekvat hormonskonsentrasjonsmålinger, man vet også at lengden på MC varierer fra kvinne til kvinne og fra gang til gang hos den enkelte. Dersom hormonnivåene bare måles en gang, er det umulig å vite om hormonnivåene stiger, er på sitt maksimum eller om de faller, særlig under ovulasjonen. Det er derfor vanskelig å sammenligne ulike studier og styrketester. Tre

av fire av studiene som faktisk hadde en signifikant forskjell mellom fasene i MC, målte hormonnivåene fire til fem ganger, mens de som ikke rapporterte forskjell mellom fasene bare målte to til tre ganger. Man kan derfor konkludere med at noen studier potensielt har gått miste om viktig informasjon på grunn av at man hatt lav presisjon i hormonmålingen (20). Cook et al fant for eksempel at eliteutøvere hadde signifikant høyere testosteronverdier enn andre aktive kvinner. Trening kan altså forandre hormonnivåene hos kvinner (28), eller er det kvinner med høye nivåer av testosteron som lykkes som eliteutøvere? Blagrove et al tror også at de ulike styrkeøvelsen og muskelgruppene som ble testet kan være en årsak til tvetydighet i resultat mellom studier. Det er også viktig å utføre testene på et bestemt tidspunkt, da progesteron, østradiol og testosteron er som høyest på morgenen og faller i løpet av dagen. I denne review-artikkelen fant man altså ikke at styrken ble påvirket ila MC og at man heller ikke trenger å gjøre noen tilpasninger ifht trening og konkurranse (20).

Østrogennivået under MC varierer fra 35 pmol/L til 1122 pmol/L, og MC er individuell fra kvinne til kvinne. Flere studier har funnet at østrogentilskudd bedrer muskelstyrken hos post-menopausale kvinner. Det samme har man funnet i dyrestudier der man gjort ooforektomi på rotter, og siden gitt dem østrogentilskudd (16). Skjelettmuskler blir påvirket gjennom sine østradiolreseptorer, man tror at østradiol kan endre myosins funksjon under muskelkontraksjoner. Det er sannsynlig at dette er årsaken til at periodisering av styrketrening over tid i FP gir bedre resultater, men at man ikke ser noen bedring når det gjelder akutt muskelstyrke i FP (37).

Meignié et al nevner studier som sett på veksthormon GH (growth hormone) under MC. GH skiller ut i større mengde i sen FP enn i alle andre MC-faser, det er også relativt høye mengder i LP (18). Aktivt fritt testosteron har også vist seg å ha høyere verdier under ovulasjonen og LP, enn FP. Både GH og testosteron gjør at kvinner kan potensielt ha høyere utbytte av styrketrening og bedre restitusjon under LP enn tidlig FP (1). Kortisolnivåene ser ikke ut til å bli påvirket av MC (18).

Under en treningsøkt begynner GH å stige etter ca 10-20 min, for å så gå tilbake til normalen ca 60 min etter treningens avslutt. Det er en sammenheng mellom høye østrogennivåer og nivåer og økende GH-sekresjon etter trening. Man har sett at i midt LP med høye

østrogennivåer (og mest sannsynlig også midt og sen follikkelfase) er GH høyere enn i tidlig follikkelfase da østrogennivåene er lave. Østrogen stimulerer GH-sekresjonen gjennom å senke sekresjonen av IGF-1 (insulinlignende vekstfaktor type 1) fra leveren som i sin tur øker syntetiseringen og sekresjonen av GH fra hypofysen. GH fører til økt aktivering av anabolske prosesser, proteinsyntese og muskelvekst og vedlikehold (14).

Thompson et al fant i sin review artikkel at det å periodisere styrketrening i FP gir bedre resultat enn både periodisering av styrketreningen til LP og vanlig regelmessig styrketrening (2). Det samme resultatet fikk Wikström-Frisen et al i sin undersøkelse av beinstyrke som gikk over 4 måneder. Her hadde man også en gruppe som periodiserte styrketreningen til FP, en gruppe som periodiserte til LP og en som trente jevnlig 3 ggr/uke (37;38).

Skjelettmuskulatur trenger tid å utvikle seg, over tid kan man altså utnytte de fordeler som østrogen gir. Østrogen forsterker de kontraktile fibrene gjennom å øke myosin bindingsevne til aktin (37).

Sung et al (15) har også gjort en studie på hvordan man kan periodisere styrketrening, i denne studien trente man det ene beinet i FP og det andre i LP. Etter fem MC, så man at det beinet som ble trent i FP fikk signifikant bedre maksstyrke, signifikant større muskeldiameter og type II muskelfiber fikk signifikant økt tykkelse, sammenlignet med beinet som ble trent i LP.

Dasa et al har undersøkt hvordan østrogen påvirker den akutte muskel- og kraftprestasjonen i FP sammenlignet med LP. Som kontrollgruppe ble kvinner på hormonprevensjon brukt. De testet grepstyrke, 20 m sprint, countermovement jump og benpress. De fant ikke noen signifikante resultater i noen av øvelsene, det eneste man fant kvinnene klarte å hoppe 6,9% høyere på countermovement jump i FP enn LP. Dette kan tyde på østrogen kanskje kan forbedre muskelstyrke og kraft. Som en helhet fant de ikke at østrogen påvirker den akutte muskelkraften (37). Romero-Moraleda et al (39) har undersøkt styrke og kraft under knebøyøvelser i tidlig FP, sen FP og LP. Funnene deres indikerer også at det ikke er noen signifikant forskjell i muskelkraft, hastighet og prestasjon under de ulike fasene i MC (39). Garcia-Pinillos et al har i en lignende studie konkludert med det samme, det er ingen signifikante utfall i løpet av MC når det gjelder ulike hoppeøvelser og 30 m sprint (19). Castanier et al har undersøkt knefleksjon og ekstensjon, hvor man ikke fant noe som tyder

på variasjon mellom midt-FP, sen-FP og midt-LP. Under sprint, der man målte laktat og pH i blodet, så man heller ingen ulikheter mellom fasene (18).

Dasa et al og Romero-Moraleda et al konkluderer begge med at MC ikke trenger å tas i betraktning når det gjelder testing eller konkurranse innenfor styrke- og kraftidrett, men at man kan bruke MC over lang tid for å bedre styrke og prestasjon (37;39).

Økt styrke fører til bedre metabolisme, lavere skaderisiko og bedre prestasjon (20).

4.3 Mental status

Det er ikke bare fysikken, men også det mentale som kan spille inn på idrettsprestasjoner. I et spørreskjema spurte Castanier et al om mental status 5 dager før og 14 dager etter menstruasjon. Både toppidrettsutøvere og utrente rapporterte om mindre nedstemthet, trøtthet, forvirring, aggressivitet og at de var mer oppstemte og energiske i sen FP enn i sen LP, det var minst forskjell hos godt trente (18). Dette kan være med å påvirke kvaliteten på treningen under sen LP.

Impulsiviteten og konkurranseinstinktet var høyere under ovulasjonen (1). Noe som kan være en fordel for motivasjon til trening og ikke minst på selve konkurransedagen.

PMS har også innvirkning på den mentale statusen. I samme spørreskjema fortalte 50-80% av toppidrettsutøvere at de var påvirket av PMS og 80% at de var affisert av menstruasjonen. Så mye som 93% rapporterte noen form for menstruasjonsplager. De med PMS hadde høyere angstnivå og mer pro-inflammatoriske cytokiner enn de uten PMS (18). 1/3 rapporterte store menstruasjonsblødninger og 2/3 sa at prestasjonene ble svekket og at de måtte selvmedisinere seg (18).

Garcia-Pinillos et al har laget en stor spørreundersøkelse hvor de så på hvordan kvinner opplevde at MC påvirket treningen og fysiske prestasjonen. De fant at så mye som 79% opplever at deres idrettsprestasjon blir påvirket, men at 71% ikke tilpasset treningen etter MC. De delte opp de 1250 kvinner i en lav- og en høypresterende gruppe. Det viste seg at 47% i den lavpresterende gruppen ikke trente under den verste perioden, mens kun 16% i den høypresterende gruppen avbrøt treningen. Videre rapporterte mellom 55-63% at de hadde smerter under menstruasjonen, men det var få som gjorde noen modifikasjoner i

verken lengde eller intensitet i treningen. På tross av at de fleste studier ikke finner at MC innvirker på de fysiske prestasjonene er det nesten 80% i denne studien som mente at prestasjonene ble affisert av MC (36).

Man har sett at trening hjelper mot menstruasjonssmerter og det er derfor ingen grunn til å ikke trene under denne tiden (36).

Det er vanskelig å komme med noen anbefalinger når det gjelder utholdenhetstrening tilpasset MC, når det er så motstridende resultater i mange studier. Men det er viktig å være klar over at kvinner skifter mellom ulike faser og at det kan være store individuelle forskjeller fra person til person. Noen reagerer kraftig både mentalt og fysisk, andre merker det ikke.

4.4 Hvorfor er resultatene så motstridende?

Studier som omhandler hvordan MC påvirker trening og prestasjon har motstridende resultater. Hvorfor er det slik?

Metodiske forskjeller gjør at sammenligninger kan være vanskelig. Mange av studiene har lavt antall deltakere, noe som gir mindre pålitelighet. Det er også få studier som har kontrollgruppe å sammenligne med (7). Det er også mange studier som har ikke verifisert hormonnivåer nøyaktig nok og dermed blir det også mangelfull verifisering av hvor i MC kvinnene befinner seg. Det kan være komplekst, da det er store individuelle forskjeller og variasjon i østrogen- og progesteronkonsentrasjon (11;18;27). MC kan variere i lengde fra 21-35 dgr med mellom 2-7 dgr menstruasjon. MC kan også variere hos den enkelte kvinne med opptil 8 dgr per syklus. Det er normalt å ha 10-13 ovulasjoner per år, med andre ord er det ikke uvanlig at en ovulasjon blir utelatt (21).

De Jonge et al (7) har prøvd å finne ut hvorfor mange studier har så motstridende resultat og kommet med anbefalinger for hvordan man metodisk skal gå til veie for å få mest mulig riktig resultat. Som tidligere nevnt har mange studier lavt antall deltakere og begrenset undersøkelse av MC-faser. De fleste deler opp MC i tre faser, mens andre deler opp i to eller fire faser. Hormonene skilles ut i faser, med ulik konsentrasjon i ulike fasene, samtidig som østrogen og progesteron påvirker hverandre. Derfor kan det være viktig å inkludere sen follikkelfase i alle fremtidige studier, da man får undersøkt hvordan høye østrogennivåer,

uten samtidig høye progesteronverdier, påvirker prestasjon. Progesteron motvirker mange av østrogen sine egenskaper.

Individuelle forskjeller, særlig med få deltakere medfører også lite homogenitet innenfor forskningsgruppene. Av de artiklene de undersøkt i sin review så hadde kun 44% målt konsentrasjonen av østrogen og progesteron. Dette kan føre til at man inkludert kvinner med anovulasjon og/eller mangelfull LP, det kan få stort utfall da mange studier har lavt antall deltakere (7). Optimalt bør man i fremtiden ha studier med mange deltakere som er eliteutøvere og presise målinger av hormoner og nøyaktig fastsettelse av de ulike fasene i MC. I tillegg blir MC verifisert på forskjellige måter i ulike studier. Metoder som blir brukt for å verifisere hormonnivåer og MC faser er bruk av kalender, kroppstemperatur, urinprøver og blodprøver (6;13). Gullstandard er å måle hormoner i blodet, men det lar seg ikke gjøre for hyppig (21).

Man bør også inkludere tilstedeværelse av evt PMS, som kan gi store utslag for den enkelte når det gjelder både motivasjon, selvfølelse, trening og prestasjon (11;18).

Andre årsaker kan være fastsettelse av f.eks progesteronverdier for å verifisere LP, de studier som hadde en progesteronverdi på $>16 \text{ nmol}\cdot\text{L}^{-1}$ fant $\frac{3}{4}$ studier signifikante utslag i både prestasjon og fysiologiske responser som følge av MC. Mens en studie med en limit på $9,54 \text{ nmol}\cdot\text{L}^{-1}$ fant ikke noen endringer (7).

For at fremtidig forskning skal blir mer korrekt og ha mindre motstridende resultat har De Jonge et al kommet med anbefalinger for hvordan man metodisk skal gå til veie for å få mest mulig riktig resultat. De oppfordrer til en mer nøyaktig verifisering av MC. De anbefaler at man bruker en tre-trinnsmetode: en kalender for å få en oversikt hvor i syklusen kvinnene er, kombinert med urinprøve som viser LH-stigning for å verifisere at man er på riktig sted i syklusen. På selve testdagen tas blodprøver av østrogen og progesteronnivået. Før å verifisere lutealnivå anbefales en progesteronverdi over $16 \text{ nmol}\cdot\text{L}^{-1}$, de som ikke har høy nok progesteronnivå bør ekskluderes fra studien. De tror at det kan være opptil 40% av deltakere i studier som burde ekskluderes pga mangel på ovulasjon. Det at en kvinne har regelmessig menstruasjon betyr ikke nødvendigvis at hun har regelmessige hormonsvingninger. Det er mange elitidrettsutøvere som har forlenget FP og kortere eller

fraværende LP. Det er sekundært til underskudd på LH, som i sin tur fører til utilstrekkelig produksjon av progesteron (18). For å kunne dra konklusjoner om forskjeller mellom de ulike fasene i MC, må man være sikker på at det finnes en regelmessig ovulasjon. Særlig blant eliteutøvere er det vanlig med forstyrrelser i MC. Dette kommer av høyt aktivitetsnivå, hvor mange ligger på grensen av hva kroppen tåler av belastninger og at de noen ganger har for lavt energiinntak. Derfor er det viktig at østrogen og progesteronnivåene verifiseres(7). Hvis man kan finne ut hvordan man skal tilpasse treningen til MC, kan man forhåpentligvis optimalisere treningen og unngå overtrening eller skader. Dette gjelder særlig trening i høyden.

Det bør også ses på matinntak og metabolisme for å utelukke andre årsaker til variasjoner i prestasjon. Studier bør gå over minst tre menstruasjoner, ha både fysiske, psykologiske og sensomotoriske tester og måle mental og emosjonell status over alle MC-faser (18).

5 Diskusjon

De siste årene har det vært økt fokus på å studere hvordan MC innvirker på trening og prestasjon. Denne studien skulle i utgangspunktet ta for seg hvordan trening skal optimaliseres for å få best mulig treningsutbytte. Det var imidlertid ikke helt enkelt å finne ut av, da de mange studier har motstridende resultater eller ikke har kunnet konkludere med at MC faktisk har innvirkning, unntatt langsiktig styrketrening. Samtidig viser spørreundersøkelser at så mye som 80% av kvinner på elitenivå mener at de var affisert av MC ifht trening og prestasjon. De kvinnelige kjønnshormonene påvirker fysiologien på mange måter, som kan ha betydning både for utholdenhet- og for styrketrening. Hvilke av disse har faktisk betydning? Og hvorfor er det få studier som kommer med konklusjoner?

La oss først begynne med styrketrening. Flere studier (2;37-39) har konkludert med at det å periodisere styrketrening til FP, dvs de første to ukene av MC gir bedre resultater enn både å periodisere styrketreningen til LP og det å trene regelmessig 3 ggr/ukene. Østrogennivåene øker etter trening, særlig ved høy intensitet. I FP er det høye verdier av østrogen som har en anabol effekt gjennom å aktivere insulin/IGF1 og PI3K/Akt pathways som øker muskelproteinsyntesen. Man tror også at østrogen fører til reduksjon av muskelcelleskade

og forbedrer restitusjonen. Man har også sett at det skiller ut med GH under sen FP, dette er nok med å hjelpe den anabole prosessen. For at dette skal fungere trenger man å trene på denne måten over tid, slik at musklene får tid til å bygge seg opp.

Noe som styrker teorien om østrogens effekt på skjelettmuskulatur, er at flere studier (16) sett at kvinner mister muskelkraft etter menopausen. Det samme gjør rotter som gjennomgått ovariektomi. Både menopausale kvinner og ovariektomerte rotter, fikk tilbake styrke og muskelkraft etter at de fått østrogentilskudd.

Andre studier (19;20;37;39) har konsentrert seg om å se på den akutte muskelstyrken og se om denne forandrer seg i løpet av MC. Man har testet underekstremitetsstyrke, sprint og ulike hoppeøvelser. Høye østrogenverdier, som i sen FP svekker musklens stivhet gjennom å senke kollagensyntesen, det gjør skaderisikoen større og at kraftutviklingen svekkes. Man kan altså tenke seg at lave østrogennivåer er en fordel under eksplosive øvelser og i styrkeidretter da stivere muskler klarer utvikle mer kraft, samtidig som høye østrogenverdier øker muskelkraften over tid.

Under ovulasjonen har man høye nivåer av DHEA som fører til bedre kraftproduksjon og økt viljestyrt kraftaktivering gjennom å øke eksitering og muskelspenning. Østrogen øker også frigjøring av glutamat som er et eksiterende signalstoff. Progesteron gjør det motsatte av østrogen. Østrogen fører altså til bedre kraftproduksjon og økt viljestyrt kraftaktivering, mens progesteron motvirker (6). Det er gjort en studie på muskelkraften i Soleus hos mus, kraften gikk ned med 20% hos mus som var ovariektomert. Ved Østradiol-17 erstatning fikk de full styrke tilbake. Østradiol påvirker myosin og dens binding til aktin, det var kvaliteten å bindingen som ble påvirket og ikke antall bindinger (16).

Flere studier(18;19;37;39) indikerer at det ikke er noen signifikant forskjell i muskelkraft, hastighet og prestasjon under de ulike fasene i MC. De konkluderer altså med at MC ikke trenger å tas i betraktning når det gjelder testing eller konkurranse innenfor styrke- og kraftidrett. Man kan synes at dette er motstridende. En forklaring kan være at østrogen motvirker seg selv, gjennom å svekke muskelens stivhet og dermed kraftutvikling, men samtidig øke økt viljestyrt kraftaktivering som fører til bedre kraftproduksjon, til sammen så kanskje de utligner hverandre? En annen forklaringen kan være at hormonnivåforskjellene er

så små at det ikke merkes på prestasjonen, eller det kan komme av unøyaktig verifisering av MC, for lite antall deltakere, deltakere som kanskje har anovulasjon.

Hvis vi fortsetter til utholdenhetstrening. Her finnes det også motstridende resultater. Kjønnshormonene er til stede først og fremst for at reproduksjonen skal fungere, men de påvirker også den kvinnelige fysiologien på andre måter. Noen eller mange av disse mekanismene kan sannsynligvis være med å påvirke både styrke og/eller utholdenhet hos kvinner.

Noe som er viktig for utholdenhetstrening er metabolismen og substrattilgang. Østrogen eller østradiol- β -17 øker glykogenlagring og minker glykogenforbrenningen, samtidig som det fremmer fettmetabolismen gjennom å øke oksidasjonen av triglyserider i muskulatur og fettvev. Med tanke på utholdenhet er dette en fordel da glykogenlagrene er begrensede, mens fettlagrene er større. Mer fettforbrenning vil altså bedre utholdenheten ved lange, lavintense økter og gi lavere nivåer av laktat (11;21).

Det man må huske på her er at de har gjort målinger i tidlig FP og i LP, det hadde vært interessant å vite hvordan forbrenningen var i sen FP, da østrogen har sin peak, samtidig som progesteron er lavt. Det er dog flere studier som har konkludert med at glykogen og triglyseridstatus, trening og diett har mer å si for metabolismen enn hormoner(13).

Når det gjelder kroppssammensetning viser noen studier (11;18) økt væskemengde i kroppen under LP, mens andre studier(19) ikke finner noen signifikante forskjeller. Progesteron fører til økt aldosteronnivå som fører til mindre utskillelse av væske. Innen eliteidrett er det små marginer, hvis kroppsvekten øker med noen få prosent kan dette innvirke. Man kan tenke seg at ved langvarige økter som for eksempel marathon i varmt klima kan det være en fordel å ha litt ekstra væske å gå på. Men kanskje vinningen går opp i spinningen da progesteron øker kroppens temperatur-setpoint med 0,3-0,5°C under LP. Man tenker at det kunne vært gunstig for under kortvarige aktiviteter, men det har vist seg å ikke ha noen betydelse. Under langvarige aktiviteter, særlig i varmt klima tenker man at det kan senke prestasjonen, men heller ikke her har man funnet noe som tyder på det (11). Det kan derimot tenkes at selve opplevelsen av høyere temperatur og mer væske i kroppen enn

normalt, kan føre til at man føler at prestasjonen går ned, selv om det ikke er påvist at den gjør det.

Progesteron øker respirasjonsdriven, gjennom å senke sensitiviteten til hypothalamus kjemoreseptorer, noe som senker terskelen til respirasjonssenteret i hjernen. Rael et al har funnet at respirasjonsfrekvensen øker ved høyintensiv intervalltrening under midt LP, sammenlignet med tidlig og sein FP(13). Mens andre studier i rapporterer ingen endringer i slag volum eller cardiac output hos veltrente under MC (18). Kan dette ha med ukjent anstrengelsesastma å gjøre? Eller er det igjen mangelfull verifisering av MC og små studiedeltakere? Studier har vist at 33-52% av kvinner med astma blir dårligere premenstruelt og 22% rapporterer forverrelse under menstruasjonen (25).

I spørreundersøkelsen (18) mente 50-80% av kvinnene at de ble påvirket av PMS. PMS gir fysiske symptomene som fatigue, kvalme, ømhet i brystene, hodepine, oppblåsthet, magesmerter, ledd- og muskelsmerter og vektoppgang. Noen kan få forverring av andre sykdommer som astma, allergier og autoimmune sykdommer. Selv om fysiske tester ikke har noen signifikante utfall, vil idrettsprestasjoner kunne bli påvirket av for eksempel magesmerter og kvalme. Det kan påvirke motivasjonen til å trene og til å fullføre treningen.

Noe som er interessant i denne sammenhengen er Bruinvels et al (33) spørreundersøkelse som viste at personlig rekord på 5 km blir påvirket av menoragi. I gruppe 1 av 4, de med best tid hadde 39% menoragi, mens i gruppe 4 med dårligst tid hadde 53% menoragi. Likeledes hadde 32% av eliteutøverne menoragi, mens 37% av de som ikke var elite menoragi. Dette sier noe om at menoragi faktisk har innvirkning på trening og prestasjon. Grunnen kan være at de kanskje ikke klarer å trene like mye under menstruasjon, som gjør at total treningsmengde blir mindre, det kan også ha med jernmangel og jernmangelanemi å gjøre.

Menstruasjonsmerter eller dysmenore er vanlig og forekommer hos 8-60 %. Dysmenore gir først og fremst smerter og kvalme, men kan også gi andre symptomer som diare, hodepine og svimmelhet. 50 % av de med dysmenore opplever at prestasjonen blir svekket. Sterke smerter og kvalme innvirker på livet generelt, så det er naturlig at det også vil påvirke treningsprestasjoner.

Som tidligere nevnt mener 80% av kvinner at de blir påvirket av MC. Mennesket er en helhet og det mentale må ikke glemmes bort. Både østrogen og progesteron har reseptorer i hjernen, de påvirker både områder som har med reproduksjon å gjøre, men også hypothalamus, amygdala, hippocampus og prefrontal cortex som alle er assosiert med kognitive eller emosjonelle funksjoner. De innvirker også på mange andre neurotransmittersystem som de kolinerge, serotonerge, GABAnerge, dopaminerge og glutaminerge nervebaner (18). I FP er kvinner ofte i godt humør, har positiv innstilling og god selvfølelse, mens i sen LP og tidlig FP er det vanlig med humørsvingninger, lav selvfølelse, angst, depresjon og konsentrasjons- og søvnvansker. I sen LP kalles dette fenomenet for PMS. Det er lett å tenke at en eller flere av de her symptomene fører til lavere idrettsprestasjoner gjennom å svekke troen på seg selv, bli mindre motivert og at man kanskje ikke klarer å utnytte sitt fulle potensiale. Oppfattet prestasjon er viktig, da det kan ha placebo effekt og dermed forbedre prestasjonen (11).

For å oppsummere kan kjønnshormonene påvirke styrke og utholdenhet på mange måter, både gjennom metabolisme, kroppssammensetning, termoregulering, hjerte, respirasjon og ikke minst mentalt. Det i kombinasjon med at mange studier ikke har klart å verifisere MC på en god nok måte og at det er mange studier med lavt antall deltakere gjør at det mange studier har motstridende konklusjoner. Man kan konkludere med at styrketrening over tid lar seg optimalisere gjennom å periodisere treningen til FP.

Derimot har ikke metastudier og reviewer kunnet konkludere med hvordan man skal optimalisere utholdenhetstrening. Foreløpig er det ikke indikasjon for at man skal tilpasse treningen til menstruasjonssyklusen for å bedre prestasjonen. Det er uansett viktig at det settes søkelys på dette og at både utøvere, trenere og andre blir bevisst og øker sin kunnskap om tematikken og hvordan det kan påvirke den enkelte.

I fremtiden bør man se på hvordan ulike kvinner responderer på MC, noen kanskje ikke opplever å bli påvirket i det hele tatt, mens andre opplever en enorm forskjell. Man bør også merke seg at selv små forskjeller kan bety mye i eliteidrett. Hvordan påvirker følelser prestasjon og trening? Hvordan opplever kvinner at prestasjonen blir påvirket av MC og stemmer dette med virkeligheten? Hvor mye har utøverens treningsmengde, konkurransstress, totalbelastning og matinntak å si?

Denne litteraturstudien tar for seg mange sider av hvordan MC innvirker på trening og prestasjon. Det er både en styrke fordi det forhåpentligvis gir en god oversikt over mange av mekanismene som kan være med å påvirke hvordan trening og prestasjon blir påvirket av MC. Det at oppgaven favner et vidt spekter er også en svakhet, det er vanskelig å gå inn i detalj på alle problemstillinger og oppgaven blir derfor overfladisk. Det er også dessverre en del interessante artikler som blitt ekskludert grunnet at UiT ikke har tilgang til dem i fulltekst.

Det gjort et forsøk på å konsentrere seg om den nyeste forskingen, 39 artikler er inkludert, hvorav 28/39 er publisert fra og med 2015, og 17/39 fra og med 2020. Av disse var 22 enkeltstudier og 11 var review, de resterende 6 var bakgrunnsinformasjon som ble hentet inn fra et pronouncement om The female athlete triade, Anatomy TV, en FN rapport og de 3 siste var Store medisinske leksikon. Review's ble stort sett brukt for å få en oversikt over forskning som var gjort og enkeltstudier for å gå inn i dybden på enkelte problemstillinger.

6 Konklusjon

Det er ikke noen entydig konklusjon som tyder på at kvinner presterer bedre i en viss periode i MC, verken innen styrke eller utholdenhet. Derimot opplever kvinner at de presterer dårligere i sen LP og tidlig FP. Det er fastslått at det å periodisere styrketrening til FP, da østrogennivåene er høye, fører til bedre styrke på over tid. Flere studier som er gjort på den akutte muskelkraften indikerer at det ikke er noen signifikant forskjell i muskelkraft, hastighet og prestasjon under de ulike fasene i MC.

Metastudier og review's konkluderer med at hormonforskjellene ikke er store nok til at de påvirker utholdenhetstrening i noen særlig grad (11;13). Siden hormonene skilles ut i ulik mengde i de ulike fasene, samtidig som østrogen og progesteron på- og motvirker hverandre, gjør at det er vanskelig å komme med en konklusjon om hvor mye hormonene faktisk har å si for trening og prestasjon.

Man har ikke funnet noen klare føringer for hvordan man skal tilpasse utholdenhetstrening til menstruasjonssyklusen. Treningen bør heller tilpasses individuelt ifht menstruasjonssyklusen, man skal ha i baktanke at prestasjonen kan være redusert under

tidlig FP, sammenlignet med de andre fasene. Det er også store variasjoner i ulike kvinners PMS og menstruasjonsplager. Mange kvinner opplever lavere prestasjon under disse fasene, dette er noe man må merke seg, da oppfattet prestasjon er viktig. Det kan ha placebo effekt og dermed forbedre eller svekke prestasjonen (11).

Det trengs flere studier som setter fokus på relasjonen mellom MC og utholdenhetstrening, man kan foreløpig dra få slutsatser om hvordan prestasjon blir påvirket og når i MC det skjer. Utholdenhet avhenger av flere faktorer, både fysiske og mentale. Det som betyr vel så mye og som i mange tilfeller kan kamuflere effekten av hormonene er treningsmengde, konkurransstress, totalbelastning, skader, astmaforverring, mental og emosjonell status, restitusjon og matinntak(13;18). Det er uansett viktig at det settes søkelys på dette og at både utøvere, trenere og andre blir bevisst og øker sin kunnskap om tematikken og hvordan det kan påvirke den enkelte (10).

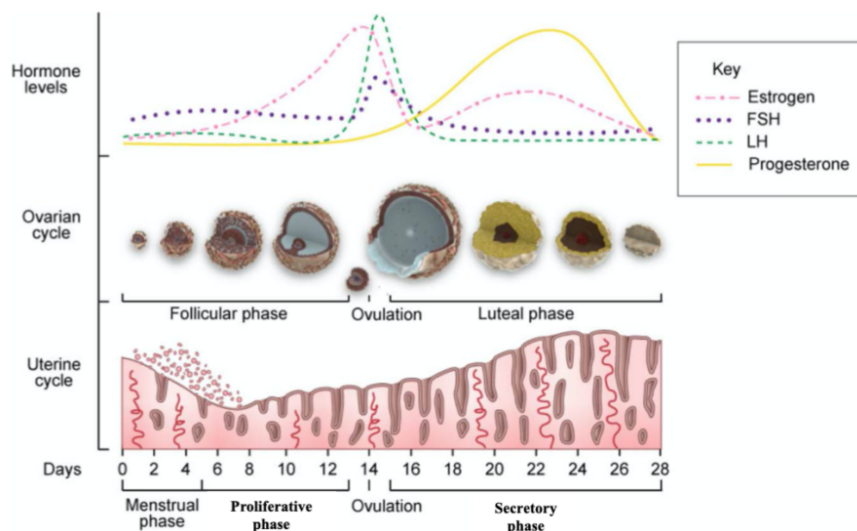
Referanseliste

1. Meignié A, Duclos M, Carling C, Orhant E, Provost P, Toussaint JF, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Elite Athlete Performance: A Critical and Systematic Review. *Front Physiol* 2021;12:654585.
2. Thompson B, Almarjawi A, Sculley D, Janse de Jonge X. The Effect of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Acute Responses and Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review of the Literature. *Sports Medicine* 2020;50(1):171-85.
3. Costello JT, Bieuzen F, Bleakley CM. Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? *Eur J Sport Sci* 2014;14(8):847-51.
4. Bruinvels G, Burden RJ, McGregor AJ, Ackerman KE, Dooley M, Richards T, et al. Sport, exercise and the menstrual cycle: where is the research? *Br J Sports Med* 2017;51(6):487-8.
5. Nations U. Women, gender equality and sport. 2007:<https://www.un.org/womenwatch/daw/public/Women%20and%20Sport.pdf>
6. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, Swinton PA, Ansdell P, Goodall S, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2020;50(10):1813-27.
7. Janse DEJX, Thompson B, Han A. Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2019;51(12):2610-7.
8. Julian R, Hecksteden A, Fullagar HHK, Meyer T. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PLoS One* 2017;12(3):e0173951.
9. Nesheim B-I. Menstruasjon 2019.
10. Vena W, Paschou SA. Sports and the menstrual cycle. *Case Rep Womens Health* 2022;33:e00367.
11. Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycherley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021;18(4):1667.
12. Constantini NW, Dubnov G, Lebrun CM. The Menstrual Cycle and Sport Performance. 2005. s. e51-e82.
13. Rael B, Alfaro-Magallanes VM, Romero-Parra N, Castro EA, Cupeiro R, Janse de Jonge XAK, et al. Menstrual Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(3).
14. Gharahdaghi N, Phillips BE, Szewczyk NJ, Smith K, Wilkinson DJ, Atherton PJ. Links Between Testosterone, Oestrogen, and the Growth Hormone/Insulin-Like Growth Factor Axis and Resistance Exercise Muscle Adaptations. *Front Physiol* 2020;11:621226.
15. Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *Springerplus* 2014;3:668.
16. Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc Sport Sci Rev* 2010;38(2):61-7.
17. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med* 2008;42(6):394-412.
18. Castanier C, Bougault V, Teulier C, Jaffré C, Schiano-Lomoriello S, Vibarel-Rebot N, et al. The Specificities of Elite Female Athletes: A Multidisciplinary Approach. *Life (Basel)* 2021;11(7).

19. García-Pinillos F, Bujalance-Moreno P, Lago-Fuentes C, Ruiz-Alias SA, Domínguez-Azpiroz I, Mecías-Calvo M, et al. Effects of the Menstrual Cycle on Jumping, Sprinting and Force-Velocity Profiling in Resistance-Trained Women: A Preliminary Study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(9).
20. Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrhic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2020;23(12):1220-7.
21. Hackney AC. Menstrual Cycle Hormonal Changes and Energy Substrate Metabolism in Exercising Women: A Perspective. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(19).
22. Hauge JG. Lipaser i Store norske leksikon på snl.no <https://snl.no/lipaser> [lest].
23. Willett HN, Koltun KJ, Hackney AC. Influence of Menstrual Cycle Estradiol- β -17 Fluctuations on Energy Substrate Utilization-Oxidation during Aerobic, Endurance Exercise. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(13).
24. Hauge A. Respirasjonsregulering i Store medisinske leksikon på snl.no [lest].
25. Rodriguez Bauza DE, Silveyra P. Sex Differences in Exercise-Induced Bronchoconstriction in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(19).
26. Pereira-Vega A, Sánchez JL, Gil FL, Maldonado JA, Bravo JM, Ignacio JM, et al. Premenstrual asthma and symptoms related to premenstrual syndrome. *J Asthma* 2010;47(8):835-40.
27. Janse de Jonge XA. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med* 2003;33(11):833-51.
28. Cook CJ, Kilduff LP, Crewther BT. Basal and stress - induced salivary testosterone variation across the menstrual cycle and linkage to motivation and muscle power. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28(4):1345-53.
29. Ryu A, Kim TH. Premenstrual syndrome: A mini review. *Maturitas* 2015;82(4):436-40.
30. Moen MH, Lundgren RA. Treatment of premenstrual complaints. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2004;124(15):1933-4.
31. Yonkers KA, O'Brien PMS, Eriksson E. Premenstrual syndrome. *Lancet* 2008;371(9619):1200-10.
32. Deligeoroglou E. Dysmenorrhea. *New York* 2000. s. 237-44.
33. Bruinvels G, Burden R, Brown N, Richards T, Pedlar C. The Prevalence and Impact of Heavy Menstrual Bleeding (Menorrhagia) in Elite and Non-Elite Athletes. *PLoS One* 2016;11(2):e0149881.
34. The Female Athlete Triad. *Medicine and science in sports and exercise* 2007;39(10):1867-82.
35. Statuta SM, Asif IM, Drezner JA. Relative energy deficiency in sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine* 2017;51(21):1570-1.
36. García-Pinillos F, Bujalance-Moreno P, Jérez-Mayorga D, Velarde-Sotres Á, Anaya-Moix V, Pueyo-Villa S, et al. Training Habits of Eumenorrhic Active Women during the Different Phases of Their Menstrual Cycle: A Descriptive Study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(7).
37. Dasa MS, Kristoffersen M, Ersvær E, Bovim LP, Bjørkhaug L, Moe-Nilssen R, et al. The Female Menstrual Cycles Effect on Strength and Power Parameters in High-Level Female Team Athletes. *Front Physiol* 2021;12:600668.
38. Wikström-Frisén L, Boraxbekk CJ, Henriksson-Larsén K. Effects on power, strength and lean body mass of menstrual/oral contraceptive cycle based resistance training. *J Sports Med Phys Fitness* 2017;57(1-2):43-52.

39. Romero-Moraleda B, Coso JD, Gutiérrez-Hellín J, Ruiz-Moreno C, Grgic J, Lara B. The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance. J Hum Kinet 2019;68:123-33.
40. physiology AT. Female reproductive cycle. 2020.

Figurer



Figur 1 – Menstruasjonssyklus. I begynnelsen av follikelfasen er alle fire hormonene relativt lave, så stiger østrogen gradvis. I slutten av follikelfasen så stiger LH og FSH, dette induserer ovulasjonen og et fall i østrogen. I lutealfasen stiger progesteronnivået kraftig og også østrogennivået øker. (40).

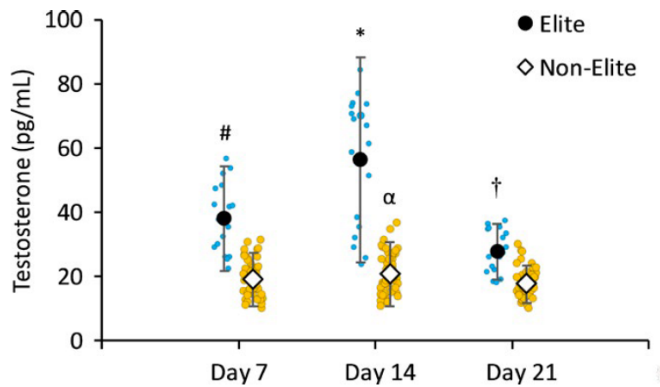


FIGURE 1 Basal salivary testosterone concentrations at days 7, 14, and 21 of the menstrual cycle in elite and non-elite women athletes. Group means (\pm SD) are presented with individual data at each time point. *Significant from elites on D7 and D21, and non-elites on D7, D14, and D21. #Significant from elites on D21 and non-elites on D7, D14, and D21. †Significant from non-elites on D7, D14, and D21. ^αSignificant from non-elites on D7 and D21 all $P < .05$

Figur 2 –Saliv-testosteronkonsentrasjoner ved dag 7, 14 og 21 i menstruasjonssyklusen hos kvinnelige elite- og ikke-eliteutøvere. P 1348. (28)

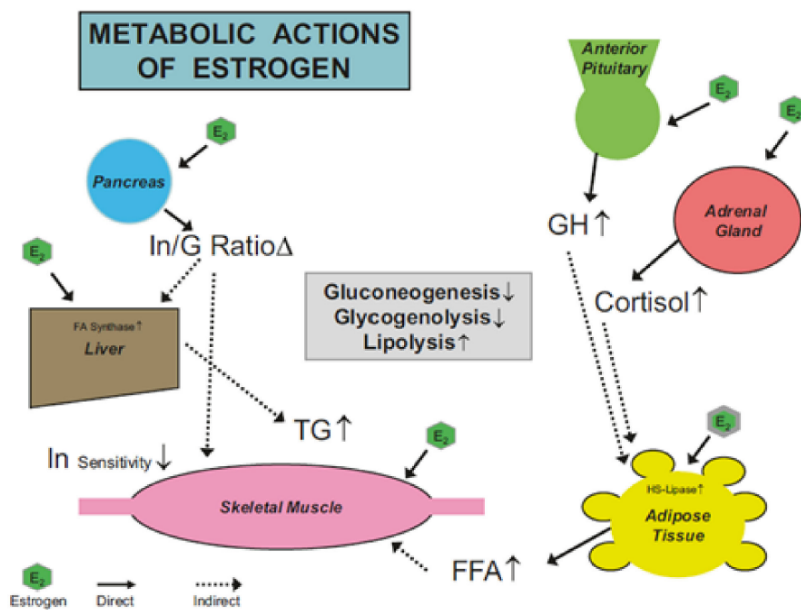


Figure 1. The figure illustrates the direct (—) and indirect (---) effects of estrogens (E_2) on a variety of hormones and physiological processes important to exercise energy metabolism; e.g., energy substrate availability-mobilization, Abbreviations: FFA = free fatty acids, G = glucagon, GH = growth hormones, I insulin, TG = triglycerides. Symbols: \uparrow = increase, \downarrow = decrease, Δ = change. Taken from [5], used with permission.

Figur 3 –Hvordan østrogen påvirker metabolismen (21).

Measure	Mean \pm SD	Probability	Effect Size
Estradiol- β -17 (pmol/L)			
Follicular	243.8 \pm 143.2		
Luteal	518.5 \pm 285.4	<0.01	0.75
VO ₂ (L/min)			
Follicular	1.89 \pm 0.48		
Luteal	1.90 \pm 0.50	>0.05	0.21
CHO Utilization (%)			
Follicular	58.2 \pm 15.1		
Luteal	51.6 \pm 16.7	<0.05	0.45
CHO Oxidation (g/min)			
Follicular	1.38 \pm 0.60		
Luteal	1.22 \pm 0.56	<0.05	0.27
Fat Utilization (%)			
Follicular	41.8 \pm 15.1		
Luteal	48.4 \pm 16.7	<0.05	0.45
Fat Oxidation (g/min)			
Follicular	0.41 \pm 0.14		
Luteal	0.49 \pm 0.19	<0.05	0.28

Figur 4 –Fett- og karbohydatmetabolisme under tidlig FP respektive LP i menstruasjonssyklusen (23).

