

Henriette Åserud

---

## Variasjon i hopp høyde gjennom en menstruasjonsyklus hos unge trente kvinner

En prospektiv kohort parallellgruppe studie

---

Masteroppgave i idrettsvitenskap  
Seksjon for fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2021



## Sammendrag

**Innledning:** Kvinners deltagelse i idrett har økt betydelig de seneste tiårene, men fremdeles er kvinner kraftig underrepresentert i idrettsforskning. Fra tenårene og frem til overgangsalderen vil nesten alle kvinner oppleve månedlige svingninger i de kvinnelige kjønnshormonene østrogen og progesteron gjennom menstruasjonssyklusen. I motsetning til naturlig menstruerende tilføres p-pillebrukere stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske formene for østrogen og progesteron gjennom p-pillesyklusen. Hensikten med denne studien var derfor å undersøke effekten av menstruasjons- og p-pillesyklusen på hopp høyde.

**Metode:** 22 unge trente kvinner (20-35 år), hvorav ti naturlig menstruerende og tolv p-pillebrukere, ble rekruttert til studien. Menstruasjonsgruppen gjennomførte tre testdager fordelt på de tre kritiske punktene i menstruasjonssyklusen tilknyttet hormonfluksjon, henholdsvis i tidlig follikkelfase (TF), sen follikkelfase (SF) og midtre lutealfase (ML). P-pillegruppen testet én gang per uke i fire uker tilsvarende en p-pillesyklus (uke 1-4). Testprotokoll bestod av tre maksimale svikhopp og fem repeterte svikhopp utført på kraftplattform. Det ble tatt en blodprøve av menstruasjonsgruppen på testdagene for å verifisere menstruasjonssyklusfasene med målinger av østrogen og progesteron.

**Resultater:** Maksimal hopp høyde for menstruasjonsgruppen var høyere i SF enn TF ( $29,0 \pm 5,5$  vs.  $27,8 \pm 5,5$  cm;  $p = 0,018$ ), mens det var ingen signifikant forskjell i maksimal hopp høyde mellom SF og ML ( $29,0 \pm 5,5$  vs.  $28,2 \pm 5,3$  cm;  $p = 0,286$ ), eller TF og ML ( $27,8 \pm 5,5$  vs.  $28,2 \pm 5,3$  cm;  $p = 0,568$ ). Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie mellom menstruasjonssyklusfasene (TF  $26,5 \pm 5,7$  cm; SF  $27,4 \pm 5,5$  cm; ML  $27,4 \pm 5,8$  cm;  $p \geq 0,145$ ). For p-pillegruppen var det ingen signifikante forskjeller i maksimal hopp høyde ( $p \geq 0,758$ ) eller gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie ( $p \geq 0,395$ ) mellom ukene i p-pillesyklusen.

**Konklusjon:** I denne studien fant vi at hopp høyden var høyere i SF sammenlignet med TF hos en gruppe unge trente og naturlig menstruerende kvinner. Det ble derimot ikke funnet noen forskjeller i hopp høyde mellom ukene i p-pillesyklusen (uke 1-4) hos en gruppe unge trente p-pillebrukere.

# Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	III
Innholdsfortegnelse .....	IV
Forkortelser .....	VI
Forord.....	VII
<b>1 Innledning.....</b>	<b>8</b>
<i>1.1 Problemstillinger.....</i>	<i>10</i>
<b>2 Teori.....</b>	<b>11</b>
<i>2.1 Menstruasjonsyklusen.....</i>	<i>11</i>
2.1.1 Menstruasjonen .....	11
2.1.2 Follikkelfasen.....	13
2.1.3 Lutealfasen .....	14
<i>2.2 De kvinnelige kjønnshormonene .....</i>	<i>14</i>
2.2.1 Østrogen og progesteron .....	15
2.2.2 FSH og LH.....	16
2.2.3 P-piller.....	17
<i>2.3 Spenst og hopphøyde .....</i>	<i>18</i>
<i>2.4 Menstruasjonsyklusen og fysisk prestasjon .....</i>	<i>19</i>
2.4.1 Metodologiske anbefalinger.....	19
2.4.2 Styrke, spenst og hurtighet.....	22
<b>3 Metode.....</b>	<b>32</b>
<i>3.1 Utvalg .....</i>	<i>32</i>
3.1.1 Etiske aspekter .....	34
<i>3.2 Studiedesign .....</i>	<i>34</i>
<i>3.3 Testprosedyrer.....</i>	<i>36</i>
3.3.1 Blodprøve.....	37
3.3.2 Vertikalt svikthopp.....	37

3.3.3 LH-test (urin) .....	38
<b>3.4 Databehandling</b> .....	<b>39</b>
3.4.1 Utregning av hoppøyde.....	39
3.4.2 Analyse av østrogen og progesteron .....	40
<b>3.5 Statistiske analyser</b> .....	<b>41</b>
<b>4 Resultater</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1 Hormonmålinger</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2 Hoppøyde</b> .....	<b>44</b>
<b>4.3 Korrelasjonsanalyser</b> .....	<b>45</b>
<b>4.4 Kraftvariabler</b> .....	<b>46</b>
<b>5 Diskusjon</b> .....	<b>48</b>
<b>5.1 Hovedfunn</b> .....	<b>48</b>
5.1.1 Menstruasjonsyklusen og hoppøyde .....	48
5.1.2 P-piller og hoppøyde.....	52
<b>5.2 Studiens testprotokoll og kraftvariabler</b> .....	<b>54</b>
<b>5.3 Styrker og svakheter med studien</b> .....	<b>56</b>
<b>6 Konklusjon og praktisk betydning</b> .....	<b>58</b>
<b>Referanseliste</b> .....	<b>59</b>
<b>Tabelloversikt</b> .....	<b>74</b>
<b>Figuroversikt</b> .....	<b>75</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>76</b>

## Forkortelser

FHA	Funksjonell hypotalamus amenoré
PMS	Premenstruelt syndrom
FSH	Follikkelstimulerende hormon
LH	Luteiniserende hormon
TF	Tidlig follikkelfase
SF	Sen follikkelfase
ML	Midtre lutealfase
SNS	Sentralnervesystemet
GABA	Gammaaminosmørsyre (engelsk; <i>gamma-amino-butyric acid</i> )
GnRH	Gonadotropinfrigjørende hormon (engelsk; <i>gonadotropin-releasing hormone</i> )
MVIC	Maksimal voluntær isometrisk kontraksjon (engelsk; <i>contraction</i> )
ICC	Intraklasse korrelasjonskoeffisient (engelsk; <i>intraclass correlation coefficients</i> )
CV	Variasjonskoeffisient (engelsk; <i>coefficient of variation</i> )

## Forord

Et femårig langt studieløp på Norges idrettshøgskole (NIH) nærmer seg snart slutt, og det er et merkelig og krevende siste år jeg nå legger bak meg. Året har ikke bare vært preget av studietilværelsen som masterstudent, men også av den pågående koronaviruspandemien. I Norge ble store deler av samfunnet stengt ned da vi skulle planlegge dette masterprosjektet, og gjentatte nedstenginger har siden satt sitt preg på sluttproduktet.

Opprinnelig skulle denne masteroppgaven ta for seg effektene av koffein på hoppøyde hos kvinnelige utøvere. Koffein er et ergogent stoff som er vist å øke hoppøyden hos menn, og jeg ønsket å undersøke om det samme kunne observeres hos kvinner, noe som er mindre dokumentert. Fordi kvinners menstruasjonssyklus skaper et varierende hormonmiljø, som kan være utfordrende å kontrollere for i forskningssammenheng, blir kvinner ofte ekskludert fra forskningsprosjekter. Jeg ønsket å omfavne dette «problemet», og et første steg i koffeinprosjektet skulle være å kartlegge om hoppøyden i utgangspunktet varierer gjennom menstruasjonssyklusen. Koffeinprosjektet ble derimot aldri noe av – mest fordi koronaviruspandemien gjorde det vanskelig å gjennomføre, men også fordi det nå hadde åpnet seg en hel verden innenfor det som overordnet kalles menstruasjonssyklusforskning.

Jeg kan ikke være annet enn takknemlig for hvordan dette året ble. Selv om koronaviruspandemien har bydd på noen ekstra utfordringer, har sosial distansering gjort at jeg i større grad har kunnet fokusere på denne masteroppgaven. Det har også gitt meg muligheten til å dypdykke i et utrolig spennende forskningsfelt jeg ellers ikke ville fordypet meg i. Jeg vil takke min hovedveileder Jørgen Jensen for utallige veiledningstimer, engasjement og støtte under hele masterløpet, min biveileder Egil Johansen for kloke og konstruktive tilbakemeldinger, Øyvind Nøstdahl Gløersen for all hjelp og veiledning på biomekanisk laboratorium, Øyvind Skattebo for blodprøvetaking og opplæring på biokjemisk laboratorium og Matthieu Clauss for hjelp med statistiske analyser. Jeg vil også rette en stor takk til deltagerne som stilte opp i prosjektet – uten deres upåklagelige innsats og positivitet hadde ikke denne oppgaven vært mulig. Til slutt vil jeg takke NIH og alle mine medstudenter som har gjort dette til en trygg, lærerik og morsom studietid!

Henriette Åserud  
Oslo, mai 2021

# 1 Innledning

Kvinneres deltagelse i idrett har økt betydelig de seneste tiårene. Blant annet så man at andelen kvinner som konkurrerte i de olympiske leker økte fra 26 % i Seoul i 1988 til 45 % i Rio de Janeiro i 2016 (Lange, 2020). Til tross for dette er kvinner fremdeles kraftig underrepresentert i idrettsforskning. I de topp rangerte tidsskriftene innen idrettsforskning i 2014 bestod bare 4-13% av deltagergruppene i originalartikler utelukkende av kvinnelige deltagere (Costello et al., 2014). Dette antyder at mye av den forskningsbaserte kunnskapen som praktiseres i kvinneidretten i dag baserer seg på forskning utført på menn (Emmonds et al., 2019). Det er imidlertid lite trolig at slik forskning lar seg overføre direkte til kvinner med tanke på de anatomiske, fysiologiske og endokrine forskjellene mellom kvinner og menn (Sheel, 2016). Blant annet vil nesten alle kvinner fra tenårene og frem til overgangsalderen oppleve månedlige hormonsvingninger gjennom menstruasjonssyklusen (Burger, 1996; Hillard, 2014). Det vil derfor være nødvendig å kartlegge hvilke effekter menstruasjonssyklusen har på prestasjon, da dette vil kunne ha implikasjoner for hvordan man planlegger og gjennomfører trening og konkurranser for kvinnelige utøvere.

Menstruasjonssyklusen deles inn i flere faser med ulik konsentrasjonen av de kvinnelige kjønnshormonene østrogen og progesteron (Davis & Hackney, 2017). Foruten deres reproduktive funksjon (Dante et al., 2013; Vrtačnik et al., 2014), er østrogen og progesteron vist å påvirke andre fysiologiske parametere (Bunt, 1990; Lebrun et al., 1995; Toffoletto et al., 2014), som videre kan ha innvirkning på idrettsprestasjon (Constantini et al., 2005). Østrogen er vist å ha en oppbyggende effekt på blant annet skjelettmuskulatur (Lowe et al., 2010), mens progesteron antas å virke antagonistisk til østrogen i mange tilfeller (Kriengsinyos et al., 2004; Smith et al., 1989). Til tross for de positive effektene vi vet om østrogen på muskelstyrke (Lowe et al., 2010), viser menstruasjonssyklusforskningen sprikende funn. En systematisk oversiktsartikkel med metaanalyse fra 2020 viste at menstruasjonen hadde en liten negativ effekt på prestasjon sammenlignet med andre menstruasjonssyklusfaser (McNulty et al., 2020). Imidlertid ble det observert store effektforskjeller mellom studiene, og en høy andel ble klassifisert som dårlig kvalitet (McNulty et al., 2020). Dette skyldes primært utilstrekkelige metoder for å identifisere og verifisere de ulike menstruasjonssyklusfasene (Janse De Jonge et al., 2019). Det er også store forskjeller i deltagerkarakteristikk, slik som treningsstatus, og hvilke prestasjonsutfall som har blitt målt, som kan ha medvirket til sprikende funn.



Hoppøyde er svært anvendbart i idrettsforskning, ettersom en forbedring i hoppøyde ikke bare indikerer bedre eksplosivitet i underekstremiteten, men også en reell kompetitiv fordel i idretter hvor hoppøyde er en viktig fysisk kvalitet (Abian-Vicen et al., 2014; Pérez-López et al., 2015; Philpott et al., 2020). Til vår viten er det kun tre studier som til nå har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på hoppøyde, og i to av disse fant man ingen forskjeller i hoppøyde mellom menstruasjonssyklusfasene (Dasa et al., 2021; García-Pinillos et al., 2021; Julian et al., 2017). Julian et al. (2017) og Dasa et al. (2021) undersøkte derimot bare de to fasene som utgjør hver halvdel av menstruasjonssyklusen, og unnlot dermed den midterste menstruasjonssyklusfasen hvor østrogen er på sitt høyeste uten samtidig økning i progesteron (Davis & Hackney, 2017; Reed & Carr, 2000). Ettersom hormonmiljøet i denne fasen skiller seg distinkt fra de andre menstruasjonssyklusfasene, vil det være sentralt å undersøke hvilken effekt denne fasen har på hoppøyde. García-Pinillos et al. (2021) undersøkte alle de tre menstruasjonssyklusfasene og fant at hoppøyden ved knebøyhopp, men ikke svikhopp og fallhopp, var lavere under menstruasjonen sammenlignet med midtveis i menstruasjonssyklusen. Imidlertid hadde studien ingen metoder for å tilstrekkelig verifisere de ulike menstruasjonssyklusfasene, som gjør at det fremdeles er usikkert hvilken effekt menstruasjonssyklusen har på hoppøyde. Videre er kvinner som bruker monofasiske p-piller foreslått som en passende kontrollgruppe mot naturlig menstruerende kvinner, da disse tilføres stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske formene for østrogen og progesteron gjennom p-pillesyklusen (Hampson, 2020; Sims & Heather, 2018). Det vil derfor være interessant å måle hoppøyden hos en gruppe p-pillebrukere parallelt med gruppen naturlig menstruerende for å undersøke om forskjeller i effekt kan observeres mellom de to. Hensikten med denne studien er derfor å undersøke om hoppøyden vil variere gjennom en menstruasjons- og p-pillesyklus hos en gruppe unge trente kvinner.

## 1.1 Problemstillinger

Oppgaven vil sikte på å besvare følgende to problemstillinger:

- I Varierer hoppøyden gjennom en menstruasjonssyklus hos unge trente kvinner?
- II Varierer hoppøyden gjennom en p-pillesyklus hos unge trent kvinner?

Ettersom flertallet av studiene til nå har funnet en prestasjonseffekt i favør av andre menstruasjonssyklusfaser enn menstruasjonen (McNulty et al., 2020), var vår hypotese for *problemstilling I*:

Hoppøyden vil være lavere under menstruasjonen (her: tidlig follikkelfase) sammenlignet med de andre fasene av menstruasjonssyklusen (her: sen follikkelfase og midtre lutealfase).

Tilhørende hormonfluktuasjon er en av grunnene til hvorfor man tror menstruasjonssyklusen kan påvirke prestasjonen, og ettersom p-pillebrukere tilføres stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske formene for østrogen og progesteron gjennom p-pillesyklusen (monofasiske p-piller) var vår hypotese for *problemstilling II*:

Hoppøyden vil ikke variere mellom ukene i en p-pillesyklus (her: uke 1-4).

## 2 Teori

### 2.1 Menstruasjonssyklusen

Menstruasjonssyklusen omhandler de periodiske forandringene som skjer i livmorslimhinnen og eggstokkene som følge av hormonpåvirkning (Critchley et al., 2020) og vil for de fleste kvinner gjøre seg synlig ca. en gang i måneden gjennom menstruasjonsblødningen. En syklus betraktes som perioden fra første menstruasjonsdag til neste menstruasjon starter (Mihm et al., 2011). Lengden kan variere mye mellom individer, men de fleste har en syklus som varer mellom 24-35 dager (Bull et al., 2019; Mihm et al., 2011). Kortere eller lengre sykluser enn dette kan forekomme, men de har da høyere sannsynlighet for å være anovulatoriske (Hampson, 2020; Mihm et al., 2011), som vil si å forekomme uten eggløsning.

Menstruasjonssyklusen separeres av eggløsningen inn i to hovedfaser; follikkelfasen og lutealfasen (Bull et al., 2019). Videre deles gjerne follikkelfasen inn i en sen og tidlig fase som initieres av menstruasjonen (Critchley et al., 2020).

#### 2.1.1 Menstruasjonen

Menstruasjonen, ofte kalt «mens» eller «mensen», er en avstøtning av livmorslimhinnen (endometriet) som ytrer seg i form av blødning fra skjeden (Critchley et al., 2020). Den aller første menstruasjonen opptrer typisk i 12-13-årsalderen og kalles for menarke (Hillard, 2014). Det er ikke uvanlig at de første menstruasjonsblødningene er uregelmessige og forekommer uten eggløsning hos tenåringer (Hillard, 2014). Videre opphører vanligvis menstruasjonen rundt 50-årsalderen i det som kalles menopausen (siste menstruasjonsblødningen) (Burger, 1996). Menstruasjonen varer typisk i 4-5 dager (Bull et al., 2019; Hampson, 2020) med et gjennomsnittlig blodtap på 30-40 ml (Mihm et al., 2011). En unormalt langvarig og/eller kraftig menstruasjonsblødning kalles for menoragi; definert som tap av mer enn 80 ml blod per syklus (Gursel et al., 2014). Avhengig av studiepopulasjon og metodologi er det rapportert at rundt 20 % av menstruerende kvinner er plaget med menoragi (Gursel et al., 2014; Oehler & Rees, 2003). Dette kan skyldes patologi i bekken eller øvrige system, men i 50 % av tilfellene er årsaken ukjent (Oehler & Rees, 2003). I motsatt ende har vi det som kalles amenoré, eller uteblivende menstruasjon (Klein et al., 2019). Dersom menstruasjonen ikke har opptrådt før 16-årsalderen kalles dette for primær amenoré (Klein et al., 2019), mens uteblivende menstruasjonen i mer enn tre sykluser hos noen som tidligere har hatt regelmessig menstruasjon kalles for sekundær amenoré (Gibson et al., 2020). En av de vanligste formene for både primær og sekundær amenoré er funksjonell hypotalamus amenoré (FHA) som, i

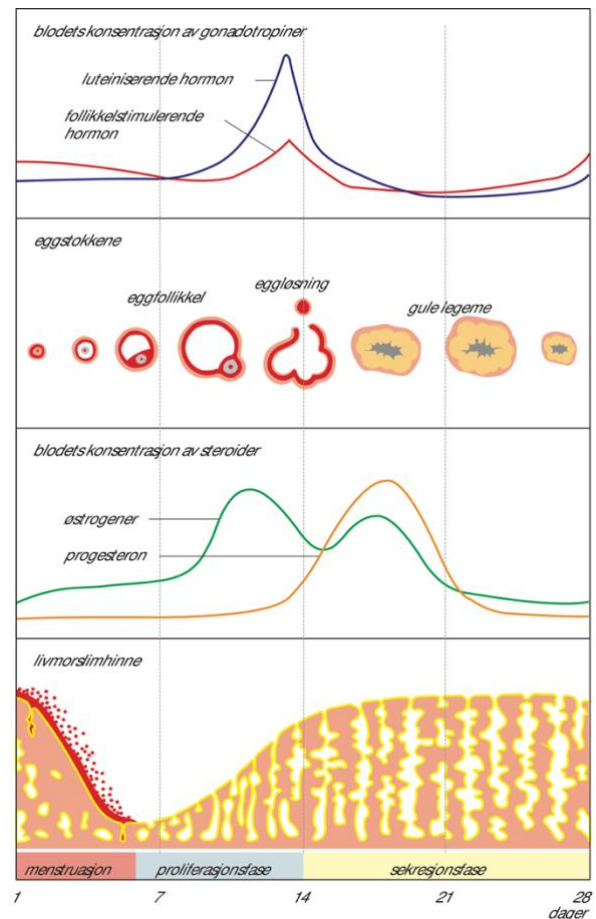
tillegg til uteblivende menstruasjon, karakteriseres av kronisk anovulasjon (Gordon et al., 2017; Gibson et al., 2020). Årsaken til FHA relateres ofte til stress, vekttap eller overdreven trening (Gordon et al., 2017), og kan resultere i infertilitet og tap av benmineraltetthet (Gibbs et al., 2014). Patologien er dermed lik som den kvinnelige utøvertriaden; begge karakterisert av menstruell dysfunksjon, lav energitilgjengelighet og lav benmineraltetthet (Gibbs et al., 2014; Klein et al., 2019). Dette er trolig bakgrunnen til at man ser høy forekomst av anovulasjon og såkalte lutealfase-defekte sykluser hos fysisk aktive kvinner (30 %) (Schaumberg et al., 2017) og kvinner som trener mer enn 450 min i uken (50 %) (De Souza et al., 2010). Ovulatoriske forstyrrelser kan likevel forekomme hos kvinner som har tilsynelatende normal syklus uten patologiske symptomer, så tilstedeværelse av regelmessig menstruasjon og månedlige blødninger er ikke nok til å bekrefte en normal ovulatorisk syklus med tilhørende hormonfluksjon (Janse De Jonge et al., 2019). Dysmenoré, definert som smertefulle kramper i nedre mageregion, er den vanligste gynekologiske tilstanden hos kvinner i fertil alder (Coco, 1999). Hele 45-95% av menstruerende kvinner påvirkes av dysmenoré (Coco, 1999; Iacovides et al., 2015). Ved fravær av annen sykdom (eks. endometriose) kalles tilstanden primær dysmenoré (Ruoff & Lema, 2003). Smertene opptrer under menstruasjonen (Iacovides et al., 2015) og ledsages ofte av systemiske symptomer slik som kvalme, oppkast, diaré, trøtthet og sovevansker (Ruoff & Lema, 2003). Overproduksjon av prostaglandiner i livmoren, som gir kraftige sammentrekninger av livmorens muskulatur, er trolig den viktigste årsaken til primær dysmenoré (Coco, 1999).

Mange kvinner kan også ha en rekke psykiske og kroppslige plager som oppstår i forkant av menstruasjonen. Premenstruelt syndrom (PMS) er som regel mest uttalt den siste uken av lutealfasen og forsvinner i løpet av de første menstruasjonsdagene (Ryu & Kim, 2015). Det er anslått at nesten halvparten av alle kvinner i fertil alder er betydelig påvirket av PMS (Direkvand-Moghadam et al., 2014). Blant disse har rundt 20 % så sterke plager at det går utover deres daglige liv, mens resterende prosentandel opplever milde til moderate plager (Gudipally & Sharma, 2020). Premenstruell dysforisk forstyrrelse er en mer alvorlig og mye sjeldnere form for PMS som rammer rundt 3 % (Fatemi, 2009; Gudipally & Sharma, 2020). Symptomer på PMS inkluderer blant annet irritabilitet, humørsvingninger, angst, depresjon, sovevansker, ømme bryster, oppblåsthet, hevelse i føtter, hodepine og vektoppgang (Hofmeister & Bodden, 2016). Rundt 80-90 % av kvinner i fertil alder angir å ha minst et av disse symptomene (Gudipally & Sharma, 2020).

Årsaken til PMS knyttes ofte til variasjon i hormonkonsentrasjon, og særlig den kraftige nedgangen i østrogen og progesteron som skjer like før menstruasjonen (Halbreich, 2003). Kjønnshormonnivåene alene kan likevel ikke fullt forklare årsaken til PMS og det er heller ikke tydelig hvorfor noen kvinner er mer sensitive for hormonsvingninger enn andre (Potter et al., 2009). Det kan se ut som genetikk spiller en rolle (Jahanfar et al., 2011), men ingen gener er foreløpig blitt identifisert (Gudipally & Sharma, 2020).

### 2.1.2 Follikkelfasen

Menstruasjonen markerer starten på follikkelfasen, også kalt proliferasjonsfasen (figur 1), og skjer som følge av en skarp nedgang i sirkulerende progesteron (Maybin & Critchley, 2015). Rundt hvert egg i eggstokkene ligger det små celler, og sammen med eggcellen kalles dette en follikkel. Like etter påbegynt menstruasjon begynner et fåtall av folliklene å vokse som følge av en økning i follikkelstimulerende hormon (FSH) (Monis & Tetrokalashvili, 2020). Etter noen dager er det kun den dominerende follikkelen, utvalgt til å gjennomføre eggløsningen, som fortsetter å vokse (de Ziegler et al., 2007). Utover i follikkelfasen øker nivået av østrogen parallelt med økning i follikkelstørrelse og antall granuloceller (epitelceller inne i follikkelen) (Reed & Carr, 2000). Som følge av negativ tilbakemelding fra østrogen og negativ effekt av inhibin B (et polypeptid produsert i follikkelen) begynner nivået av FSH å synke (de Ziegler et al., 2007; Reed & Carr, 2000). Sammen med økningen i østrogen bygges livmorlimhinnen opp (figur 1) til å kunne ta imot et eventuelt befruktet egg i løpet av perioden (Reed & Carr, 2000). Østrogen når til slutt høyest konsentrasjon i slutten av follikkelfasen, og dette fører motsatt til en positiv tilbakemelding på utskillelsen av FSH, sammen med en stor forhøyning i luteiniserende hormon (LH) (Monis & Tetrokalashvili, 2020). Forhøyningen i LH stimulerer så eggløsningen som normalt forekommer i løpet av 1-2 døgn (Su et al., 2017).



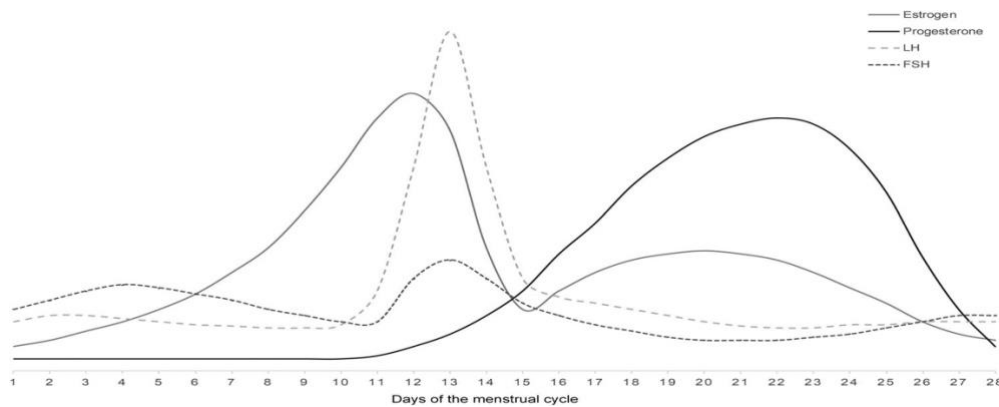
**Figur 1** Illustrasjon som viser hormonvariasjon og samtidige endringer som skjer i eggstokkene og livmorlimhinnen gjennom en menstruasjonssyklus. Brukt med tillatelse av rettighetshaver (Nesheim, 2019).

### 2.1.3 Lutealfasen

Eggløsningen markerer starten på lutealfasen, også kalt sekresjonsfasen (Nesheim, 2019). Etter eggløsning folder den brystne follikkelen seg sammen og danner en ny struktur, kalt det gule legemet (figur 1) (Fatemi, 2009). Det gule legemet utvikler seg til et endokrint organ som i hovedsak skiller ut progesteron, men også østrogen og inhibin A (Fatemi, 2009; Hampson, 2020). Under denne hormonpåvirkningen støttes utviklingen av livmorslimhinnen videre (Reed & Carr, 2000). I tillegg virker progesteron inn på kroppens temperaturregulering som gjør at man hos mange ser en vedvarende økning i kroppstemperatur på 0,2 – 0,5 °C etter eggløsning (Lebrun et al., 1995). Dersom befruktning ikke skjer tilbakedannes det gule legemet og hormonproduksjonen avtar (Hampson, 2020; Reed & Carr, 2000). Hormonkonsentrasjonen blir til slutt for lav til å støtte livmorslimhinnen og den støttes dermed fra og skiller ut gjennom menstruasjonsblødningen (figur 1) (Fatemi, 2009). På grunn av det gule legemets mer forutsigbare levetid (Niswender et al., 2000) har lutealfasen en mer konvensjonell varighet på 12-14 dager (Bull et al., 2019). Dersom lutealfasen varer kortere enn 10 dager defineres syklusen som lutealfase-defekt (Grunfeld et al., 1989). Det gule legemet har da for dårlig kvalitet, som gjør at progesteronkonsentrasjonen enten blir for lav eller synker tidligere enn forventet (Niswender et al., 2000).

## 2.2 De kvinnelige kjønnshormonene

Som beskrevet varierer konsentrasjonen av de kvinnelige kjønnshormonene østrogen og progesteron mye i løpet av menstruasjonszyklusen (Davis & Hackney, 2017; Landgren et al., 1980). Under selve menstruasjonen er hormonnivåene lave (figur 2) med en gjennomsnittlig konsentrasjon på under 0,37 og 3 nM for henholdsvis østrogen og progesteron (Landgren et al., 1980). Progesteronkonsentrasjonen holder seg lav ut follikkelfasen, mens østrogenproduksjonen øker til den når en topp like før eggløsning (Reed & Carr, 2000). Bølgetoppen i østrogen er kortvarig og varer i omtrent 3 dager med høyest konsentrasjon på normalt > 0,67 nM (Landgren et al., 1980). I overgangen til lutealfasen synker østrogenkonsentrasjonen kraftig, men tar seg siden opp sammen med progesteron som øker mye i denne perioden (figur 2) (Janse De Jonge et al., 2019). Avslutningsvis synker nivåene av østrogen og progesteron som resulterer i menstruasjon og ny syklus (Maybin & Critchley, 2015). Hormonvariasjonen gir oss dermed tre distinkt forskjellige hormonmiljøer i løpet av menstruasjonszyklusen med lav østrogen- og progesteronkonsentrasjon i tidlig follikkelfase (TF), høy østrogen- og lav progesteronkonsentrasjon i sen follikkelfase (SF), og høy østrogen- og progesteronkonsentrasjon i midtre lutealfase (ML) (Davis & Hackney, 2017).



**Figur 2** Illustrasjon som viser variasjon i hormonene østrogen (heltrukket grå linje), progesteron (heltrukket sort linje), luteiniserende hormon (LH) (stiplet grå linje) og follikkelstimulerende hormon (FSH) (stiplet sort linje) gjennom menstruasjonssyklusen. Brukt med tillatelse av rettighetshaver (Janse De Jonge et al., 2019)

### 2.2.1 Østrogen og progesteron

Østrogener, generisk kalt østrogen, er en gruppe steroidhormoner som virker som det primære kvinnelige kjønnsormon og stimulerer til utvikling av de sekundære kjønnskarakteristika i puberteten (Vrtačnik et al., 2014). De vanligste naturlig forekommende østrogenene er østradiol, østron og østriol, hvor førstnevnte er det mest potente av de tre (Thomas & Potter, 2013). Hos kvinner i fertil alder produseres disse primært i eggstokkene, og i morkaken ved graviditet (Falah et al., 2015; Vrtačnik et al., 2014). Østradiol og østron syntetiseres av enzymet aromatase fra androgener, henholdsvis testosteron og androstenedion (Thomas & Potter, 2013). Videre omdannes østradiol og østron til det mindre aktive og vannløselige østriol i leveren som skilles ut i urinen (Falah et al., 2015). I likhet med østrogen er også progesteron et steroidhormon (Maybin & Critchley, 2011). Progesteron produseres primært i det gule legemet i eggstokkene etter eggløsning (Fatemi, 2009; Hampson, 2020). Man kan også se en liten økning i progesteron like før eggløsning som er trodd å assistere til at den modne follikkelen brister (Hampson, 2020). Dersom egget blir befruktet fortsetter det gule legemet å produsere progesteron i starten av graviditeten til morkaken etterhvert overtar (Mihm et al., 2011). Progesteron er derfor helt essensielt for å kunne gjennomføre et svangerskap (Dante et al., 2013).

Østrogen og progesteron utøver sin virkning primært gjennom å binde seg til nukleære reseptorer inne i cellene, og fungerer dermed som transkripsjonsfaktorer (Eyster, 2016; Grimm et al., 2016). Østrogenreseptoren er representert i mange vev, deriblant i

sirkulasjonssystemet (Miller & Duckles, 2008), hjernen (Toffoletto et al., 2014), benvev (Manolagas et al., 2013), lever (Shi et al., 2014), fettvev (Kim et al., 2014), skjelettmuskulatur (Lemoine et al., 2003), spyttkjertler (Imamov et al., 2005) og kjønnsorganer (Vrtačnik et al., 2014). Progesteronreseptoren er primært uttrykt i kjønnsorganene og sentralnervesystemet (SNS) (Grimm et al., 2016), men er også indentifisert i andre vev, slik som skjelettmuskulatur (Feder et al., 2012; Kim et al., 2016). Østrogen er kjent for å være et anabolt hormon med positive effekter på muskelmasse og -styrke (Lowe et al., 2010). Videre er østrogen og progesteron vist å påvirke deler av hjernen som er involvert i emosjonell og kognitiv prosessering (Toffoletto et al., 2014). Studier har også vist en direkte effekt av kjønns-hormonene på SNS (Smith & Woolley, 2004). Deriblant er østrogen vist å hemme syntetiseringen og utskillelsen av den inhibitoriske transmittersubstansen gammaaminosmørsyre (GABA) (Schultz et al., 2009), samt forsterke effekten til glutamatreseptoren, som gir netto eksitatoriske effekter på SNS (Smith & Woolley, 2004). Motsatt har progesteron vist å ha inhibitoriske effekter på SNS gjennom å forsterke aktiviteten og effekten av GABA (Smith et al., 1989). Hos mennesker er det observert endringer i eksitabilitet og nevro-muskulær funksjon gjennom en menstruasjonssyklus som er trodd å være relatert til effekten av østrogen (eksitatorisk) og progesteron (inhibitorisk) på SNS (Ansdell et al., 2019; Smith et al., 2002). Østrogen og progesteron er også vist å ha enten antagonistiske, synergiske eller additive effekter på substratmetabolisme, som potensielt kan ha innvirkning på prestasjon (Hansen, 2018; Oosthuyse & Bosch, 2010).

### 2.2.2 FSH og LH

FSH og LH er overordnede kjønns-hormoner, såkalte gonadotropiner, som stimulerer kjønnskjertlenes (gonadenes) funksjon (Burger et al., 2004). De produseres i hypofysens forlapp og skilles ut på stimulering fra hypothalamus via gonadotropinfrigjørende hormon (GnRH; *gonadotropin-releasing hormone* på engelsk) (Wu et al., 2009). Pulsatile utskillelser av GnRH forårsaker også pulsatile utskillelser av FSH og LH (Stamatiades & Kaiser, 2018). FSH og LH utøver sin virkning ved å binde seg til spesifikke G-proteinkoblede reseptorer på utsiden av målcellen (Sacchi et al., 2018). I eggstokkene stimulerer FSH til modning av eggcellene, mens LH utløser egg-løsningen (Monis & Tetrokalashvili, 2020). FSH og LH er dermed ikke livsnødvendige, men avgjørende for den reproduktive funksjonen (de Ziegler et al., 2007).



### 2.2.3 P-piller

P-piller er en forkortelse for Pincus-piller etter biologen og oppfinneren Gregory Pincus (Dhont, 2010). P-piller er et prevensjonspreparat som inntas oralt i pilleform. Pillene inneholder en kombinasjon av to stoffer med samme virkning som kjønnshormonene østrogen og progesteron (De Leo et al., 2016). Nesten alle p-pillepreparater inneholder det samme østrogenlignende stoffet, etinyløstradiol, mens innholdet av progesteronlignende hormoner, kalt gestagener, varierer (De Leo et al., 2016; Rivera et al., 1999). Steroidhormonene i p-piller har en annen molekylær form enn de naturlig forekommende kjønnshormonene, men kan likevel binde seg med høy affinitet til mange av de samme reseptorene (Blair et al., 2000; Mani & Portillo, 2010). I tillegg til å gjøre livmoren mindre mottakelig for befruktning forhindre p-piller eggløsningen via negativ tilbakemelding på hypotalamus (Hampson, 2020). De fleste p-pillepreparater inneholder en fiksert daglig hormondose (monofasiske piller), mens i bi- og trifasepreparater (flerfasepiller) varierer innholdet av etinyløstradiol og gestagen gjennom en p-pillesyklus (De Leo et al., 2016). Selv om flerfasepiller er tenkt å etterligne hormonendringene i en naturlig menstruasjonssyklus, avviker hormonmengden betydelig, ellers ville prevensjonseffekten blitt borte (Hampson, 2020). Et vanlig p-pillebrett inneholder 21-24 hormonholdige piller og eventuelt 4-7 placebopiller (Dhont, 2010). Det er dermed lagt opp til at kvinnen etter tre uker kan ta en hormonfri uke før hun begynner på et nytt p-pillebrett. Et slikt opphold fører til nedgang i sirkulerende gestagen som i sin tur gir en bortfallsblødning (Sulak et al., 2000). I realiteten er ikke dette vanlig menses og p-pillesyklusen kan avvike mye fra kvinnens naturlige menstruasjonssyklus (Wiegratz & Kuhl, 2004). Det er mulig å unngå bortfallsblødningen ved å gå direkte videre til et nytt p-pillebrett (De Leo et al., 2016). Et langvarig regime uten hormonfrie pauser er vist å øke forekomsten av mellombledninger, men disse reduseres som regel over tid (Hee et al., 2013).

P-pillebruk fører til en markant nedgang i endogen østrogen- og progesteronproduksjon, men sikrer samtidig stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske stoffene (Hampson, 2020). Hos mange kvinner er den syklusavhengige variasjonen i østrogen og progesteron assosiert med ulike plager, som magekramper, oppblåsthet, opphovning, hodepine og ryggmerter (De Leo et al., 2016). Disse plagene kan derfor bli redusert, men ikke helt borte, av å bruke p-piller (Sulak et al., 2000). Samtidig er det mange kvinner som bruker p-piller primært for å redusere størrelsen, hyppigheten og/eller varigheten på menstruasjonsblødningen (De Leo et al., 2016).

### 2.3 Spenst og hopp høyde

Begrepet spenst brukes mest om det å hoppe høyt og/eller langt, og beskriver evnen til å akselerere egen kroppsvekt (Morin et al., 2019). I et vertikalt hopp er det utgangshastigheten som bestemmer hopp høyden (Samozino et al., 2010). For at utgangshastigheten skal bli høy må det utføres et størst mulig arbeid i satsen (Bobbert, 2014). Høy utgangshastighet impliserer at fremdriftsfasen tilbakelegges med stadig høyere hastighet, og at et stort arbeid må utføres på kortere tid (Bobbert, 2014). Betegnelsen effekt (*power* på engelsk) brukes om musklens evne til å kontrahere raskt med stor kraft (Garhammer, 1993), og er i fysikken definert som arbeid utført per tidsenhet (Newton & Kraemer, 1994):

$$\text{Effekt } (W) = \frac{\text{kraft } (F) * \text{strekning } (s)}{\text{tid } (t)} \text{ eller } \text{kraft } (F) * \text{hastighet } (v)$$

Både muskulære og nevralt faktorer er med å bestemme effekt (*W*) (Maffiuletti et al., 2002; Samozino et al., 2010). Muskelgruppens tverrsnittareal, lengde og fibertypesammensetning vil kunne påvirke effekt gjennom å endre muskelmassens iboende evne for kraftproduksjon (Cheng, 2008; Yamauchi & Ishii, 2007). For å oppnå høy effekt må også hele den aktuelle muskelmassen aktiveres hurtig og maksimalt (Cormie et al., 2010). Aktiveringsgraden avhenger av at alle motoriske enheter er aktivert og at fyringsfrekvensen er høy (Sale, 1987). Særlig gunstig er det at de første aksjonspotensialene (nerveimpulsene) kommer så tett som mulig (såkalte dubletter og trippletter) slik at kalsiumkonsentrasjonen inne i muskelfibrene, og dermed kraften, kan stige raskest mulig (Bawa & Lemon, 1993; Van Cutsem et al., 1998).

Et hopp som innledes med en hurtig bøyning i kneleddet (svikthopp) gir som regel høyere hopp høyde enn et hopp som starter fra stillestående posisjon med bøyde knær (knebøyhopp) (Bobbert & Casius, 2005). Dette skyldes forhold knyttet til den innledende eksentriske (oppbremsende) fasen som tillater lagring av elastisk energi i muskel- og senesystemet, samt gir større aktivering av muskulaturen før den konsentriske fremdriftsfasen (Bobbert & Casius, 2005; Nicol et al., 2006). Det er vist at vertikal spenst har høy korrelasjon med løpshurtighet og sprintakselerasjon (Cronin & Hansen, 2005; Requena et al., 2011; Wisloff et al., 2004), som indikerer at mange av de samme faktorene er viktig for spenst og hurtighet. Et hopp er en kompleks flerleddsøvelse og teknisk utførelse vil derfor ha betydning for hvor høyt man hopper (Helland et al., 2020; Maffiuletti et al., 2002). Enkelte argumenter for at impulsive aksjoner, slik som et spensthopp, ikke avhenger av musklens evne til å generere høy effekt, men evnen man har til å skape impuls (Knudson, 2009):

$$\text{Impuls } (I) = \int dt F(t)$$

Dette hjelper oss med å forstå hvordan ulike bevegelsesløsninger kan gi samme hopphøyde, ettersom det er summen av arbeidet (impulsen) som bestemmer hvor høy utgangshastigheten, og dermed hopphøyden blir (Linthorne, 2021). Oppsummert kan man derfor si at eksplosiv muskelstyrke i strekkapparatet i beina, sammen med en hensiktsmessig bevegelsesløsning, er viktig for å hoppe høyt (Samozino et al., 2010).

## **2.4 Menstruasjonszyklusen og fysisk prestasjon**

Potensielle effekter av menstruasjonszyklusen på fysisk prestasjon er forventet å være relatert til kjønns hormonenes sekundære virkning på kroppen (McNulty et al., 2020). I en normal ovulatorisk syklus vil menstruasjonszyklusen inneha tre faser med distinkt forskjellig hormonmiljø. Mange studier har derimot kun sammenlignet de to fasene som utgjør hver halvdel av menstruasjonszyklusen (follikkelfase vs. lutealfase) (Schmalenberger et al., 2019). Siden hver av disse fasene innehar flere hormonelle hendelser og nivåer, er det vanskelig å undersøke nøyaktig påvirkningen av de spesifikke hormonelle hendelsene alene ved en slik inndeling (Schmalenberger et al., 2021). Man risikerer også at eventuelle effekter blir maskert av de dynamiske endringene som skjer i hver fase (Janse De Jonge et al., 2019). For å undersøke mulige assosiasjoner mellom endringer i hormonmiljø og fysisk prestasjon er det derfor anbefalt å inkludere alle de tre menstruasjonszyklusfasene, samt stadfeste disse så nøyaktig som mulig slik at eventuelle forskjeller relatert til hormonpåvirkning lar seg observere (Janse De Jonge et al., 2019; Schmalenberger et al., 2021).

### **2.4.1 Metodologiske anbefalinger**

Det er antatt at mye av uenighetene tilknyttet forskning på menstruasjonszyklusen og fysisk prestasjon skyldes metodologiske forskjeller (Schmalenberger et al., 2019). Det har derfor kommet konkrete anbefalinger de seneste årene for hvordan slik forskning bør gjennomføres (Janse De Jonge et al., 2019; Schmalenberger et al., 2021). For å kunne trekke slutninger rundt potensielle forskjeller i fysisk prestasjon mellom de ulike menstruasjonszyklusfasene, er det essensielt å kunne verifisere om personen har en normal ovulatorisk syklus med forventet hormonfluksjon (Janse De Jonge et al., 2019). Til dette anses direkte målinger av østrogen og progesteron i blodserum som gullstandard for forskningsformål (Janse De Jonge et al., 2019). Målinger av de samme hormonene i spytt er et beleilig og ikke-invasivt alternativ, men krever mer sensitive analyseverktøy da spyttkonsentrasjonen av østrogen og progesteron er omtrent 1-2% av den i serum (Wood, 2009). Den mest direkte metoden for å overvåke egglosning vil

være å gjennomføre en serie av transvaginal ultralydundersøkelser (Girija & Veeraiyah, 2011). En slik metode er imidlertid svært tidkrevende og kostbar, og er derfor lite brukt innen idrettsforskning (Janse De Jonge et al., 2019). Forhøyet LH i urin, målt med enkle hjemmebaserte tester, kan brukes som indirekte verifikasjon av eggøsning (Janse De Jonge et al., 2019). En slik test kan likevel ikke bekrefte at påfølgende lutealfase ikke vil være defekt (Grunfeld et al., 1989), og det er heller ikke uvanlig at hjemmetolkning resulterer i flere falsk-positive svar (McGovern et al., 2004). Måling av basal kroppstemperatur er en annen ikke-invasiv metode som kan brukes til å estimere eggøsningstidspunkt (Schmalenberger et al., 2021). Mange, men ikke alle kvinner, opplever en liten og vedvarende økning i kroppstemperatur på 0,2 – 0,5 °C etter eggøsning (Lebrun et al., 1995). Siden det kun er den vedvarende temperaturøkningen som kan bekrefte lutealfasen, anses retrospektiv identifisering som mest nøyaktig for å estimere eggøsningstidspunkt (Schmalenberger et al., 2021). Selv om temperaturøkningen antas å reflekterer en økning i progesteronkonsentrasjon, er det funnet en svak korrelasjon mellom de to (Forman et al., 1987). I tillegg påvirkes kroppstemperaturen av andre faktorer slik som stress, søvn, sykdom, medisiner og alkohol (Barron & Fehring, 2005), som gjør at metoden ikke egner seg godt alene (Janse De Jonge et al., 2019). Den enkleste metoden for å kartlegge menstruasjonssyklusen er kalenderbasert telling av dager (Schmalenberger et al., 2021). Her tar man utgangspunkt i menstruasjonsblødningen og teller antall dager mellom hver menstruasjon (Pallavi et al., 2017). Siden varigheten på follikkelfasen er mer utsatt for variasjon enn lutealfasen (Bull et al., 2019), er det vanskelig å estimere eggøsningstidspunktet med mindre man teller bakover i tid (Janse De Jonge et al., 2019). Regelmessig menstruasjon kan likevel forekomme selv i anovulatoriske eller lutealfase-defekte sykluser, så kalenderbasert telling av dager gir ikke nok informasjon til å bekrefte en normal ovulatorisk syklus (Janse De Jonge et al., 2019; Schmalenberger et al., 2021).

En kombinasjon av de overnevnte metodene øker sannsynligheten for å treffe de fasene av menstruasjonssyklusen man ønsker å undersøke (Janse De Jonge et al., 2019). Kalenderbasert telling av dager kombinert med LH-test eller temperaturmåling kan være med å bestemme testtidspunkter, mens hormonmålingene verifiserer at eggøsning har skjedd og at rett fase av menstruasjonssyklusen blir undersøkt (Schmalenberger et al., 2021). Fordelen med LH-test er at man får en fortløpende indikasjon på eggøsningstidspunkt og kan bruke dette til å planlegge videre testdager (Schmalenberger et al., 2021). Dersom en forhøyning i LH blir detektert bør testing i SF forekomme så raskt som mulig mens østrogenkonsentrasjonen fremdeles er høy

(Janse De Jonge et al., 2019). Dersom førhøyning i LH ikke blir detektert, er det anbefalt å utsette testingen til neste syklus (Janse De Jonge et al., 2019). Blant fåtallet av studiene som har målt hormonkonsentrasjon, er det kun én studie som har vært tydelige i sine verifikasjonskriterier for testdag i SF (Tsampoukos et al., 2010). Her ble deltagerne kun inkludert i analysene dersom progesteronkonsentrasjonen var lik eller lavere enn 6,36 nM i SF, og østrogenkonsentrasjonen høyere i SF enn ML (Tsampoukos et al., 2010).

Man har videre sett at blodprøvetaking mellom 7 og 9 dager etter positiv LH-test var bedre enn enten 6 eller 11 til 12 dager for å bekrefte lutealfasen (Schaumberg et al., 2017). Det er derfor anbefalt å gjennomføre testing i ML 7-9 dager etter positiv LH-test for å øke sannsynligheten for å treffe perioden med høy progesteronkonsentrasjon (Janse De Jonge et al., 2019). Selv om progesteronkonsentrasjonen øker fra follikkelfasen til lutealfasen, er det likevel ingen konsensus hvor høy økning må være for at syklusen skal regnes som normal ovulatorisk (Janse De Jonge et al., 2019; Schmalenberger et al., 2021). Ved daglig hormonmonitorering av 68 kvinner ble det i 95 % av normal ovulatoriske sykluser demonstrert en progesteronkonsentrasjon som var høyere enn 16 nM i minimum 5 dager i lutealfasen (Landgren et al., 1980). For å redusere risikoen for å inkludere anovulatoriske eller lutealfase-defekte sykluser er det derfor, i de tilfellene hvor det kun gjøres én lutealfasemåling, anbefalt å sette en konservativ grense på 16 nM for progesteron (Janse De Jonge et al., 2019). De som eventuelt ikke imøtekommer kriteriet bør ekskluderes fra videre analyser, mens antall ekskluderte bør bli tydelig rapportert (Janse De Jonge et al., 2019).

Kvinner som bruker monofasiske p-piller er foreslått som en passende kontrollgruppe mot naturlig menstruerende kvinner, da disse tilføres stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske formene for østrogen og progesteron gjennom p-pillesyklusen (Hampson, 2020; Sims & Heather, 2018). Inklusjonskriteriene for p-pillebrukere har tidligere vært anbefalt å begrenses til samme merke, type og generasjon av p-piller for å begrense hormonell variasjon (Burrows & Peters, 2007; Elliott-Sale et al., 2013). En slik tilnærming er likevel vanskelig å gjennomføre i praksis da det er stor variasjon i hvilke p-pillemerker kvinner bruker (Knowles et al., 2019). Anbefalingen er derfor at man kontrollerer for et type prevensjonspreparat (eks. monofasiske p-piller, p-stav, hormonspiral) og oppgir merke og doseringsinnholdet i preparatet som blir benyttet (Hampson, 2020; Knowles et al., 2019; Thompson et al., 2020).

#### 2.4.2 Styrke, spenst og hurtighet

McNulty et al. (2020) publiserte nylig en systematisk oversiktsartikkel med metaanalyse som hadde til hensikt å undersøke effekten av menstruasjonssyklusen på treningsprestasjon. I dette avsnittet vil studier som har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på styrke, spenst og hurtighet bli presentert. Styrke er som tidligere nevnt en viktig komponent av spenst (avsnitt 2.3). Samtidig er det vist stor sammenheng mellom sprint og hopp høyde (Cronin & Hansen, 2005; Requena et al., 2011; Wisloff et al., 2004), som indikerer at mange av de samme faktorene er viktig for spenst og hurtighet. Sett bort fra forbindelsen mellom disse egenskapene, er styrke og hurtighet også inkludert for å gi et større sammenligningsgrunnlag ettersom det er få studier som har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på hopp høyde. McNulty et al. (2020) avsluttet sitt litteratursøk i april 2020, og det ble derfor foretatt et eget litteratursøk for å undersøke om flere artikler var publisert i 2020 og frem til mai 2021. Dette ble gjennomført i databasen PubMed med samme søkeord (ekskludert kondisjons- og utholdenhetsrelaterte ord) som McNulty et al. (2020). Etter dette litteratursøket ble ytterligere tre artikler inkludert. All tilgjengelige litteratur som har undersøkt en eller flere styrke-, spenst- og/eller hurtighetsparametere fra studien til McNulty et al. (2020) og eget litteratursøk er oppsummert i tabell 1. Informasjon om subjekter og testdager er gjengitt slik det er beskrevet i originalartikkelen med unntak av i teksten hvor forkortelsene for menstruasjonssyklusfasene er brukt som tidligere i denne masteroppgaven (TF, SF og ML).

Til vår viten er det kun tre studier som til nå har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på hopp høyde (Dasa et al., 2021; García-Pinillos et al., 2021; Julian et al., 2017). Ingen av disse fant forskjeller i hopp høyde ved svikthopp mellom menstruasjonssyklusfasene. García-Pinillos et al. (2021) undersøkte i tillegg hopp høyden ved knebøyhopp og fallhopp, og fant at hopp høyden ved knebøyhopp var lavere i TF sammenlignet med SF. Imidlertid brukte studien kun kalenderbasert telling av dager for å verifisere de ulike menstruasjonssyklusfasene, og individuell variasjon i sykluslengde ble ikke tatt hensyn til ettersom testdagene var forhåndsbestemt (García-Pinillos et al., 2021). Både Julian et al. (2017) og Dasa et al. (2021) målte konsentrasjonen av østrogen og progesteron, men det ble ikke satt noe kriterium for progesteron i lutealfasen i disse studiene, noe som kan ha ført til inklusjon av anovulatoriske eller lutealfase-defekte sykluser (Janse De Jonge et al., 2019). I tillegg undersøkte begge studiene kun to menstruasjonssyklusfaser (follikkelfasen og lutealfasen), og unnlot dermed den midterste menstruasjonssyklusfasen hvor østrogen er på sitt høyeste uten samtidig økning

i progesteron (Davis & Hackney, 2017; Reed & Carr, 2000). Alle de tre overnevnte studiene undersøkte også effekten av menstruasjonssyklusen på sprintprestasjon (< 30 m), og fant ingen forskjeller mellom menstruasjonssyklusfasene (Dasa et al., 2021; García-Pinillos et al., 2021; Julian et al., 2017). Dette er i tråd med Tsampoukos et al. (2010) som fant ingen forskjeller i løpsprestasjon under en 30 sekunder repetert sprint på ikke-motorisert løpemølle. Her testet man deltagerne i TF, egglossningsfase (samme dag som positiv LH-test) og ML, og inkluderte kun deltagerne i analysene dersom LH-test var positiv og progesteronkonsentrasjonen > 9,54 nM i lutealfasen.

Blant studiene som har undersøkt en eller flere styrkeparametere fant 15 av 19 studier ingen forskjeller mellom menstruasjonssyklusfasene (McNulty et al., 2020). Kun fire av disse studiene målte hormonkonsentrasjonen og satte i tillegg en nedre grense for progesteron i lutealfasen ( $\geq 9,54$  nM). Pallavi et al. (2017) fant høyere håndgrepsstyrke i follikkelfasen sammenlignet med menstruasjonsfasen og lutealfasen. Sarwar et al. (1996) fant også høyere håndgrepsstyrke, i tillegg til høyere kraft under en maksimal voluntær isometrisk kontraksjon (MVIC) ved 90° kneekstensjon, i midtre del av syklusen sammenlignet med de andre menstruasjonssyklusfasene. I den studien inkluderte de like mange p-pillebrukere (n= 10) som naturlig menstruerende, og fant ingen forskjeller i håndgrepsstyrke eller MVIC hos de som brukte p-piller. Tenan et al. (2016) målte også MVIC ved 90° kneekstensjon, men fant at denne var lavere i ML sammenlignet med SF, egglossningsfase og sen lutealfase. Weidauer et al. (2020) fant lavere håndgrepsstyrke og isokinetisk styrke ved 180 og 300°/sek knefleksjon og -ekstensjon i TF sammenlignet med egglossningsfase og ML. Isokinetisk styrke ved 60°/sek knefleksjon og -ekstensjon var også lavere i TF sammenlignet med egglossningsfase i den studien. Imidlertid inkluderte Weidauer et al. (2020) like mange p-pillebrukere (n= 25) som naturlig menstruerende, og fant de samme forskjellene i håndgrepsstyrke og isokinetisk styrke hos de som brukte p-piller. Som metode for å verifisere menstruasjonssyklusfasene benyttet Pallavi et al. (2017) og Sarwar et al. (1996) kun kalenderbasert telling av dager, mens Tenan et al. (2016) i tillegg benyttet måling av basal kroppstemperatur. Ingen av disse studiene kan derfor utelukke å ha inkludert personer uten normal hormonvariasjon i sine analyser. I studien til Weidauer et al. (2020) ble konsentrasjonen av østrogen og progesteron målt, og deltagerne ble kun inkludert i analysene dersom LH-test var positiv. Det ble likevel ikke satt noe kriterium for progesteron i lutealfasen, som kan ha ført til inklusjon av anovulatoriske eller lutealfase-defekt sykluser.

I studier med lavt deltagerantall kan inklusjon av anovulatoriske og lutealfase-defekte sykluser maskere signifikante utfall (Janse De Jonge et al., 2019). Ser man bort fra Pallavi et al. (2017) og Montgomery & Shultz (2010), som inkluderte henholdsvis 100 og 71 deltagere i sine studier, har resten av studiene et gjennomsnittlig (SD) deltagerantall på 13 (5) deltagere (tabell 1). Lavt deltagerantall i kombinasjon med forskjellig prestasjonsutfall og deltagerkarakteristikker, slik som treningsstatus, kan ha bidratt til sprikende funn (McNulty et al., 2020). Etersom det i tillegg er begrenset hvilke metoder som er brukt for å verifisere de ulike menstruasjonssyklusfasene, er det fremdeles uklart hvilke effekter menstruasjonssyklusen har på styrke, spenst og hurtighet.



**Tabell 1** Oversikt over studier som har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på styrke, spenst og/eller hurtighet.

Forfatter(e)	Subjekter	Metode(r) for verifisering av menstruasjonssyklusfase	Kriteriet for eggløsning	Testdager	Resultat
<b>Dibrezzo et al. (1988)</b>	24 friske kvinner i alderen 18-36 år	Telling av dager	Ikke oppgitt	Menstruasjonsfase (dag 2) Egglosningsfase (dag 13-14) Lutealfase (egglosningsfase + 10 dager)	Ingen forskjell i isokinetisk styrke målt ved 60, 180 og 240°/sek kneekstensjon.
<b>Lebrun et al. (1995)</b>	16 trente kvinner	Telling av dager Basal kroppstemperatur Serum Ø og P	Vedvarende 0.2 – 0.3°C økning i kroppstemperatur Serum P > 16 nM	Tidlig follikkelfase (dag 3-8) Midtre lutealfase (estimert egglosningstidspunkt +4-9 dager) (basert på økning i kroppstemperatur i innehavende syklus)	Ingen forskjell i isokinetisk styrke målt ved 30°/sek knefleksjon og -ekstensjon.
<b>Sarwar et al. (1996)</b>	10 menstruerende 10 p-pillebrukere	Telling av dager	Ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 1-7) Midtre follikkelfase (dag 7-12) Midtre syklus (dag 12-18) (14 dager før neste syklus) Midtre lutealfasen (dag 18-21) Sen lutealfase (dag 21-32)	MVIC ved 90° kneekstensjon og håndgrepsstyrke var høyere i midtre syklus. Ingen forskjeller ble funnet hos de som brukte p-piller.
<b>Ettinger et al. (1998)</b>	10 friske kvinner	Telling av dager Serum Ø og P	Ikke oppgitt	Menstruasjonsfase (dag 1-4) Follikkelfase (dag 10-12)	Ingen forskjell i håndgrepsstyrke.

<b>Birch &amp; Reilly (1999)</b>	17 kvinner i alderen 18-32 år	Telling av dager Basal kroppstemperatur	Økt kroppstemperatur > 0.5°C	Menstruasjonsfase Midtre follikkelfase Eggløsningsfase (innen 48t av endring i basal kroppstemperatur målt over to måneder) Midtre lutealfase Pre-menstruasjonsfase Testdag i hver fase ikke oppgitt.	Ingen forskjell i maksimal isometrisk løftestyrke eller dynamisk løftstyrke (maksimal akseptabel belastning løftet seks ganger per minutt i 10 min).
<b>Jonge et al. (2001)</b>	15 aktive kvinner	Telling av dager Basal kroppstemperatur Serum Ø, P, FSH og LH	FSH og LH (blod) Serum P > 16 nM	Tidlig follikkelfase (dag 1-3) Sen follikkelfase (estimert ut fra endring i basal kroppstemperatur i foregående syklus) Lutealfase (testdag ikke oppgitt)	Ingen forskjell i håndgripsstyrke, MVIC med elektrisk stimulering ved 60° kneekstensjon, nevralt aktivering, twitch og tetanus karakteristikk, isokinetisk styrke målt ved 60 og 240°/sek kneekstensjon og muskeltrøtthet.
<b>Birch &amp; Reilly (2002)</b>	10 friske kvinner	Telling av dager Basal kroppstemperatur	Økt kroppstemperatur ≥ 0.4°C	Midtre follikkelfase Midtre lutealfase Testdag i hver fase ikke oppgitt	Ingen forskjell i maksimal isometrisk løftestyrke. Maksimal isometrisk løftestyrke var høyere kl.18 enn kl.06 i lutealfasen, mens ingen effekt av tid på døgnet ble funnet i follikkelfasen.

<b>Elliott-Sale et al. (2003)</b>	7 friske kvinnelige studenter	Telling av dager Basal kroppstemperatur Serum Ø og P	Økt kroppstemperatur Positiv LH-test (urin) Kriteriet for serum P ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 2) Midtre lutealfase (eggløsningstidspunkt +7 dager) (basert på en måned med måling av kroppstemperatur og LH)	Ingen forskjell i første dorsal interosseus kraft (MVIC).
<b>Hertel et al. (2006)</b>	14 friske studenter som konkurrerte i cheerleading eller fotball	Telling av dager Estrone-3-glucuronide og pregnanediol-3-glucoronide (urin), metabolitter av henholdsvis østrogen og progesteron.	Positiv LH-test (urin)	Midtre follikkelfase (estimert eggløsningstidspunkt - 4-7 dager) Eggløsningsfase (estimert eggløsningstidspunkt + 2 dager) Midtre lutealfase (estimert eggløsningstidspunkt + 7-10 dager)	Ingen forskjell i isokinetisk styrke målt ved 120°/sek knefleksjon og -ekstensjon.
<b>Abt et al. (2007)</b>	10 aktive kvinnelige studenter	Telling av dager Serum Ø og P	Positiv LH-test (urin) Serum P $\geq$ 32 nM	Menstruasjonsfase (dag 3) Post-eggløsning (24-36t etter positiv LH-test) Midtre lutealfase (positiv LH-test + 7 dager)	Ingen forskjell i isokinetisk styrke målt ved 60 og 180°/sek kneekstensjon.
<b>Kubo et al. (2009)</b>	8 lite til moderat aktive kvinner	Telling av dager Basal kroppstemperatur Serum Ø og P	LH (blod) Kriteriet for serum P og LH ikke oppgitt	Menstruasjonsfase (dag 1-3) Eggløsningsfase (estimert eggløsningstidspunkt + 2 dager) Lutealfase (estimert eggløsningstidspunkt + 7-10 dager)	Ingen forskjell i MVIC ved 90° ankelfleksjon og kneekstensjon, aktiveringsgrad eller twitch-egenskaper (maksimalt dreiemoment, tid til maksimalt dreiemoment og halv-relaksasjonstid).

<b>Tsampoukos et al. (2010)</b>	14 godt trente kvinnelige studenter	Telling av dager Serum Ø og P	Positiv LH-test (urin) Serum P > 9,54 nM	Tidlig follikkelfase Eggløsningsfase (samme dag som positiv LH-test) Midtre lutealfase Testdager i hver fase ikke oppgitt. Basert på figur over testdager foregikk testingen på dag 3, 12 og 21 ved en hypotetisk 28 dagers syklus.	Ingen forskjell i prestasjon (høyest, gjennomsnittlig og trøtthetsrate for effekt og hastighet) under en 30 sek repetert sprint på ikke-motorisert løpemølle med 2 min passiv hvile.
<b>Montgomery &amp; Shultz (2010)</b>	71 moderat aktive kvinner	Telling av dager Serum Ø og P	Positiv LH-test (urin) Serum P > 9,54 nM	Menstruasjonsfase (dag 1-6) Tidlig lutealfase Midtre lutealfase Testdager i lutealfase ble utført en av de første 8 dagene etter positiv LH-test (målt to foregående sykluser), og videre gruppert ut fra hormonskonsentrasjon på testdag: tidlig ved økning i progesteron eller sen nærme maks progesteronverdi	Ingen forskjell i MVIC ved 160° knefleksjon og -ekstensjon fra follikkelfasen til lutealfasen uavhengig av om deltagerne ble testet i tidlig lutealfase, midtre lutealfase eller var anovulatoriske (P < 9,5 nM).
<b>Jarvis et al. (2011)</b>	11 friske kvinner	Telling av dager Serum Ø og P	Positiv LH-test (urin) Kriteriet for serum P ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 1-4) Midtre lutealfase (dag 19-22)	Ingen forskjell i håndgripsstyrke eller tid til utmattelse ved 40% av MVIC.

<b>Tenan et al. (2016)</b>	9 aktive kvinner	Telling av dager Basal kroppstemperatur	Bifasisk respons i kroppstemperatur	Tidlig follikkelfase Sen follikkelfase Eggløsningsfase Midtre lutealfase Sen lutealfase Fasene delt inn i like store deler basert på egg-løsnings-tidspunkt (estimert ut fra endring i basal kroppstemperatur i foregående syklus).	MVIC ved 90° kneekstensjon var lavere i midtre lutealfase sammenlignet med sen follikkelfase, egg-løsningsfase og sen lutealfase.
<b>Pallavi et al. (2017)</b>	100 moderat til utrente kvinnelige studenter	Telling av dager	Ikke oppgitt	Menstruasjonsfase Follikkelfase Lutealfase Testdag i hver fase ikke oppgitt.	Håndgrepsstyrke og totalt arbeid var høyere i follikkelfasen. Trøtthetsraten var høyest i menstruasjonsfasen.
<b>Julian et al. (2017)</b>	9 kvinnelige fotballspillere på høyt nasjonalt nivå (Tyskland)	Telling av dager Serum Ø og P	Ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 5-7) Midtre lutealfase (dag 21-22)	Ingen forskjell i hopphøyde (svikthopp) eller sprint (0-5, 0-10 og 0-30m).
<b>Ansdell et al. (2019)</b>	15 kvinner	Telling av dager Serum Ø og P	Kriteriet for serum P ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 2) Sen follikkelfase (dag 14) Midtre lutealfase (dag 21)	Ingen forskjell i MVIC ved 90° kneekstensjon.

<b>Romero-Moraleda et al. (2019)</b>	13 kvinnelige triatleter	Telling av dager Basal kroppstemperatur	Positiv LH-test (urin)	Tidlig follikkelfase (under menstruasjonen) Sen follikkelfase (ved positiv LH-test) Midtre lutealfase (70-75% av sykluslengde) Testdag i hver fase ikke spesifisert.	Ingen forskjell i hastighet, kraft eller effekt ved belastning tilsvarende 20, 40, 60 og 80% av 1 repetisjon maksimum i halv knebøy i Smith maskin.
<b>Weidauer et al. (2020)</b>	22 menstruerende 24 p-pillebrukere	Telling av dager Serum E og P	Positiv LH-test (urin) Kriteriet for serum P ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (innen 72t etter påbegynt menstruasjon) Eggløsningsfase (innen 48t etter positiv LH-test) Midtre lutealfase (+7 dager etter testdag i eggløsningsfase)	Håndgrepsstyrke og isokinetisk styrke målt ved 180 og 300°/sek knefleksjon og -ekstensjon var lavere i tidlig follikkelfase sammenlignet med eggløsningsfase og midtre lutealfase for både menstruasjons- og p-pillegruppen Isokinetisk styrke målt ved 60°/sek knefleksjon og -ekstensjon var lavere i tidlig follikkelfase sammenlignet med eggløsningsfase for begge grupper.
<b>Dasa et al. (2021)</b>	8 menstruerende 21 p-pillebrukere (utøvere fra fotball, håndball og volleyball)	Telling av dager Serum E og P	Kriteriet for serum P ikke oppgitt	Follikkelfase (progesteron < 0.5 nM) Lutealfase (progesteron > 5.5 nM) Testet deltagerne ukentlig i 6 uker og allokeret til hver fase i etterkant basert på serum E og P (2 testdager i hver fase).	Ingen forskjell i håndgrepsstyrke, 20-m sprint, hopp høyde (svikthopp) og beinpress for verken menstruasjonsgruppen eller p-pillegruppen.

<b>García-Pinillos et al. (2021)</b>	9 trente kvinner	Telling av dager	Ikke oppgitt	Tidlig follikkelfase (dag 1-3) Sen follikkelfase (dag 7-10) Midtre lutealfase (dag 19-21)	Hopp høyden ved knebøyhopp var høyere i sen follikkelfase sammenlignet med tidlig follikkelfase. Ingen forskjell i hopphøyde ved svikthopp og fallhopp fra 30 cm boks, 30-m sprint eller kraft-hastighetsprofilering (svikthopp og sprint).
--------------------------------------	------------------	------------------	--------------	---	---

---

*Ø= østrogen; P= progesteron; FSH= follikkelstimulerende hormon; LH= luteiniserende hormon; MVIC= maximal voluntary isometric contraction.*

---

## 3 Metode

### 3.1 Utvalg

Rekruttering av deltagere ble gjort gjennom besøk i bachelorgradsklasser på NIH og deling av informasjonsskriv om studien (vedlegg III) i sosiale medier. Det ble så opp til interesserte å ta kontakt på mail. I tillegg ble relevante venner og bekjente kontaktet, som videre forhørte seg i sine omgangskretser. For å kunne delta måtte personen innfri inklusjonskriteriene som enten naturlig menstruerende, heretter kalt menstruasjonsgruppen, eller p-pillebruker, heretter kalt p-pillegruppen (tabell 2). Det var totalt 22 personer som kom til første testtilvenning etter å ha meldt interesse for studien (figur 3). Av disse var det en person som trakk seg etter gjennomføring av andre testtilvenningsdag fordi studien ikke lot seg kombinere med fotballagets treningsplan. En annen person trakk seg etter gjennomføring av andre testdag grunnet avlyst undervisning som gjorde at hun ikke ville være i Oslo ut testperioden. Begge personene som trakk seg, tilhørte p-pillegruppen. Resterende personer (n= 20) fullførte alle testdager som planlagt, med lik fordeling mellom menstruasjonsgruppen og p-pillegruppen. Flertallet av deltagerne i de to gruppene drev med trening eller konkurrerte fremdeles i idrett på høyt nasjonalt nivå.

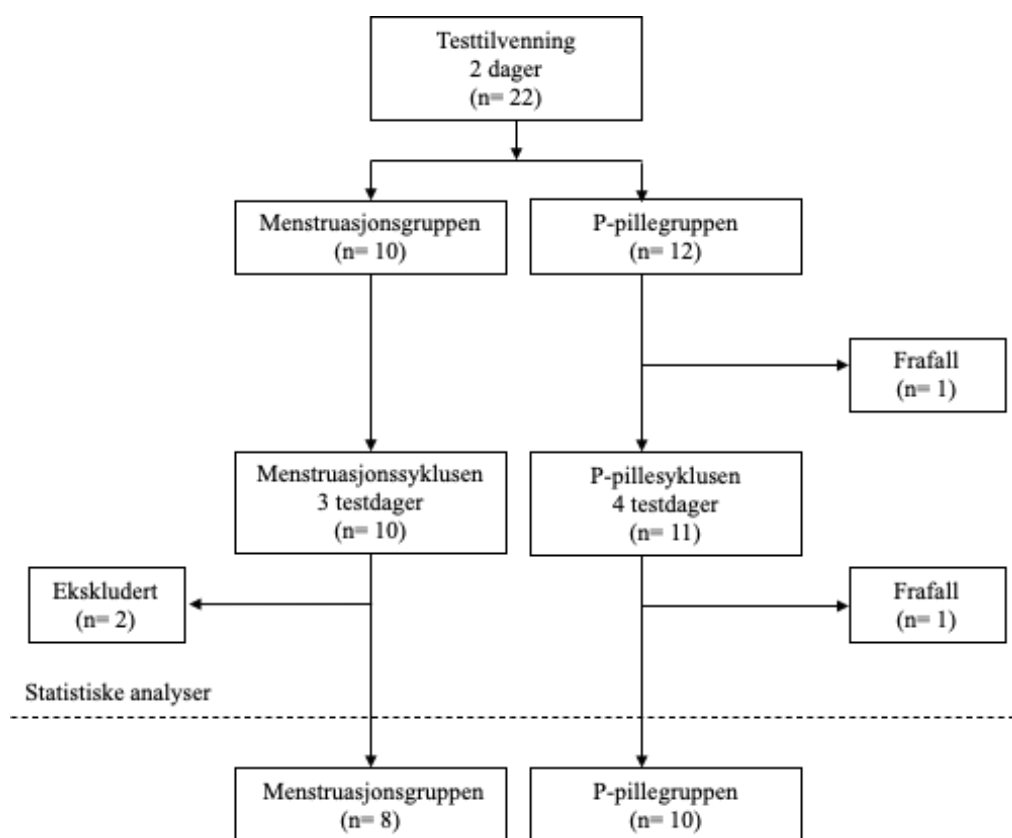
*Tabell 2 Oversikt over inklusjonskriterier for deltagelse i studien*

<b>Menstruasjonsgruppen</b>	<b>P-pillegruppen</b>
Alder 18-35 år	Alderen 18-35 år
Normal/regelmessig menstruasjon	Bruker monofasiske p-piller
Frisk (sjekkes ut gjennom helseskjema – vedlegg V)	Frisk (sjekkes ut gjennom helseskjema – vedlegg V)
Normalvektig ( $KMI \leq 25$ )	Normalvektig ( $KMI \leq 25$ )
«Moderat til godt trent» når det gjelder styrke, spenst og/eller hurtighet	«Moderat til godt trent» når det gjelder styrke, spenst og/eller hurtighet
Trener $\geq 3$ ganger i uken	Trener $\geq 3$ ganger i uken



**Tabell 3** Oversikt over eksklusjonskriterier for deltagelse i studien

<b>Menstruasjonsgruppen</b>	<b>P-pillegruppen</b>
Unormal/uregelmessig menstruasjon de siste 3 måneder	Bruker flerfase p-piller eller andre prevensjonspreparater enn monofasiske p-piller
Brukt prevensjonspreparater de siste 3 måneder	Nylig startet på p-piller (de siste 3 måneder)



**Figur 3** Flyttdiagram med oversikt over antall(n) deltagere, testdager og frafall/eksklusjon underveis i studien.

**Tabell 4** Oversikt over p-pillepreparater benyttet av p-pillegruppen i denne studien. Innholdet av gestagen (levonorgestrel, desogestrel eller drospirenon) og etinyløstradiol (mg) er hentet fra felleskatalogen.

	Antall (n)	Levonorgestrel (mg)	Desogestrel (mg)	Drospirenon (mg)	Etinyløstradiol (mg)
Almina 28	3	0,10			0,02
Microgynon	1	0,15			0,03
Mercilon	1		0,15		0,02
Mirabella	1	0,10			0,02
Meleva	1	0,15			0,03
Oralcon	1	0,15			0,03
Yaz	2			3,0	0,02

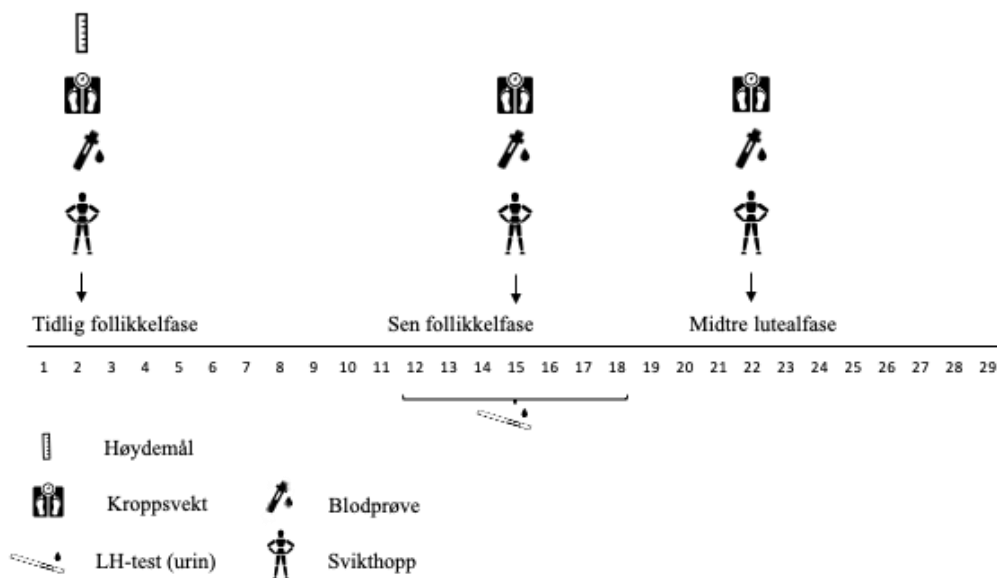
### 3.1.1 Etiske aspekter

Studien ble godkjent av NIHs etiske komité (ref.nr: 140 – 180620; vedlegg I), samt meldt inn og godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD) (ref.nr: 719640; vedlegg II). Ved inngang til studien fikk deltagerne utlevert et informert samtykkeskriv (Vedlegg IV), samt en muntlig beskrivelse av hva deltagelse ville innebære. Siste siden av samtykkeskrivet skulle returneres med skriftlig samtykke om at deltageren hadde lest informasjonen og ønsket å delta. Deltagerne fylte også ut og returnerte helseskjema (Vedlegg V) som bekreftet helse- og treningsstatus i overenstemmelse med inklusjonskriteriene til studien (tabell 2). Etiske retningslinjer og regler for innsamling av data ble gjort i henhold til Helsinkideklarasjonen (World Medical Association, 2013).

## 3.2 Studiedesign

Studien er en prospektiv kohort parallellgruppe studie og gikk over en periode på tre måneder fra oktober til desember 2020. Deltagerne måtte møte opp på NIH totalt fem-seks ganger i løpet av perioden. De to første oppmøtedagene var tilvenningsdager hvor deltageren ble godt kjent med studiens oppvarmings- og testprotokoll. I tillegg var det nødvendig med en samtale på første tilvenningsdag for å kartlegge deltagerens menstruasjons- eller p-pillesyklus og planlegge videre testdager. Resterende testdager var fordelt ulikt utover i perioden avhengig av om deltageren tilhørte menstruasjonsgruppen eller p-pillegruppen.

Menstruasjonsgruppen skulle møte opp på tre testdager (figur 4). Siden lengden på menstruasjonssyklusen kan variere mye mellom personer (Bull et al., 2019), ble testdagene tilpasset individuelt. Testdagene ble fordelt med hensikt om å teste på de tre uttalte punktene i menstruasjonssyklusen tilknyttet hormonfluktusjon (TF, SF og ML). Testdagen i TF ble gjennomført innenfor dag 2-4 av menstruasjonen, da vi ønsket å unngå første blødningsdag, som for mange er assosiert med mest menstruasjonssymptomer (Iacovides et al., 2015; White et al., 2011). Videre er lengden på follikkelfasen vist å variere mer mellom personer enn den påfølgende lutealfasen, som stort sett varer i 12-14 dager uavhengig av sykluslengde (Bull et al., 2019). Testdagen i SF (like før eggløsning) ble derfor estimert til 14 dager før første menstruasjonsdag i påfølgende syklus. Dette ble regnet ut fra deltagerens gjennomsnittlige sykluslengde i de to-tre foregående menstruasjonssyklusene. En syklus ble regnet fra første menstruasjonsdag (inkludert) til første menstruasjonsdag i neste syklus (ekskludert) (Landgren et al., 1980). Testdagen i ML ble gjennomført 7-9 dager etter estimert testtidspunkt i SF. Dette for å øke sannsynligheten for å treffe perioden med høy progesteronkonsentrasjon (Janse De Jonge et al., 2019). Grunnet blodprøvetaking testet vi ikke deltagerne i menstruasjonssgruppen på helgedager. Dersom estimert testdag falt på en helgedag gjennomførte vi dette på nærmeste ukedag.



**Figur 4** Illustrasjon som viser hvordan testdagene kunne fordele seg hos en deltager i menstruasjonssgruppen med gjennomsnittlig menstruasjonssykluslengde på 29 dager.

P-pillegruppen skulle møte opp til testing én gang per uke i fire uker (28 dager) tilsvarende en p-pillesyklus. Testingen måtte skje mellom dag 2-6 innad i den respektive uken i p-pillesyklusen. I den hormonfrie uken (uke 1) var kriteriet at deltageren hadde fått menstruasjonslignende blødning og at testingen ikke skulle skje på første blødningsdag i likhet med menstruasjonsgruppen.

For å minimere påvirkningen av en eventuell læringseffekt utover i testperioden ble deltagerne i begge grupper startet på forskjellige steder i syklusen. I menstruasjonsgruppen startet 4, 3 og 3 deltagere i henholdsvis TF, SF og ML. I p-pillegruppen startet 3, 3, 2 og 2 deltagere i henholdsvis uke 1 (hormonfri uke), uke 2, uke 3 og uke 4 i p-pillesyklusen. Tildeling av første testdag ble ikke randomisert, men bestemt ut fra hva som passet best med deltagerens syklus og kalender ved inngang til studien, samt hvilke testdager som etterhvert ble fylt opp utover i testperioden med intensjon om å fordele et likt antall deltagere på hver av de tre-fire testdagene.

Det var en deltager i menstruasjonsgruppen som ble testet på dag 1 og en som ble testet på dag 5 av menstruasjonen grunnet henholdsvis forsinket og fremskyndet menstruasjon hvor det av logistiske grunner ikke passet å teste andre dager. Det var også en i menstruasjonsgruppen som ble testet på dag 7 av menstruasjonen da personen var syk de første dagene av menstruasjonen og det ikke var mulig å teste i påfølgende syklus. To av deltagerne i p-pillegruppen måtte gjennomføre siste testdag (begge i uke 1) i påfølgende syklus på grunn av henholdsvis sykdom og reise. På grunn av kansellert undervisning var det også en deltager i p-pillegruppen som var bortreist. Denne personen gjennomførte testingen på dag 7 innad i den respektive uken (uke 2) på grunn av mangel på tid til å gjennomføre i påfølgende syklus.

### **3.3 Testprosedyrer**

Hovedtesten som ble gjennomført i denne studien var vertikalt svikthopp. Alle testene foregikk i biomekanisk laboratorium på NIH mellom kl.8-11 på morgenen. Deltagerne fikk beskjed om å ha på treningstøy og bruke samme skotøy hver testdag. Det ble også tatt en blodprøve av menstruasjonsgruppen på testdag for å verifisere fase av menstruasjonssyklusen i etterkant. Menstruasjonsgruppen fikk også utdelt egglosningstester for å identifisere forhøyet LH i urin rundt midtre del av syklus. Iført treningstøy og uten sko ble høyde (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Tyskland) registrert første testdag, mens vekt (Seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Tyskland) ble registrert hver testdag. 24 timer før første testdag ble deltagerne

oppfordret til å fylle ut et måltidsregistreringsskjema (vedlegg VI) og forsøke å replikere samme aktivitet, mat- og væskeinntak 24 timer før resterende testdager. Deltagerne ble også oppfordret til å avstå fra tung styrketrening for bein 48 timer før testdag.

### 3.3.1 Blodprøve

Ved oppmøte på hver testdag ble det tatt en blodprøve av menstruasjonsgruppen for å verifisere menstruasjonssyklusfase i etterkant. Alle blodprøver ble tatt av samme kvalifiserte person. Blodprøven ble tatt fra en vene på fremsiden av albueleddet (anterior cubital vene) og fylt i et 5 ml serumrør med deltageren enten sittende eller delvis liggende i en stol. Serumrøret ble merket og stående 30 min i romtemperatur for koagulering. Serumrøret ble deretter sentrifugert på 2500 g ved 4 °C i 10 min. Etter sentrifugering ble prøven satt midlertidig i kjøleskap (6 °C) før den ble levert til Først medisinsk laboratorium (Alnabru, Oslo) for analyse av S-Østradiol og S-Progesteron.

### 3.3.2 Vertikalt svikthopp

Like etter ankomst på testdag startet deltageren med generell oppvarming. Dette ble gjennomført i idrettshallen på NIH og bestod av 5 min lett til moderat jogg etterfulgt av 3 stigningsløp på ca. 40 meter. Deltageren fikk beskjed om å gå tilbake mellom stigningsløpene. Etter oppvarming ble deltageren fulgt inn i laboratoriet for testing. Testprotokoll bestod av 3 maksimale svikthopp fordelt med 30 sek pause og 5 repeterte svikthopp fordelt med 7 sek pause (figur 5). Deltageren ble instruert til å stå med ca. en skulderbredde avstand mellom føttene og holde hendene på hoftekammen under hele bevegelsen. Øvelsen ble utført i én helhetlig bevegelse initiert av en sviktfase ned til selvvalgt dybde (ca. 90° knevinkel) etterfulgt av en maksimal sats vertikalt.



**Figur 5** Studiens testprotokoll. s= sekunder.

Vertikalt svikthopp er vist å være en av de mest reliable hopptestene (Markovic et al., 2004). Den mest studerte og rapporterte variabelen er hopp høyde (Souza et al., 2020). Markovic et al. (2004) rapporterte en intraklasse korrelasjonskoeffisient (ICC) på 0.98 og en variasjonskoeffisient (CV) på 2,8% for hopp høyde. Souza et al. (2020) demonstrerte også utmerket ICC (0.94) for hopp høyde, men fant en høyere CV på 5,8%. Dette er relativt likt det vi har funnet etter gjennomkjøring av studiens testprotokoll i 10 påfølgende dager (ikke rapportert) hvor CV var 4,2 – 5,3 % (n= 2) for hopp høyde.

### 3.3.3 LH-test (urin)

Som indirekte verifikasjon av eggløsning og estimert testtidspunkt i SF fikk deltagerne i menstruasjonsgruppen utlevert en pakke med 7 stk Metode eggløsningstest (PXG Pharma GmbH, Mannheim, Tyskland). I tillegg til vedlagt bruksanvisning fikk deltagerne muntlig instruks for hvordan testen skulle brukes. Deltagerne skulle begynne med LH-testing ut fra gjennomsnittlig sykluslengde som instruert i pakningsvedlegget. Blant deltagerne varierte dette fra dag 7 til 13 i menstruasjonssyklusen. Testen skulle videre tas til et fast tidspunkt mellom kl.10.00 og 20.00 i syv påfølgende dager. Deltageren skulle unngå å bruke morgenurin og drikke mye væske de siste to timene, i tillegg til helst ikke å ha tisset de siste fire timene. Deltageren fikk beskjed om å rapportere inn når testen ble positiv som indikert ved en like sterk eller sterkere farget teststrek enn kontrollstrek. Deltageren stod så fritt til å avslutte og beholde resterende LH-tester.

Metode eggløsningstest detekterer ikke høyest LH konsentrasjon, men forhøyningen i LH (positiv ved konsentrasjon  $> 20$  IU/L), som virker å være en bedre prediktor for eggløsning grunnet den periodiske utskillelsen av LH (Fatemi, 2009). I de fleste tilfeller er eggløsningen vist å forekomme innen 48 timer etter en slik forhøyning (Su et al., 2017). Det kan være flere grunner til at testen eventuelt ikke blir positiv. Det har kanskje ikke vært en LH-økning i denne syklusen, testen kan ha blitt gjort for tidlig eller for sent i syklusen eller mengden LH i urinen kan ha vært for lav.

Fire av deltagerne rapporterte positiv LH-test i løpet av de syv utleverte testpinnene. En deltager gjentok testing i påfølgende syklus da verken positiv LH-test eller tilstrekkelig progesteronøkning ble detektert i første syklus. Fem av deltagerne, hvorav den ene som gjentok testingen i påfølgende syklus, fikk utlevert ytterligere tre LH-tester og fortsatte med testing i tre dager (totalt 10 dager) ved mistanke om at testingen var påbegynt for tidlig i syklusen. To av deltagerne, hvorav den ene som gjentok testen i påfølgende syklus, rapporterte positiv LH-test i løpet av de tre ekstra dagene. Totalt var det til slutt seks av ti deltagere i menstruasjonsgruppen som hadde positiv LH-test rundt testdag i SF.

### 3.4 Databehandling

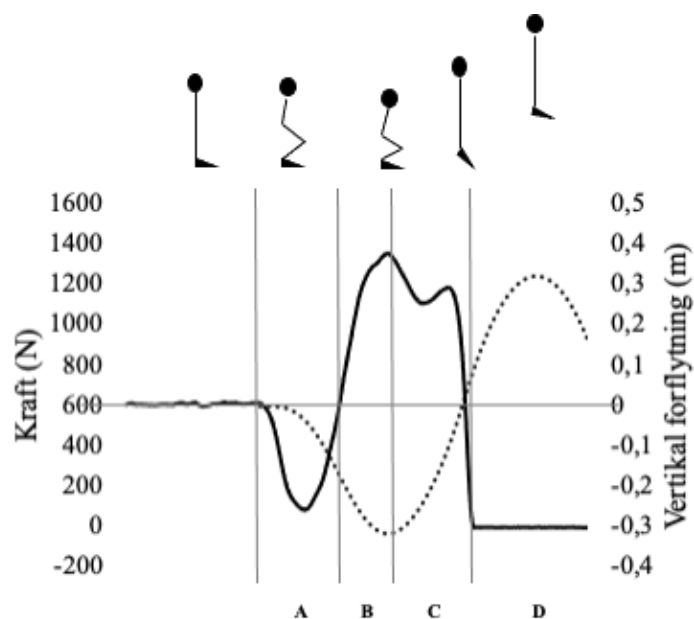
Alle svikthoppene ble utført stående på en fastmontert kraftplattform av typen AMTI (LG6-4-1, Watertown, USA). Dataene ble analogt forsterket (forsterkningsfaktor 2000) og lavpassfiltrert med knekkfrekvens 1050Hz (SGA6-4, AMTI, Watertown, USA), digitalisert med 1500 Hz samplingsfrekvens og 16 bits oppløsning (USB2533, Measurement Computing, Norton, USA) og lagret i Qualisys Track Management (QTM 2019.3, Gøteborg, Sverige). Forsterkerens nullnivå ble justert manuelt 1-5 min før første hopp.

#### 3.4.1 Utregning av hopp høyde

Dataene ble eksportert som c3d-fil fra QTM og lest inn i Matlab (Mathworks, Massachusetts, USA) ved hjelp av Biomechanical Toolkit (Barre & Armand, 2014). Utregning av hopp høyde ble gjort med impuls-metoden, som anses å være den mest reliable (Balsalobre-Fernández et al., 2014; Silveira et al., 2017). Målingene av vertikal kraft ble først filtrert med et digitalt lavpassfilter (toveis andreordens Butterworth filter, knekkfrekvens 50 Hz). Impuls ble regnet som integralet av summen av bakkekontaktkrefter ( $F_{bakke}$ ) og tyngdekraft ( $F_{tyngde}$ ) over satsens varighet:

$$I = \int_{t_{start}}^{t_{avsats}} (F_{bakke} - F_{tyngde}) dt.$$

Integralet ble regnet ut med trapes-metoden.  $F_{tyngde}$  ble definert som gjennomsnittlig bakkekontaktkraft over en periode på 1 sek hvor deltageren stod i ro før hoppet startet,  $t_{start}$  som tidspunktet når  $F_{bakke}$  falt under  $F_{tyngde}$ , og  $t_{avsats}$  som tidspunktet hvor bakkekontaktkraften falt under en terskelverdi på 10 N. Siden deltageren står i ro før satsen starter og impuls er lik endring i bevegelsesmengde ( $p = m \cdot v$ ), så kan man beregne hastigheten ( $v$ ) til deltagerens tyngdepunkt idet føttene forlater kraftplattformen fra sammenhengen  $v_{avsats} = I/m$ . Fra prinsippet om bevaring av mekanisk energi kan man beregne hopp høyde ( $h$ ) ved å sette bevegelsesenergien idet føttene forlater bakken lik stillingsenergien på det høyeste punktet i hoppet, som gir oss formelen  $h = v^2/(2 \cdot g)$  (Wade et al., 2020), hvor  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  er tyngdeakselerasjonen.



**Figur 6** Bakkekontaktkrefter (N) (heltrukket sort linje) og vertikal forflytning (m) (stiplet linje) gjennom ulike faser (A-D) av et vertikalt svikhopp. Horizontal grå linje indikerer kroppsvekt. Vertikale grå linjer indikerer start og slutt på de ulike hoppfasene. A= sviktfase; B= bremsefase; C= fremdriftsfase; D= flyfase.

Hoppets sviktfase ble definert som tid fra 95% av kroppsvekt til 100% av kroppsvekt, bremsefase fra slutt sviktfase til  $v = 0$ , fremdriftsfase fra slutt bremsefase til kraft  $< 10$  N, og flyfase fra slutt fremdriftsfase til kraft  $> 10$  N (figur 6). Satstid ble definert som sviktfase + bremsefase + fremdriftsfase. Fra kraftdata ble det også gjort utregninger av effekt, definert som endring i mekanisk energi per tid ( $mv(a+g)$ ), og maksimal endringsrate kraft (RFD; *rate of force development* på engelsk), definert som tidsderivatet av kraft (snitt over 5ms).

### 3.4.2 Analyse av østrogen og progesteron

Analyse av S-Østradiol og S-Progesteron ble utført på en automatisert immunoassay analysator (Advia Centaur XPT, Siemens Healthineers, Erlangen, Tyskland) på Først medisinsk laboratorium (Alnabru, Oslo). Metodene som ble brukt er fra samme leverandør, hvor prinsippet er kjemiluminiscense med acridinium ester som merkestoff. Måloområdet for S-Progesteron med denne metoden er 3,0 –190,0 nM. Det var derfor ikke mulig å få eksakt svar på progesteronkonsentrasjon  $< 3$  nM, da det ville medført stor usikkerhet rundt resultatene. Konsentrasjoner  $< 3$  nM ble derfor satt til 2,99 nM. Først medisinsk laboratorium oppgir en analytisk CV på 13,9 % og 6,3 % for henholdsvis S-Østradiol og S-Progesteron.



Som anbefalt (Janse De Jonge et al., 2019) ble det satt en nedre grense på 16 nM for progesteron i ML, da det er foreslått å redusere risikoen for å inkludere anovulatoriske eller lutealfase-defekte sykluser (Landgren et al., 1980). Syv av deltagerne imøtekom dette kriteriet. Av de tre som hadde progesteronkonsentrasjon < 16 nM gjentok to av deltagerne testing i påfølgende syklus. En av disse gjentok testing både i SF og ML, da verken positiv LH-test eller tilstrekkelig progesteronøkning ble detektert i første syklus. Den andre deltageren gjentok kun testing i ML, da første testdag for denne personen var i ML og positiv LH-test ble detektert i påfølgende syklus. Den siste deltageren som ikke imøtekom kriteriet for progesteronkonsentrasjon i ML fikk ikke mulighet til å gjenta testingen grunnet mangel på tid. Begge deltagerne som gjentok testing, imøtekom kriteriet i påfølgende syklus. Totalt var det til slutt ni deltagere i menstruasjonsgruppen som hadde positiv LH-test og/eller progesteronkonsentrasjon > 16 nM på testdag i ML. Ytterligere en deltager måtte likevel ekskluderes fra de statistiske analysene på bakgrunn av for høy progesteronkonsentrasjon (14 nM) ved testdag i SF, som tyder på at deltageren allerede var over i lutealfasen. Her ble det satt en øvre grense på 6,36 nM for progesteron i tråd med hva som er gjort tidligere (Janse De Jonge et al., 2019; Tsampoukos et al., 2010).

### **3.5 Statistiske analyser**

Statistiske analyser og grafisk fremstilling av resultater ble utført i GraphPad Prism 9 (versjon 9.0.1, GraphPad Software, San Diego, USA). Normalfordeling ble sjekket automatisk av programvaren ved valg av parametriske tester. Dataene ble funnet tilstrekkelig normalfordelt og det ble derfor benyttet parametriske tester for alle analyser.  $\alpha$ -verdiene  $\leq 0,05$  og  $\leq 0,1$  ble ansett som henholdsvis signifikant og tendens. Gruppedata er presentert som gjennomsnitt med standardavvik (SD).

Uparet t-test ble benyttet for å undersøke om det var forskjeller i fysiske karakteristikk mellom menstruasjonsgruppen (n= 10) og p-pillegruppen (n= 10). Repetert enveis ANOVA ble benyttet for å undersøke forskjeller i S-Østradiol og S-Progesteron mellom menstruasjonssyklusfasene (n= 8), og forskjeller i kroppsvekt, hopp høyde og kraftvariabler mellom menstruasjonssyklusfasene og ukene i p-pillesyklusen for henholdsvis menstruasjonsgruppen (n= 8) og p-pillegruppen (n= 10). Repetert enveis ANOVA ble også benyttet for å undersøke om det var forskjeller i hopp høyde mellom hoppene i repetert hoppserie. Maksimal hopp høyde ble regnet som høyeste verdi i løpet av de tre (første) maksimale hoppene, mens gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie ble regnet som

gjennomsnittet av de fem (siste) repeterte hoppene (figur 5). Bonferroni ble benyttet som post hoc test for alle repetert ANOVA-analyser.

Korrelasjoner (*Pearson r*) ble utført for å undersøke mulige sammenhenger mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i hormonkonsentrasjon (S-Østradiol og S-Progesteron) mellom de ulike menstruasjonssyklusfasene (n= 8). Korrelasjoner (*Pearson r*) ble også utført for å undersøke mulige sammenhenger mellom maksimal hopp høyde og kraftvariabler, som ble gjort samlet for menstruasjons- og p-pillegruppen (n= 18).

## 4 Resultater

Det var ingen signifikante forskjeller i fysiske karakteristikk mellom menstruasjonsgruppen og p-pillegruppen ( $p \geq 0,088$ ) (tabell 5). Det var ingen signifikante forskjeller i kroppsvekt mellom testdagene for verken menstruasjonsgruppen (TF  $64,8 \pm 5,0$  cm; SF  $64,8 \pm 4,9$  cm; ML  $64,5 \pm 4,7$  kg;  $p \geq 0,133$ ) eller p-pillegruppen (Uke 1  $65,4 \pm 8,4$  cm; Uke 2  $65,1 \pm 7,8$  cm; Uke 3  $65,3 \pm 7,8$  cm; Uke 4  $64,4 \pm 8,2$  kg;  $p \geq 0,614$ ).

**Tabell 5** Fysiske karakteristikk for deltagerne i studien oppgitt som gjennomsnitt (SD).

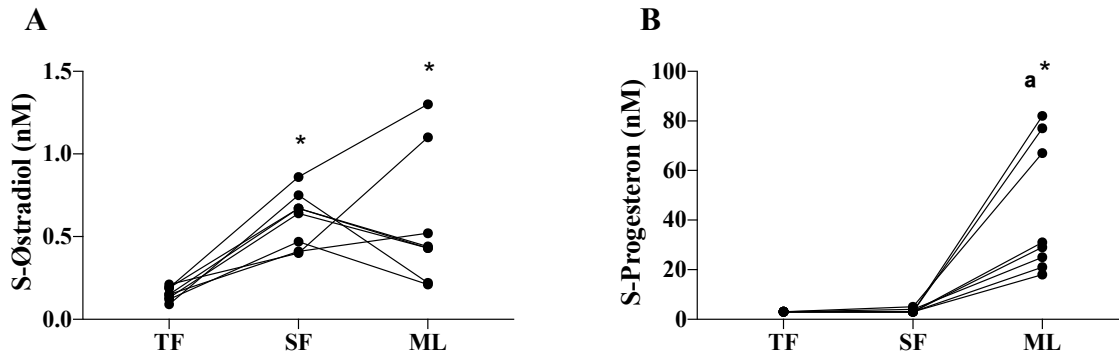
	Menstruasjonsgruppen	P-pillegruppen	p-verdi
	(n= 10)	(n= 10)	
Alder (år)	26,4 (5,3)	23,0 (2,1)	0,088
Høyde (cm)	166,5 (6,9)	166,2 (6,7)	0,717
Kroppsvekt (kg) <sup>a</sup>	63,6 (6,1)	65,4 (8,4)	0,606
Treningstimer/uke (n)	9,4 (3,5)	7,0 (2,2)	0,097
Hopp høyde (cm) <sup>b</sup>	28,0 (5,1)	26,5 (4,8)	0,483

<sup>a</sup> Kroppsvekt fra innveiing på testdag i tidlig follikkelfase og uke 1 for henholdsvis menstruasjonsgruppen og p-pillegruppen; <sup>b</sup> høyeste hopp høyde registret i løpet av testperioden.

Gjennomsnittlig (SD) sykluslengde for menstruasjonsgruppen var 29,4 (2,8) dager. Laveste og høyeste sykluslengde var på henholdsvis 26 og 34 dager. Seks av deltagerne i menstruasjonsgruppen hadde positiv LH-test i løpet av testperioden. Positiv LH-test forekom gjennomsnittlig (SD) 0,7 (1,8) dager etter testdag i SF.

### 4.1 Hormonmålinger

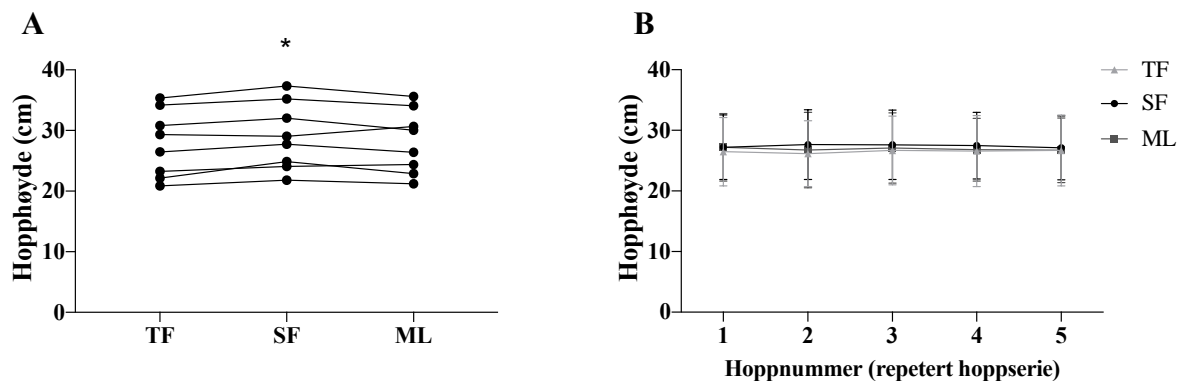
S-Østradiol var lavere i TF enn SF ( $0,15 \pm 0,04$  vs.  $0,61 \pm 0,17$  nM;  $p = 0,005$ ) og ML ( $0,15 \pm 0,04$  vs.  $0,58 \pm 0,40$  nM;  $p = 0,041$ ) (figur 7A). Det var ingen signifikant forskjell i S-Østradiol mellom SF og ML ( $p > 0,999$ ). S-Progesteron var høyere i ML enn TF ( $43,75 \pm 26,78$  vs.  $2,99 \pm 0,0$  nM;  $p = 0,011$ ) og SF ( $43,75 \pm 26,78$  vs.  $3,37 \pm 0,75$  nM;  $p = 0,011$ ) (figur 7B). Det var ingen signifikant forskjell i S-Progesteron mellom TF og SF ( $p = 0,591$ ).



**Figur 7** Individuelle verdier for endring i (A) S-Østradiol (nM) og (B) S-Progesteron (nM) for menstruasjonsgruppen (n= 8). \* Signifikant høyere enn TF ( $p < 0,05$ ); <sup>a</sup> Signifikant høyere enn SF ( $p < 0,05$ ); TF= tidlig follikkelfase; SF= sen follikkelfase; ML= midtre lutealfase.

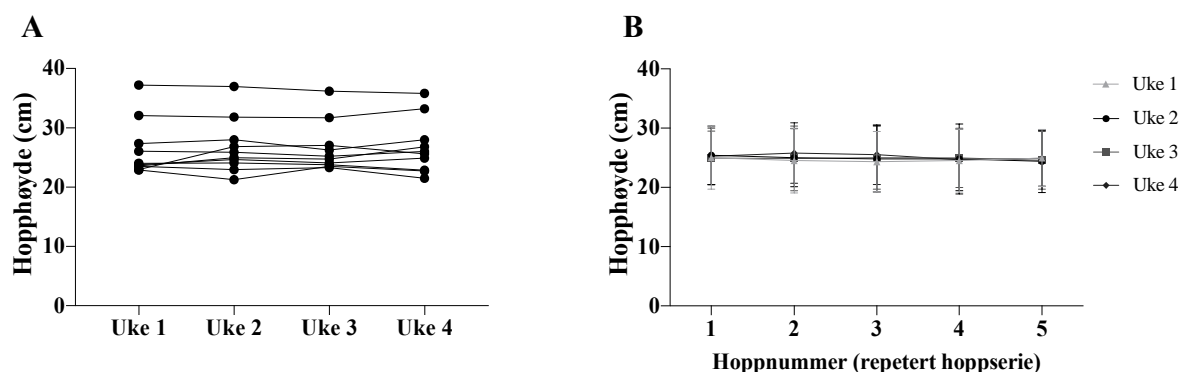
## 4.2 Hoppøyde

Maksimal hoppøyde for menstruasjonsgruppen var høyere i SF enn TF ( $29,0 \pm 5,5$  vs.  $27,8 \pm 5,5$  cm;  $p = 0,018$ ) (figur 8A). Det var ingen signifikante forskjeller i maksimal hoppøyde mellom SF og ML ( $29,0 \pm 5,5$  vs.  $28,2 \pm 5,3$  cm;  $p = 0,286$ ), eller TF og ML ( $27,8 \pm 5,5$  vs.  $28,2 \pm 5,3$  cm;  $p = 0,568$ ). Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig hoppøyde for repetert hoppserie mellom menstruasjonssyklusfasene (TF  $26,5 \pm 5,7$  cm; SF  $27,4 \pm 5,5$  cm; ML  $27,4 \pm 5,8$  cm;  $p \geq 0,145$ ) (figur 8B). Det var heller ingen signifikante forskjeller i hoppøyde mellom hoppene i repetert hoppserie i noen av menstruasjonssyklusfasene ( $p > 0,999$ ) (figur 8B).



**Figur 8** Hoppøyde for menstruasjonsgruppen (n= 8) gjennom en menstruasjonssyklus. (A) Individuelle verdier for maksimal hoppøyde. (B) Gruppegjennomsnitt (SD) for hoppnummer 1-5 i repetert hoppserie. \* Signifikant høyere enn TF ( $p < 0,05$ ); TF= tidlig follikkelfase; SF= sen follikkelfase; ML= midtre lutealfase.

For p-pillegruppen var det ingen signifikante forskjeller i maksimal hopp høyde (Uke 1  $26,3 \pm 4,8$  cm; Uke 2  $26,7 \pm 4,6$  cm; Uke 3  $26,6 \pm 4,2$  cm; Uke 4  $26,7 \pm 4,6$  cm;  $p \geq 0,758$ ) (figur 9A) eller gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie (Uke 1  $24,7 \pm 5,2$  cm; Uke 2  $24,9 \pm 5,3$  cm; Uke 3  $24,9 \pm 5,0$  cm; Uke 4  $25,2 \pm 4,9$  cm;  $p \geq 0,395$ ) (figur 9B) mellom ukene i p-pillesyklusen. Det var heller ingen signifikante forskjeller i hopp høyde mellom hoppene i repetert hoppserie i noen av p-pilleukene ( $p \geq 0,987$ ) (figur 9B).



**Figur 9** Hopp høyde for p-pillegruppen ( $n=10$ ) gjennom en p-pillesyklus. (A) Individuelle verdier for maksimal hopp høyde. (B) Gruppegjennomsnitt (SD) for hopp nummer 1-5 i repetert hoppserie.

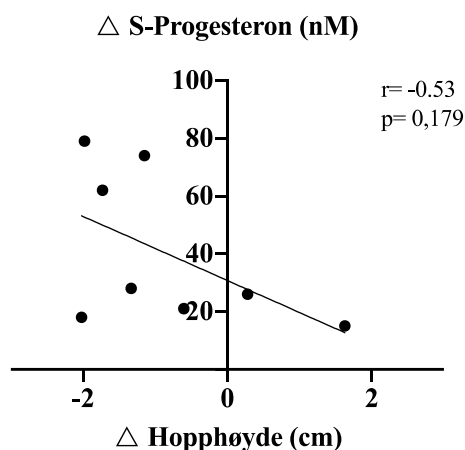
### 4.3 Korrelasjonsanalyser

Det var ingen signifikante sammenhenger mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i S-Østradiol mellom menstruasjonssyklusfasene ( $p \geq 0,400$ ) (tabell 6). Det var heller ingen signifikante sammenhenger mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i S-Progesteron mellom menstruasjonssyklusfasene ( $p \geq 0,179$ ). Høyest korrelasjon ble funnet mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i S-Progesteron fra SF til ML ( $r = -0.53$ ;  $p = 0,179$ ) (figur 10).

**Tabell 6** Korrelasjoner (Pearson  $r$ ) mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i S-Østradiol og S-Progesteron for menstruasjonsgruppen ( $n=8$ ) gjennom en menstruasjonssyklus.

	$\Delta$ Hopp høyde		
	SF v. TF	ML v. TF	ML v. SF
$\Delta$ S-Østradiol	0.07	0.35	-0.24
$\Delta$ S-Progesteron	0.28	-0.05	-0.53

$\Delta =$  endring; TF = tidlig follikkelfase; SF = sen follikkelfase; ML = midtre lutealfase.



**Figur 10** Korrelasjon (Pearson  $r$ ) mellom endring i maksimal hopp høyde og endring i S-Progesteron fra sen follikkelfase (SF) til midtre lutealfase (ML) for menstruasjonsgruppen ( $n = 8$ ).  $\Delta =$  endring.

Det var en sammenheng mellom maksimal hopp høyde og maksimal kraft, gjennomsnittlig kraft fremdriftsfase og maksimal effekt ( $r = 0.49-0.93$ ,  $p \leq 0.037$ ) (tabell 6). Det var ingen signifikant sammenheng mellom maksimal hopp høyde og maksimal RFD ( $r = 0.32$ ,  $p = 0.192$ ).

**Tabell 6** Korrelasjoner (Pearson  $r$ ) mellom maksimal hopp høyde og kraftvariabler samlet for menstruasjons- og p-pillegruppen ( $n = 18$ ).

	Hopp høyde	p-verdi
Maksimal kraft ( $N \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	0.49*	0,037
Gjennomsnittlig kraft fremdriftsfase ( $N \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	0.54*	0,022
Maksimal effekt ( $W \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	0.93*	0,000
Maksimal RFD ( $Ns \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	0.32	0,192

<sup>a</sup> kroppsvekt beregnet ut fra kraftmålinger ( $F_{tyngde}/g$ , hvor  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  er tyngdeakselerasjonen). \* Signifikant sammenheng ( $p < 0,05$ ).

RFD= rate of force development

#### 4.4 Kraftvariabler

Det var ingen signifikante forskjeller i maksimal kraft eller gjennomsnittlig kraft i fremdriftsfase mellom menstruasjonssyklusfasene ( $p \geq 0,258$ ). Det var en tendens til at maksimal effekt var høyere i SF enn TF ( $p = 0,076$ ) (tabell 7), mens det var ingen signifikante forskjeller i maksimal effekt mellom SF og ML ( $p = 0,867$ ), eller TF og ML ( $p > 0,999$ ). Maksimal RFD var høyere i ML enn TF ( $p = 0,015$ ), mens det var ingen signifikante forskjeller i maksimal RFD mellom SF og ML ( $p = 0,138$ ), eller TF og SF ( $p > 0,999$ ). Det var

ingen signifikante forskjeller i satstid eller tid fremdriftsfase mellom menstruasjonsyklusfasene ( $p \geq 0,239$ ). Det var en tendens til at tid bremsefase var kortere i ML enn TF ( $p = 0,077$ ), mens det var ingen signifikante forskjeller i tid bremsefase mellom ML og SF ( $p = 0,267$ ), eller TF og SF ( $p > 0,999$ ).

For p-pillegruppen var det ingen signifikante forskjeller i kraftvariablene listet i tabell 7 mellom ukene i p-pillesyklusen ( $p \geq 0,075$ ).

**Tabell 7** Kraftvariabler for menstruasjonsgruppen ( $n = 8$ ) under maksimalt hopp oppgitt som gjennomsnitt (SD).

	<b>TF</b>	<b>SF</b>	<b>ML</b>
Maksimal kraft ( $N \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	22 (3)	22 (3)	23 (3)
Gjennomsnittlig kraft fremdriftsfase ( $N \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	18 (2)	18 (2)	18 (2)
Maksimal effekt ( $W \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	44 (8)	45 (8)	44 (8)
Maksimal RFD ( $Ns \cdot kg^{-1}$ ) <sup>a</sup>	122 (57)	129 (50)	164 (58)*
Satstid (ms)	777 (96)	790 (68)	775 (80)
Tid bremsefase (ms)	189 (32)	184 (33)	168 (33)
Tid fremdriftsfase (ms)	294 (47)	286 (36)	282 (38)

<sup>a</sup> kroppsvekt beregnet ut fra kraftmålinger ( $F_{tyngde}/g$ , hvor  $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$  er tyngdeakselerasjonen). \* Signifikant høyere enn TF ( $p < 0,05$ ). TF= tidlig follikkelfase; SF= sen follikkelfase; ML; midtre lutealfase; RFD= rate of force development

## 5 Diskusjon

Vi ønsket med denne studien å undersøke om hopp høyden ville variere gjennom en menstruasjons- og p-pillesyklus hos unge trente kvinner. Vår hypotese var at hopp høyden ville være lavere under menstruasjonen (TF) sammenlignet med de andre fasene av menstruasjonssyklusen (SF og ML), og at hopp høyden ikke ville variere mellom ukene i en p-pillesyklus (uke 1-4).

### 5.1 Hovedfunn

For menstruasjonsgruppen var maksimal hopp høyde høyere i SF enn TF, mens det var ingen signifikante forskjeller i maksimal hopp høyde mellom SF og ML, eller TF og ML. Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie mellom noen av menstruasjonssyklusfasene. For p-pillegruppen var det ingen signifikante forskjeller i verken maksimal eller gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie mellom ukene i p-pillesyklusen.

#### 5.1.1 Menstruasjonssyklusen og hopp høyde

Menstruasjonsgruppen i vår studie hadde en gjennomsnittlig sykluslengde på ca. 29 dager, som er i tråd med det som tidligere er rapportert for denne aldersgruppen (Bull et al., 2019; Mihm et al., 2011). Variasjonsbredden på 26-34 dager regnes også innenfor normalområdet (Hampson, 2020), og understøtter faktumet at lengden på menstruasjonssyklusen kan variere mye mellom individer, men også avvike betydelig fra den «klassiske» 28-dagers syklusen (Bull et al., 2019; Hampson, 2020). Kammoun et al. (2017) undersøkte en gruppe friske og normalvektige kvinner, og fant at kroppsvekten var høyere under menstruasjonen og i den premenstruelle perioden sammenlignet med SF. Andre har derimot funnet ingen forskjeller i vekt mellom menstruasjonssyklusfasene (Haghighizadeh et al., 2014; Lebrun et al., 1995), som er i tråd med våre funn. Mange kvinner opplever endret væskeretensjon og følelse av oppblåsthet gjennom menstruasjonssyklusen (White et al., 2011). I prospektive studier er trening og økt treningsmengde vist å redusere væskeretensjon hos henholdsvis utrente kvinner (Prior et al., 1986) og kvinnelige løpere (Prior et al., 1987). Høy treningsstatus hos våre deltagere kan derfor være en av grunnene til at vi ikke fant forskjeller i vekt i vår studie. Kroppsvekten påvirkes imidlertid av mange faktorer utover aktivitetsnivå og matinntak (eks. søvn og stress) (Ludy et al., 2018; Rabasa & Dickson, 2016), og vi kan derfor ikke utelukke at kroppsvekten varierer gjennom menstruasjonssyklusen.



I denne studien (masteroppgaven) har vi forsøkt å følge de nyeste anbefalingene for menstruasjonssyklusforskning (Janse De Jonge et al., 2019; Schmalenberger et al., 2021). Vi har tatt utgangspunkt i de metodologiske trinnene presentert i Janse De Jonge et al. (2019), og gjort noen modifikasjoner basert på hva som var praktisk gjennomførbart for vår studie. Blant annet belaget vi oss ikke på positiv LH-test, men brukte dette mer som et verktøy for å vurdere hvor godt testdagen i SF var estimert, og til å justere testdagene underveis. For de seks personene som hadde positiv LH-test forekom dette gjennomsnittlig 0,7 dager etter testdag i SF. Ettersom østrogenkonsentrasjonen når en bølgetopp i dagene før eggløsning (Landgren et al., 1980; Reed & Carr, 2000), kan det se ut som testtidspunkt i SF var godt estimert for de fleste. Hormonmålingene bekreftet en økning i østrogen fra TF til SF, men det var ingen signifikant forskjell i østrogen mellom SF og ML. For to av deltagerne var østrogenkonsentrasjonen betydelig høyere i ML enn SF (figur 7), som kan tyde på at estimert testdag i SF ikke samsvarte med deres reelle bølgetopp i østrogen. Siden ingen av de to hadde positiv LH-test i løpet av perioden, og det kun ble gjort en blodprøvemåling i hver fase, er det uvisst om testdagen i SF ble gjennomført for tidlig eller for sent for disse deltagerne. Ettersom progesteron er antatt å ha motsatte effekter på skjelettmuskulatur og SNS enn østrogen (Ansdell et al., 2019; Oosthuysen & Bosch, 2010), skulle man kanskje forvente at hophøyden var høyere i SF enn ML. En lavere østrogenkonsentrasjon i SF enn ML hos enkelte kan dermed ha maskert noe av effekten, og potensielt bidratt til at vi ikke fant en forskjell i hophøyde mellom SF og ML i vår studie. Ingen av deltagerne som ble inkludert i analysene hadde likevel en økning i progesteron i SF, og hormonmiljøet som ble undersøkt i denne fasen var dermed som ønsket med høy østrogen- og lav progesteronkonsentrasjon.

Resultatene i vår studie skiller seg fra tidligere studier som ikke har funnet noen forskjeller i hophøyde (svikthopp) mellom menstruasjonssyklusfasene (Dasa et al., 2021; García-Pinillos et al., 2021; Julian et al., 2017). Julian et al. (2017) og Dasa et al. (2021) undersøkte derimot bare de to fasene som utgjør hver halvdel av menstruasjonssyklusen, og unnlot dermed fasen hvor østrogenkonsentrasjonen er på sitt høyeste (Davis & Hackney, 2017; Reed & Carr, 2000). Julian et al. (2017) og Dasa et al. (2021) målte også østrogen og progesteron, men det ble ikke satt noe kriterium for progesteron i lutealfasen i disse studiene, som kan ha ført til inklusjon av anovulatoriske eller lutealfase-defekt sykluser (Janse De Jonge et al., 2019). Dette kan ha bidratt til å maskere signifikante utfall ettersom en anovulatorisk eller lutealfase-defekt syklus ikke vil inneha samme hormonvariasjon som en normal ovulatorisk syklus (Janse De Jonge et al., 2019). Man kan derimot si at resultatene til Julian et al. (2017) og Dasa

et al. (2021) støtter våre funn, ettersom vi heller ikke fant en forskjell i hopp høyde mellom TF og ML i vår studie. I likhet med vår studie undersøkte García-Pinillos et al. (2021) hopp høyden i alle de tre menstruasjonssyklusfasene, og fant at hopp høyden ved knebøyhopp, men ikke svikthopp og fallhopp, var lavere i TF enn SF. García-Pinillos et al. (2021) benyttet derimot kun kalenderbasert telling av dager som metode for å verifisere de ulike menstruasjonssyklusfasene, og kan derfor heller ikke utelukke å ha inkludert anovulatoriske og lutealfase-defekte sykluser i sine analyser.

Eksplosiv muskelstyrke i strekkapparatet i beina er viktig for å hoppe høyt, som videre bestemmes av muskelmassens iboende evne for kraftproduksjon og nevralt aktivering (Samozino et al., 2010). Østrogen er kjent for å ha positive effekter på skjelettmuskulatur (Lowe et al., 2010), mens færre studier har undersøkt effekten av progesteron på muskelstyrke og -funksjon. Fra menstruasjonssyklusforskning er det rapportert høyere proteinnedbrytning og aminosyreoksidasjon i lutealfasen sammenlignet med follikkelfasen både i hvile (Kriengsinyos et al., 2004) og under langvarig trening (Bailey et al., 2000). Det er derfor foreslått at progesteron øker proteinnedbrytningen, mens østrogen virker motsatt og har en anabol effekt på skjelettmuskulatur (Oosthuysen & Bosch, 2010). Få studier har foreløpig undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på langvarig treningsadaptasjon til styrketrening (Thompson et al., 2020). Noen gode studier indikerer imidlertid at periodisering etter menstruasjonssyklusen kan være positivt, hvor det å øke treningsvolumet i follikkelfasen er vist å gi bedre styrketreningsadaptasjoner enn ikke-periodisert trening eller lutealfase-basert trening (Reis et al., 1995; Sung et al., 2014). Om dette skyldes mer fordelaktige (hormonelle) forhold for muskelbygging i follikkelfasen er likevel usikkert, og evidensgrunlaget er fremdeles for lite til å gi generelle råd (Thompson et al., 2020). Det er bare noen få studier som har funnet akutte endringer i styrke gjennom menstruasjonssyklusen (Tenan et al., 2016; Weidauer et al., 2020). De fleste studiene har imidlertid ikke målt hormorkonsentrasjonen og i tillegg satt en nedre grense for progesteron i lutealfasen (Kubo et al., 2009; Romero-Moraleda et al., 2019). Det er derfor sannsynlig at flere har inkludert anovulatoriske eller lutealfase-defekte sykluser i sine analyser eller ikke undersøkt rett fase av menstruasjonssyklusen, som kan ha maskert signifikante utfall (Janse De Jonge et al., 2019). Det kan likevel tenkes at nivåene av østrogen er med å sette en viktig undertone for langvarig styrketreningsadaptasjon (Thompson et al., 2020), mens svingningene man ser gjennom menstruasjonssyklusen ikke nødvendigvis gir akutte endringer i styrke. Som fremhevet av Lowe et al. (2010) er skjelettmuskulaturen et østrogen-responsivt vev, hvor østrogen primært

virker gjennom nukleære reseptorer og påvirker genuttrykkelse (Eyster, 2016; Grimm et al., 2016). Dette kan være med å forklare de mer entydige resultatene rapportert fra treningsstudier (Thompson et al., 2020), i motsetning til studier som har undersøkt akutte endringer i styrke gjennom menstruasjonssyklusen (McNulty et al., 2020).

Utover de nevnte effektene på skjelettmuskulaturen, er østrogen og progesteron vist å ha ulike effekter på SNS. Blant annet er østrogen vist å hemme syntetiseringen og utskillelsen av den inhibitoriske transmittersubstansen GABA (Schultz et al., 2009), mens progesteron motsatt forsterker GABAs effekt (Smith et al., 1989). Dette samsvarer godt med menstruasjonssyklusforskning, hvor det er rapportert høyere eksitabilitet (Smith et al., 2002) og nevralt aktivering (Ansdell et al., 2019) i midtre del av syklus når østrogenkonsentrasjonen er høy og progesteronkonsentrasjonen lav. Selv om Ansdell et al. (2019) målte både østrogen og progesteron, ble det ikke satt noe kriterium for progesteron i lutealfasen, og individuell variasjon i sykluslengde ble ikke tatt hensyn til ettersom testdagene var forhåndsbestemt. I kontrast til dette fant Jonge et al. (2001) ingen forskjeller i nevralt aktivering og kontraktile egenskaper mellom menstruasjonssyklusfasene. I den studien var testdagene nøye kontrollert, og deltagerne ble kun inkludert i analysene dersom progesteron var  $> 16$  nM i lutealfasen (Jonge et al., 2001). Forskjellig testprotokoll og metoder for å måle aktiveringsgrad kan også ha bidratt til motstridende funn mellom disse studiene (Ansdell et al., 2019; Jonge et al., 2001; Smith et al., 2002). Det er derfor fremdeles uklart hvilke effekter østrogen og progesteron har på de delene av SNS som styrer motorisk bevegelse hos mennesker, og enda mer hvordan dette påvirker den fysiske prestasjonen. Resultatene i vår studie viste en invers, men ikke signifikant ( $r = -0.53$ ;  $p = 0,179$ ), sammenheng mellom endring i maksimal hopp høyde og progesteron fra SF til ML (figur 10). Få deltagere i disse korrelasjonsanalysene ( $n = 8$ ) kan ha ført til for lav statistisk styrke til å oppdage eventuelle signifikante sammenhenger. Man kan likevel spekulere i om progesteron har en antagonistiske og hemmende effekt på hopp høyden sammenlignet med østrogen ettersom hopp høyden også ikke var forskjellig mellom TF og ML i vår studie.

Flere har spekulert i om svekket prestasjon i TF og ML kan skyldes ubehaget mange kvinner opplever i forbindelse med (eks. dysmenoré/menoragi) eller like i forkant av (PMS) menstruasjonen (Giacomoni et al., 2000; Pallavi et al., 2017). Ettersom disse plagene gjerne sammenfaller med svingningene i hormonskonsentrasjon (Coco, 1999; Halbreich, 2003), er det vanskelig å skille de to fra hverandre. I en studie med 241 idrettsutøvere, fra kampsport,

volleyball og basketball, rapportert utøverne at de følte seg bedre de påfølgende 14 dagene etter menstruasjonen sammenlignet med hva de hadde gjort de foregående 14 dagene (Kishali et al., 2006). I vår studie samlet vi ikke inn data på menstruasjonssymptomer, men det kan tenkes at menstruasjonsblødningen i seg selv eller andre plager tilknyttet menstruasjonen kan ha ført til lavere hopphøyde i TF enn SF. Dette kan også være med å forklare hvorfor vi ikke fant en sammenheng mellom økning i østrogenkonsentrasjon og maksimal hopphøyde fra TF til SF. Som nevnt kan få deltagere i disse korrelasjonsanalysene (n= 8) ha ført til for lav statistisk styrke til å oppdage eventuelle signifikante sammenhenger. Vi kan derfor ikke si sikkert om økt hopphøyde fra TF til SF, som observert i vår studie, kan knyttes direkte til endringene i hormonkonsentrasjon eller eventuelle endringer i menstruasjonssymptomer.

### 5.1.2 P-piller og hopphøyde

For p-pillegruppen var det ingen signifikante forskjeller i maksimal eller gjennomsnittlig hopphøyde for repetert hoppserie mellom ukene i p-pillesyklusen. Dette er i tråd med Dasa et al. (2021), som fant ingen forskjeller i hopphøyde, 20-m sprint, beinpress- eller håndgrepsstyrke mellom ukene i p-pillesyklusen. Imidlertid fant Dasa et al. (2021) heller ingen forskjeller hos menstruasjonsgruppen i sin studie. Videre fant Weidauer et al. (2020) lavere håndgrepsstyrke og isokinetisk styrke ved 60, 180 og 300°/sek knefleksjon og -ekstensjon i TF, hos både menstruasjons- og p-pillegruppen, i sin studie. I motsetning til vår studie startet alle deltagerne til Weidauer et al. (2020) i TF, som kan ha ført til en læringseffekt og bedre prestasjon utover i testperioden hos begge grupper. Det ble ikke oppgitt hvilke p-pillemerker og dosering som ble brukt av deltagerne til Weidauer et al. (2020), som kan ha vært forskjellig fra våre deltagere (tabell 4). Siden ulike p-pillepreparater inneholder gestagen med forskjellig androgene egenskaper (Sims & Heather, 2018), kan dette være en alternativ forklaring til forskjellene observert mellom p-pillegruppen til Weidauer et al. (2020) og p-pillegruppen i vår studie.

Som nevnt er det fremdeles usikkert om forskjeller i prestasjon mellom menstruasjonssyklusfasene hos naturlig menstruerende kvinner kan knyttes direkte til endringene i hormonkonsentrasjon (Oosthuyse & Bosch, 2010). Kvinner som bruker monofasiske p-piller er foreslått som en passende kontrollgruppe mot naturlig menstruerende kvinner, da disse tilføres stabile nivåer av de tilsvarende syntetiske formene for østrogen og progesteron gjennom p-pillesyklusen (Hampson, 2020; Sims & Heather, 2018). P-piller er et av de vanligste brukte prevensjonspreparatene (Bennell et al., 1999; Cooper & Mahdy, 2021),

og derfor et foretrukket alternativ i forskningssammenheng hvor inklusjon er anbefalt å begrenses til et type prevensjonspreparat (Knowles et al., 2019; Thompson et al., 2020). Selv om p-piller er laget for å beskytte mot uønsket graviditet, er det mange som bruker disse av andre grunner (De Leo et al., 2016). Generelt er p-pillebruk vist å kunne redusere størrelsen og lengden på menstruasjonsblødningen (De Leo et al., 2016), i tillegg til å dempe menstruasjonssmerter (Rosenberg et al., 1999; Sulak et al., 2000) og PMS-plager (Sulak, 2005). P-pillebruk gir også muligheten til å utsette menstruasjonen, som tilbyr en stor fordel for kvinnelige idrettsutøvere (Bennell et al., 1999). Nedgang i sirkulerende gestagen fører til en menstruasjonslignende blødning i den hormonfrie uken, men dette anses som en forbigående hormonfase assosiert med mildere symptomer enn den naturlige menstruasjonen (De Leo et al., 2016; Sulak et al., 2000). I vår studie var hopp høyden lik mellom ukene i p-pillesyklusen, mens maksimal hopp høyde var høyere i SF enn TF hos menstruasjonsgruppen. Vi kan ikke utelukke at disse forskjellene derfor skyldes bedre blødningskontroll og/eller mindre menstruasjonssymptomer hos p-pillegruppen enn menstruasjonsgruppen. Fremtidige studier som inkluderer p-pillebrukere, bør derfor samle inn data på menstruasjonssymptomer også hos denne gruppen for å undersøke dette videre.

I en ny metaanalyse konkluderte Elliott-Sale et al. (2020) med at prestasjonen ikke varierer gjennom p-pillesyklusen, til tross for at det er funnet forskjeller i prestasjon mellom menstruasjonssyklusfasene hos naturlig menstruerende kvinner (McNulty et al., 2020). Det kunne derimot se ut som p-pillebruk i seg selv hadde en liten negativ effekt på prestasjonen sammenlignet med å ikke bruke p-piller (Elliott-Sale et al., 2020). Dette fordi naturlig menstruerende kvinner generelt ser ut til å prestere noe bedre på fysiske tester enn p-pillebrukere (Casazza et al., 2002; Lebrun et al., 2003). I vår studie var det ingen forskjell i hopp høyde mellom menstruasjonsgruppen og p-pillegruppen, men på grunn studiedesign kan vi ikke utelukke at dette skyldes konfunderende faktorer. Som nevnt undertrykker p-pillebruk endogen østrogen- og progesteronproduksjon (Hampson, 2020). Den endogene hormonprofilen til p-pillebrukere er vist å være sammenlignbar med den i TF hos naturlig menstruerende kvinner (Carol et al., 1992; Elliott-Sale et al., 2005), som er den menstruasjonssyklusfasen oftest assosiert med redusert prestasjon (McNulty et al., 2020). Samlet tyder dette på at den fysiske prestasjonen kan være mediert av endogen østrogen- og progesteronkonsentrasjon, ettersom evidensen reflekter en noe svekket prestasjon når disse hormonene er på sitt laveste (Elliott-Sale et al., 2020). Som understreket av Elliott-Sale et al. (2020) vil en hel rekke faktorer (uavhengig av hormonelle endringer) være med å påvirke et

individets respons på, og behov for, p-piller. For eksempel vil personer som er særlig utsatt for menstruasjons symptomer, slik som magekramper, oppblåsthet og kraftige menstruasjonsblødninger, kunne ha nytte av å bruke p-piller (Lethaby et al., 2019; Sulak, 2005). I slike tilfeller vil disse fordelene kunne overgå de potensielt små negative effektene (Elliott-Sale et al., 2020), og for kvinnelige idrettsutøvere kan dette bidra til en mer stabil trenings- og konkurransehverdag (Schaumberg et al., 2018).

## 5.2 Studiens testprotokoll og kraftvariabler

Hopp høyde er svært anvendbart i idrettsforskning, ettersom en forbedring i hopp høyde ikke bare indikerer bedre eksplosivitet i underekstremiteten, men også en reell kompetitiv fordel i idretter hvor hopp høyde er en viktig fysisk kvalitet (Abian-Vicen et al., 2014; Pérez-López et al., 2015; Philpott et al., 2020). Inntil nylig fantes det ingen universell testprotokoll for å måle vertikal spenst (Petrigna et al., 2019). Tidligere studier har benyttet seg av alt fra to til fem hopp fordelt med 30 sekunder (Tangen et al., 2020; Wade et al., 2020) til noen minutter (Petridis et al., 2019; Philpott et al., 2020) passiv hvile for å sikre tilstrekkelig muskelrestitusjon. Maksimal hopp høyde kan regnes som høyeste verdi eller gjennomsnittet av flere hopp, hvor førstnevnte er foreslått å minimere påvirkningen av en eventuell læringseffekt og bedre prestasjon utover i en hoppserie (Petrigna et al., 2019). I vår studie har vi brukt samme testprotokoll som Tangen et al. (2020), som innefattet tre maksimale hopp fordelt med 30 sekunder pause og fem repeterte hopp fordelt med syv sekunder pause. For menstruasjonsgruppen var maksimal hopp høyde høyere i SF enn TF, men det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie mellom noen av menstruasjonsfasene. Selv om forskjellen ikke var signifikant ( $p = 0,145$ ), var det fremdeles nesten 1 cm forskjell i gjennomsnittlig hopp høyde for repetert hoppserie mellom SF og TF. Evnen til å reprodusere hopp høyden er derfor trolig like god i alle faser av menstruasjonszyklusen. Samtidig var det ingen tydelig trend til at hopp høyden gikk ned med økende antall hopp, og testprotokollen kan derfor ha vært utilstrekkelig til å inducere trøtthet eller utfordre energiomsetningen i særlig stor grad. Dette støttes av at det ikke var signifikante forskjeller mellom hoppene i repetert hoppserie i noen av menstruasjonsfasene eller p-pilleukene ( $p \geq 0,987$ ) for henholdsvis menstruasjonsgruppen eller p-pillegruppen.

I tillegg til hopp høyde, som er den mest studerte og rapporterte variabelen (Souza et al., 2020), ønsket vi å analysere andre kraftvariabler for å få en dypere forståelse av hvordan menstruasjonszyklusen påvirker hopp prestasjon. Blant de vanligste variablene i litteraturen

finner vi maksimal kraft, effekt og RFD, sammen med tid og gjennomsnittlig kraft i ulike hoppfaser (Laffaye et al., 2014; Philpott et al., 2020; Riggs & Sheppard, 2009). I vår studie fant vi en sterk sammenheng mellom maksimal hoppøyde og maksimal kraft, gjennomsnittlig kraft i fremdriftsfase og maksimal effekt, som er i tråd med det tidligere studier har funnet (Aragón-Vargas & Gross, 1997; Philpott et al., 2020). Den sterke sammenhengen mellom hoppøyde og effekt er i følge Linthorne (2021) kunstig proporsjonert, og skyldes i realiteten en nær perfekt sammenheng mellom hoppøyde og hastighet ved maksimal effekt. I motsetning til de andre kraftvariablene fant vi ingen signifikant sammenheng mellom hoppøyde og maksimal RFD ( $r= 0.32$ ,  $p= 0,192$ ). RFD har fått mye oppmerksomhet fra idrettsforskere som følge av dens sterke sammenheng med idrettsprestasjon og daglig aktivitet (Van Roie et al., 2020; Aagaard et al., 2002). For å beregne RFD må data bearbeides i flere steg (sette terskler, dividere kraft på tid osv.), og dette vil forsterke måleusikkerheten (Souza et al., 2020). Det er derfor ikke overraskende at flere har rapportert lav reliabilitet for RFD (Gathercole et al., 2015; Souza et al., 2020), som kan være en av grunnen til at vi ikke fant en signifikant sammenhengen mellom maksimal hoppøyde og RFD i vår studie. Til tross for at hoppøyden ikke var forskjellig, fant vi en høyere maksimal RFD i ML enn TF hos menstruasjonsgruppen. Samtidig var det en tendens ( $p= 0,077$ ) til at tid bremsefase var korte i ML enn TF. Siden maksimal RFD inntreffer i bremsefasen og er et tidsderivat av kraft, kan det derfor tenkes at forskjellen i maksimal RFD skyldes noe kortere bremsefasene i ML enn TF.

Vi fant ingen forskjeller i de andre kraftvariablene som kunne være med å forklare forskjellen i maksimal hoppøyde mellom TF og SF, men det var en tendens til at maksimal effekt var høyere i SF enn TF. Dette sammenfaller med Linthorne (2021) sin konklusjon, ettersom hoppøyden bestemmes av utgangshastigheten og maksimal effekt oppnås i slutten av fremdriftsfasen (Souza et al., 2020). Enkelte mener at hoppøyden ikke gir nok informasjon til å oppdage små forskjeller i nevro-muskulær funksjon (Gathercole et al., 2015; Rago et al., 2018). Det motsatte ser likevel ut til å ha vært tilfellet i vår studie, der vi til tross for forskjeller i hoppøyde, ikke fant forskjeller i kraftvariablene som var sterkt assosiert med den maksimale hoppøyden. Det at hoppøyde er en sammensatt variabel (Wade et al., 2020) kan være én forklaring. Potensielt kan dette ha bidratt til å forsterke små forskjeller i komponentene som inngår i utregningen av hoppøyde (Samozino et al., 2010). Alternativt kan ulike bevegelsesløsninger ha gjort det vanskelig å oppdage små forskjeller i

enkeltvariabler, da det som nevnt er summen av arbeidet (impulsen) som til slutt bestemmer utgangshastigheten, og dermed hopp høyden (Linthorne, 2021).

### **5.3 Styrker og svakheter med studien**

Til vår viten er dette første studien som, i tråd med gjeldende anbefalinger for menstruasjonssyklusforskning, har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på hopp høyde hos en gruppe unge trente kvinner. En styrke er at vi parallelt med menstruasjonsgruppen har undersøkt en gruppe unge trente p-pillebrukere som, i motsetning til gruppen med naturlig menstruerende, tilføres stabile hormondoser gjennom p-pillesyklusen. Studien bidrar med verdifull kunnskap om hvordan menstruasjonssyklusen kan påvirke fysisk prestasjon, men setter også et eksempel hvordan menstruasjonssyklusforskning i tråd med gjeldende anbefalinger lar seg gjennomføre i praksis.

Studien viste god etterlevelse, da det kun var to av totalt 22 deltagere som trakk seg fra studien. Ingen uheldige effekter som følge av studiens testprotokoll ble rapportert. To av deltagerne i menstruasjonsgruppen måtte ekskluderes fra de statistiske analysene, men bare en av disse ble ekskludert på bakgrunn av manglende progesteronøkning i lutealfasen. Fordi andre studier har rapportert høy forekomst av anovulatoriske og lutealfase-defekte sykluser blant trente kvinner (De Souza et al., 2010; Schaumberg et al., 2017), forventet vi at andelen (10 %) skulle være høyere blant våre deltagere. Det at testdagene ble tilpasset individuelt ut fra varigheten på menstruasjonssyklusen, og at vi hadde muligheten til å justere testdagene underveis kan være noe av grunnen. Videre var det kun to deltagere som, fordi det var tid til det, gjentok testing i påfølgende syklus etter ikke å imøtekomme kriteriet for progesteron i ML. Hadde vi hatt bedre tid ville vi gjentatt testingen også for de deltagerne som ble ekskludert fordi de ikke imøtekom kriteriet for hormorkonsentrasjon i SF og ML. Det forblir uvisst om disse deltagerne da kunne blitt inkludert i analysene, som i så fall ville gitt oss noe høyere  $n$  og mer statistisk styrke. Lavt deltagerantall er generelt en begrensning i studier som har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på prestasjon, som også er tilfellet med vår studie. Sammen med stor interindividuell variabilitet, både i hopp høyde og hormorkonsentrasjon, er studien derfor utsatt for både falsk-positive og -negative utfall.

For å minimere påvirkningen av en eventuell læringseffekt utover i testperioden startet vi deltagerne på forskjellige steder i syklusen, i tillegg til at alle deltagerne gjennomførte to testtilvenningsdager på forhånd. Dette anser vi som en styrke med studien. Fordi testing ikke



kunne gjennomføres på tilfeldige dager, men innenfor spesifikke deler av menstruasjons- og p-pillesyklusen, var det nødvendig å imøtekomme deltagerens timeplan så godt det lot seg gjøre for å sikre god etterlevelse. Tildeling av første testdag ble derfor ikke randomisert, men bestemt ut fra hva som passet med deltagerens syklus og kalender ved inngang til studien, samt hvilke testdager som etter hvert ble fylt opp utover i testperioden med intensjon om å fordele et likt antall deltagere på hver av de tre-fire testdagene. Det var også en viss fleksibilitet i testtidspunktet, som var standardisert til kl.8-11 på morgenen. Dette var igjen for å sikre god etterlevelse, men også fordi bare en deltager kunne testes om gangen og det stort sett var flere deltagere som ble testet på en dag. I tillegg til å variere mye i løpet av menstruasjonssyklusen, varierer hormonkonsentrasjonen også i løpet av en dag (Rahman et al., 2019). Små avvik i testtidspunkt kan derfor gi et feilaktig bilde av de faktiske hormondringene som skjer mellom menstruasjonssyklusfasene. Testtidspunktet kunne derfor med fordel vært standardisert i enda større grad, selv om deltagerne stort sett kom inn på samme tidspunkt hver testdag. Det optimale ville vært å følge deltagerne over flere menstruasjonssykluser for å ta høyde for individuelle variasjoner, men dette ville krevd mer tid og ressurser enn det som var avsatt til gjennomføring av denne masteroppgaven.

En svakhet med studien er at verken deltagere eller testperson var blindet for studiens formål og hvilken menstruasjonssyklusfase/p-pilleuke deltageren var i. Vi var likevel nøye med å følge samme prosedyrer og behandle deltagerne likt hver testdag. Dette inkluderte å gi samme kommando («tre, to, en, hopp») ved svikthopptest og motivere deltagerne til å hoppe så høyt de kunne hver gang. I tillegg ble alle testene gjennomført av en og samme testperson gjennom hele perioden. Fordi dette er et kvasi-eksperiment var det ikke randomisert hvilken gruppe deltagerne tilhørte (menstruasjonsgruppen eller p-pillegruppen). Gruppene kan derfor ha avviket systematisk fra hverandre utover kjent prevensjonsstatus. Disse forskjellene kan være en alternativ forklaring til effektene observert i vår studie. En randomisert kontrollert studie, hvor deltagerne hadde blitt randomisert til å motta p-piller eller placebo, ville redusert risikoen for konfundering. Et slikt studiedesign ville likevel krevd flere innfasingsperioder og hatt sine etiske utfordringer. Studien ga oss relativt høy indre validitet, men dette har påvirket den eksterne validiteten. Forsiktighet bør derfor utvises til å ekstrapolere resultatene i vår studie til andre populasjoner. Siden ulike p-pillepreparater inneholder gestagen med forskjellig androgene egenskaper (Sims & Heather, 2018), bør særlig forsiktighet utvises til å overføre disse resultatene til andre p-pillebrukere, eller enda mer upassende til å gjelde andre prevensjonspreparater.

## 6 Konklusjon og praktisk betydning

Denne studien ble gjennomført i tråd med gjeldende anbefalinger for menstruasjonssyklusforskning og viste at hopp høyden var høyere i SF sammenlignet med TF hos en gruppe unge trente og naturlig menstruerende kvinner. Ingen forskjeller i hopp høyde ble funnet mellom de andre menstruasjonssyklusfasene. Resultatene støtter derfor delvis vår hypotese til problemstilling I, som var at hopp høyden ville være lavere under menstruasjonen (TF) sammenlignet med de andre fasene av menstruasjonssyklusen (SF og ML). Som svar til problemstilling II, og i tråd med vår hypotese, viste studien at hopp høyden ikke varierte mellom ukene i en p-pillesyklus (uke 1-4).

Østrogen og progesteron endret seg som forventet gjennom menstruasjonssyklusen, men vi fant ingen signifikante sammenhenger mellom endringer i hormonkonsentrasjon og hopp høyde i vår studie. Lavere hopp høyde i TF enn SF kan også være relatert til menstruasjonssymptomer, men dette ble ikke målt. Fremtidige studier oppfordres derfor til å samle inn data på menstruasjonssymptomer for å undersøke dette videre. Individuelle forskjeller i hopp høyde og hormonnivåer, sammen med lavt deltagerantall, gjør det vanskelig å trekke klare slutninger om effekten av menstruasjonssyklusen på hopp høyde. Basert på vår studie og andre, som har funnet at prestasjonen varierer gjennom menstruasjonssyklusen, virker det imidlertid fornuftig at kvinnelige idrettsutøvere har et forhold til hvordan menstruasjonssyklusen påvirker egen prestasjon. Man kan da i samråd med trener forsøke å optimalisere treningsbelastningen etter egen menstruasjonssyklus, som over tid potensielt kan øke prestasjonen. P-piller er vist å dempe endel menstruasjonssymptomer, og kan være et godt alternativ for utøvere som er særlig plaget med dette og ønsker en mer stabil konkurranse- og treningshverdag med mulighet til å hoppe over menstruasjonsblødningen.

Basert på funnene i vår studie bør testing av hopp høyde, hvis mulig, standardiseres til en del av menstruasjonssyklusen for å bedre kunne bedømme treningsadaptasjon. Det er viktig å poengtere at selv om deltagerne i vår studie var godt trente kvinner, er det ikke sikkert funnene kan overføres til og gjelde for alle kvinnelige idrettsutøvere. Siden det er snakk om små forskjeller i prestasjon, virker funnen av liten betydning for den øvrige befolkningen som ikke har som mål å optimalisere prestasjonen eller skal konkurrere. Fremtidige studier bør derfor ta sikte på å undersøke dette videre hos ulike kvinnelige utøverpopulasjoner.

## Referanseliste

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P. & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00283.2002>
- Abian-Vicen, J., Puente, C., Salinero, J. J., González-Millán, C., Areces, F., Muñoz, G., Muñoz-Guerra, J. & Del Coso, J. (2014). A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. *Amino Acids*, 46(5), 1333–1341. <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1702-6>
- Abt, J. P., Sell, T. C., Laudner, K. G., McCrory, J. L., Loucks, T. L., Berga, S. L. & Lephart, S. M. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(7), 901–907. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0302-3>
- Ansdell, P., Brownstein, C. G., Škarabot, J., Hicks, K. M., Simoes, D. C. M., Thomas, K., Howatson, G., Hunter, S. K. & Goodall, S. (2019). Menstrual cycle-associated modulations in neuromuscular function and fatigability of the knee extensors in eumenorrheic women. *Journal of Applied Physiology*, 126(6), 1701–1712. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01041.2018>
- Aragón-Vargas, L. F. & Gross, M. M. (1997). Kinesiological Factors in Vertical Jump Performance: Differences among Individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(1), 24–44. <https://doi.org/10.1123/jab.13.1.24>
- Bailey, S. P., Zacher, C. M. & Mittleman, K. D. (2000). Effect of menstrual cycle phase on carbohydrate supplementation during prolonged exercise to fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 88(2), 690–697. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.2.690>
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J. & Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 528–533. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318299a52e>
- Barre, A. & Armand, S. (2014). Biomechanical ToolKit: Open-source framework to visualize and process biomechanical data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 114(1), 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2014.01.012>
- Barron, M. L. & Fehring, R. J. (2005). Basal body temperature assessment: Is it useful to couples seeking pregnancy? *MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing*, 30(5), 290–296.
- Bawa, P. & Lemon, R. N. (1993). Recruitment of motor units in response to transcranial magnetic stimulation in man. *The Journal of Physiology*, 471, 445–464.
- Bennell, K., White, S. & Crossley, K. (1999). The oral contraceptive pill: A revolution for

- sportswomen? *British Journal of Sports Medicine*, 33(4), 231–238.
- Birch, K. M. & Reilly, T. (1999). *Manual handling performance: The effects of menstrual cycle phase*. *Ergonomics*, 42(10), 1317–1332. <https://doi.org/10.1080/001401399184974>
- Birch, K. & Reilly, T. (2002). The diurnal rhythm in isometric muscular performance differs with eumenorrheic menstrual cycle phase. *Chronobiology International*, 19(4), 731–742. <https://doi.org/10.1081/CBI-120006083>
- Blair, R. M., Fang, H., Branham, W. S., Hass, B. S., Dial, S. L., Moland, C. L., Tong, W., Shi, L., Perkins, R. & Sheehan, D. M. (2000). The estrogen receptor relative binding affinities of 188 natural and xenochemicals: Structural diversity of ligands. *Toxicological Sciences*, 54(1), 138–153. <https://doi.org/10.1093/toxsci/54.1.138>
- Bobbert, M. F. (2014). Effect of unloading and loading on power in simulated countermovement and squat jumps. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(6), 1176–1184. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000216>
- Bobbert, M. F. & Casius, L. J. R. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(3), 440–446. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000155389.34538.97>
- Bull, J. R., Rowland, S. P., Scherwitzl, E. B., Scherwitzl, R., Danielsson, K. G. & Harper, J. (2019). Real-world menstrual cycle characteristics of more than 600,000 menstrual cycles. *Npj Digital Medicine*, 2(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0152-7>
- Bunt, J. (1990). Metabolic actions of estradiol: Significance for acute and chronic exercise responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(3), 286–290.
- Burger, H. G. (1996). The endocrinology of the menopause. *Maturitas*, 23(2), 129–136. [https://doi.org/10.1016/0378-5122\(95\)00969-8](https://doi.org/10.1016/0378-5122(95)00969-8)
- Burger, L. L., Haisenleder, D. J., Dalkin, A. C. & Marshall, J. C. (2004). Regulation of gonadotropin subunit gene transcription. *Journal of Molecular Endocrinology*, 33(3), 559–584. <https://doi.org/10.1677/jme.1.01600>
- Burrows, M. & Peters, C. E. (2007). The influence of oral contraceptives on athletic performance in female athletes. *Sports Medicine*, 37(7), 557–574. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00001>
- Carol, W., Klinger, G., Jäger, R., Kasch, R. & Brandstädt, A. (1992). Pharmacokinetics of ethinylestradiol and levonorgestrel after administration of two oral contraceptive preparations. *Experimental and Clinical Endocrinology*, 99(1), 12–17. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1211124>
- Casazza, G. A., Suh, S. H., Miller, B. F., Navazio, F. M. & Brooks, G. A. (2002). Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. *Journal of Applied Physiology*, 93(5), 1698–1702. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2002>

- Cheng, K. B. (2008). The relationship between joint strength and standing vertical jump performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(3), 224–233. <https://doi.org/10.1123/jab.24.3.224>
- Coco, A. S. (1999). Primary dysmenorrhea. *American Family Physician*, 60(2), 489–496.
- Constantini, N. W., Dubnov, G. & Lebrun, C. M. (2005). The menstrual cycle and sport performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 51–82. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.01.003>
- Cooper, D. B. & Mahdy, H. (2021). Oral contraceptive pills. *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430882/>
- Cormie, P., McGuigan, M. R. & Newton, R. U. (2010). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(8), 1566–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181cf818d>
- Costello, J. T., Bieuzen, F. & Bleakley, C. M. (2014). Where are all the female participants in sports and exercise medicine research? *European Journal of Sport Science*, 14(8), 847–851. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.911354>
- Critchley, H. O. D., Maybin, J. A., Armstrong, G. M. & Williams, A. R. W. (2020). Physiology of the endometrium and regulation of menstruation. *Physiological Reviews*, 100(3), 1149–1179. <https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2019>
- Cronin, J. B. & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–357. <https://doi.org/10.1519/14323.1>
- Dante, G., Vaccaro, V. & Facchinetti, F. (2013). Use of progestagens during early pregnancy. *Facts, Views & Vision in ObGyn*, 5(1), 66–71.
- Dasa, M. S., Kristoffersen, M., Ersvær, E., Bovim, L. P., Bjørkhaug, L., Moe-Nilssen, R., Sagen, J. V. & Haukenes, I. (2021). The female menstrual cycles effect on strength and power parameters in high-level female team athletes. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.600668>
- Davis, H. C. & Hackney, A. C. (2017). The hypothalamic–pituitary–ovarian axis and oral contraceptives: regulation and function. I A. C. Hackney (Red.), *Sex Hormones, Exercise and Women: Scientific and Clinical Aspects* (s. 1–17). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44558-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44558-8_1)
- De Leo, V., Musacchio, M. C., Cappelli, V., Piomboni, P. & Morgante, G. (2016). Hormonal contraceptives: Pharmacology tailored to women’s health. *Human Reproduction Update*, 22(5), 634–646. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmw016>
- De Souza, M. J., Toombs, R. J., Scheid, J. L., O’Donnell, E., West, S. L. & Williams, N. I. (2010). High prevalence of subtle and severe menstrual disturbances in exercising women: Confirmation using daily hormone measures. *Human Reproduction (Oxford, England)*, 25(2), 491–503. <https://doi.org/10.1093/humrep/dep411>

- de Ziegler, D., Fraisse, T., de Candolle, G., Vulliemoz, N., Bellavia, M. & Colamaria, S. (2007). Roles of FSH and LH during the follicular phase: Insight into natural cycle IVF. *Reproductive BioMedicine Online*, 15(5), 507–513. [https://doi.org/10.1016/S1472-6483\(10\)60381-1](https://doi.org/10.1016/S1472-6483(10)60381-1)
- Dhont, M. (2010). History of oral contraception. *The European Journal of Contraception & Reproductive Health Care*, 15(sup2), 12–18. <https://doi.org/10.3109/13625187.2010.513071>
- Dibrezzo, R., Fort, I. L. & Brown, B. (1988). Dynamic strength and work variations during three stages of the menstrual cycle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(4), 113–116. <https://doi.org/10.2519/jospt.1988.10.4.113>
- Direkvand-Moghadam, A., Sayehmiri, K., Delpisheh, A. & Kaikhavandi, S. (2014). Epidemiology of premenstrual syndrome (PMS) - A systematic review and meta-analysis study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 8(2), 106–109. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8024.4021>
- Elliott-Sale, K. J., Cable, N. T., Reilly, T. & Diver, M. J. (2003). Effect of menstrual cycle phase on the concentration of bioavailable 17- $\beta$  oestradiol and testosterone and muscle strength. *Clinical Science*, 105(6), 663–669. <https://doi.org/10.1042/CS20020360>
- Elliott-Sale, K. J., Cable, N. T. & Reilly, T. (2005). Does oral contraceptive use affect maximum force production in women? *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 15–19. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.009886>
- Elliott-Sale, K. J., Smith, S., Bacon, J., Clayton, D., McPhilimey, M., Goutianos, G., Hampson, J. & Sale, C. (2013). Examining the role of oral contraceptive users as an experimental and/or control group in athletic performance studies. *Contraception*, 88(3), 408–412. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2012.11.023>
- Elliott-Sale, K. J., McNulty, K. L., Ansdell, P., Goodall, S., Hicks, K. M., Thomas, K., Swinton, P. A. & Dolan, E. (2020). The effects of oral contraceptives on exercise performance in women: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(10), 1785–1812. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01317-5>
- Emmonds, S., Heyward, O. & Jones, B. (2019). The challenge of applying and undertaking research in female sport. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0224-x>
- Ettinger, S. M., Silber, D. H., Gray, K. S., Smith, M. B., Yang, Q. X., Kunselman, A. R. & Sinoway, L. I. (1998). Effects of the ovarian cycle on sympathetic neural outflow during static exercise. *Journal of Applied Physiology*, 85(6), 2075–2081. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.6.2075>
- Eyster, K. M. (2016). The estrogen receptors: An overview from different perspectives. I K. M. Eyster (Red.), *Estrogen Receptors: Methods and Protocols* (s. 1–10). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3127-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3127-9_1)

- Falah, N., Torday, J., K. Quinney, S. & M. Haas, D. (2015). Estriol review: Clinical applications and potential biomedical importance. *Clinical Research and Trials*, 1(2). <https://doi.org/10.15761/CRT.1000109>
- Fatemi, H. M. (2009). Assessment of the luteal phase in stimulated and substituted cycles. *Facts, Views & Vision in ObGyn*, 1(1), 30–46.
- Feder, D., Rodrigues Barros Godoy, I., Guimarães Pereira, M. L., Silva, C. S., Nogueira Silvestre, D., Fonseca, F. L. A., Alves de Siqueira Carvalho, A., Aparecida dos Santos, R. & Catteli Carvalho, M. H. (2012). Hormonal receptors in skeletal muscles of dystrophic mdx mice. *BioMed Research International*, 2013, Artikkell e604635. <https://doi.org/10.1155/2013/604635>
- Forman, R. G., Chapman, M. C. & Steptoe, P. C. (1987). The effect of endogenous progesterone on basal body temperature in stimulated ovarian cycles. *Human Reproduction*, 2(8), 631–634. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.humrep.a136605>
- García-Pinillos, F., Bujalance-Moreno, P., Lago-Fuentes, C., Ruiz-Alias, S. A., Domínguez-Azpíroz, I., Mecías-Calvo, M. & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of the menstrual cycle on jumping, sprinting and force-velocity profiling in resistance-trained women: A preliminary study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph18094830>
- Garhammer, J. (1993). A review of power output studies of olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction, and evaluation tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 7(2), 76–89.
- Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T. & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84–92. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0413>
- Giacomini, M., Bernard, T., Gavarry, O., Altare, S. & Falgairette, G. (2000). Influence of the menstrual cycle phase and menstrual symptoms on maximal anaerobic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 486.
- Gibbs, J. C., Nattiv, A., Barrack, M. T., Williams, N. I., Rauh, M. J., Nichols, J. F. & De Souza, M. J. (2014). Low bone density risk is higher in exercising women with multiple triad risk factors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(1), 167–176. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a03b8b>
- Girija, B. & Veeraiah, S. (2011). Effect of different phases of menstrual cycle on physical working capacity in Indian population. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 55(2), 165–169.
- Gordon, C. M., Ackerman, K. E., Berga, S. L., Kaplan, J. R., Mastorakos, G., Misra, M., Murad, M. H., Santoro, N. F. & Warren, M. P. (2017). Functional hypothalamic amenorrhea: An endocrine society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 102(5), 1413–1439. <https://doi.org/10.1210/jc.2017-00131>

- Greising, S. M., Baltgalvis, K. A., Lowe, D. A. & Warren, G. L. (2009). Hormone therapy and skeletal muscle strength: A meta-analysis. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64A(10), 1071–1081. <https://doi.org/10.1093/gerona/glp082>
- Grimm, S. L., Hartig, S. M. & Edwards, D. P. (2016). Progesterone receptor signaling mechanisms. *Journal of Molecular Biology*, 428(19), 3831–3849. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2016.06.020>
- Grunfeld, L., Sandler, B., Fox, J., Boyd, C., Kaplan, P. & Navot, D. (1989). Luteal phase deficiency after completely normal follicular and periovulatory phases. *Fertility and Sterility*, 52(6), 919–923. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)53152-5](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)53152-5)
- Gudipally, P. R. & Sharma, G. K. (2020). Premenstrual Syndrome. *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560698/>
- Gursel, T., Biri, A., Kaya, Z., Sivaslıoglu, S. & Albayrak, M. (2014). The frequency of menorrhagia and bleeding disorders in university students. *Pediatric hematology and oncology*, 31. <https://doi.org/10.3109/08880018.2014.886316>
- Haghighizadeh, M. H., Karandish, M., Ghoreishi, M., Soroor, F. & Shirani, F. (2014). Body weight changes during the menstrual cycle among university students in Ahvaz, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 17(7), 915–919. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.915.919>
- Halbreich, U. (2003). The etiology, biology, and evolving pathology of premenstrual syndromes. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 55–99. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(03\)00097-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(03)00097-0)
- Hampson, E. (2020). A brief guide to the menstrual cycle and oral contraceptive use for researchers in behavioral endocrinology. *Hormones and Behavior*, 119, Artikel 104655. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2019.104655>
- Hansen, M. (2018). Female hormones: Do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proceedings of the Nutrition Society*, 77(1), 32–41. <https://doi.org/10.1017/S0029665117001951>
- Hee, L., Kettner, L. O. & Vejtorp, M. (2013). Continuous use of oral contraceptives: An overview of effects and side-effects. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 92(2), 125–136. <https://doi.org/10.1111/aogs.12036>
- Helland, C., Midttun, M., Saeland, F., Haugvad, L., Schäfer Olstad, D., Solberg, P. & Paulsen, G. (2020). A strength-oriented exercise session required more recovery time than a power-oriented exercise session with equal work. *PeerJ*, 8, Artikel e10044. <https://doi.org/10.7717/peerj.10044>
- Hertel, J., Williams, N. I., Olmsted-Kramer, L. C., Leidy, H. J. & Putukian, M. (2006). Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(9), 817–822. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0047-4>



- Hillard, P. J. A. (2014). Menstruation in adolescents: What do we know? And what do we do with the information? *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 27(6), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.jpag.2013.12.001>
- Hofmeister, S. & Bodden, S. (2016). Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder. *American Family Physician*, 94(3), 236–240.
- Iacovides, S., Avidon, I. & Baker, F. C. (2015). What we know about primary dysmenorrhea today: A critical review. *Human Reproduction Update*, 21(6), 762–778. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmv039>
- Imamov, O., Shim, G. J., Warner, M. & Gustafsson, J. Å. (2005). Estrogen receptor beta in health and disease1. *Biology of Reproduction*, 73(5), 866–871. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.043497>
- Jahanfar, S., Lye, M. S. & Krishnarajah, I. S. (2011). The heritability of premenstrual syndrome. *Twin research and human genetics: The Official Journal of the International Society for Twin Studies*, 14(5), 433–436. <https://doi.org/10.1375/twin.14.5.433>
- Janse De Jonge, X., Thompson, B. & Han, A. (2019). Methodological recommendations for menstrual cycle research in sports and exercise: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(12), 2610–2617. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002073>
- Jarvis, S. S., VanGundy, T. B., Galbreath, M. M., Shibata, S., Okazaki, K., Reelick, M. F., Levine, B. D. & Fu, Q. (2011). Sex differences in the modulation of vasomotor sympathetic outflow during static handgrip exercise in healthy young humans. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 301(1), 193–200. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00562.2010>
- Jonge, X. A. K. J. de, Boot, C. R. L., Thom, J. M., Ruell, P. A. & 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>
- Julian, R., Hecksteden, A., Fullagar, H. H. K. & Meyer, T. (2017). The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. *PLoS ONE*, 12(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173951>
- Kammoun, I., Ben Saâda, W., Sifaou, A., Haouat, E., Kandara, H., Ben Salem, L. & Ben Slama, C. (2017). Change in women's eating habits during the menstrual cycle. *Annales d'Endocrinologie*, 78(1), 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2016.07.001>
- Kim, J. H., Cho, H. T. & Kim, Y. J. (2014). The role of estrogen in adipose tissue metabolism: Insights into glucose homeostasis regulation [Review]. *Endocrine Journal*, 61(11), 1055–1067. <https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ14-0262>
- Kim, Y. J., Tamadon, A., Park, H. T., Kim, H. & Ku, S. Y. (2016). The role of sex steroid hormones in the pathophysiology and treatment of sarcopenia. *Osteoporosis and*

- Sarcopenia*, 2(3), 140–155. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2016.06.002>
- Kishali, N. F., Imamoglu, O., Katkat, D., Atan, T. & Akyol, P. (2006). Effects of menstrual cycle on sports performance. *International Journal of Neuroscience*, 116(12), 1549–1563. <https://doi.org/10.1080/00207450600675217>
- Klein, D. A., Paradise, S. L. & Reeder, R. M. (2019). Amenorrhea: A systematic approach to diagnosis and management. *American Family Physician*, 100(1), 39–48.
- Knowles, O. E., Aisbett, B., Main, L. C., Drinkwater, E. J., Orellana, L. & Lamon, S. (2019). Resistance training and skeletal muscle protein metabolism in eumenorrheic females: Implications for researchers and practitioners. *Sports Medicine*, 49(11), 1637–1650. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01132-7>
- Knudson, D. V. (2009). Correcting the use of the term “power” in the strength and conditioning literature. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1902–1908. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f5e5>
- Kriengsinyos, W., Wykes, L. J., Goonewardene, L. A., Ball, R. O. & Pencharz, P. B. (2004). Phase of menstrual cycle affects lysine requirement in healthy women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 287(3), 489–496. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00262.2003>
- Kubo, K., Miyamoto, M., Tanaka, S., Maki, A., Tsunoda, N. & Kanehisa, H. (2009). Muscle and tendon properties during menstrual cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 30(2), 139–143. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1104573>
- Laffaye, G., Wagner, P. P. & Tomblason, T. I. L. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 1096–1105. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1db03>
- Landgren, B. M., Undén, A. L. & Diczfalusy, E. (1980). Hormonal profile of the cycle in 68 normally menstruating women. *European Journal of Endocrinology*, 94(1), 89–98. <https://doi.org/10.1530/acta.0.0940089>
- Lange, D. (2020, november 19). *Summer Olympics—Share of female athletes 1900-2016*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/531146/women-participants-in-olympic-summer-games/>
- Lebrun, C. M., Petit, M. A., McKenzie, D. C., Taunton, J. E. & Prior, J. C. (2003). Decreased maximal aerobic capacity with use of a triphasic oral contraceptive in highly active women: A randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 37(4), 315–320. <https://doi.org/10.1136/bjsm.37.4.315>
- Lebrun, C. M., McKenzie, D. C., Prior, J. C. & Taunton, J. E. (1995). Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(3), 437–444.
- Lemoine, S., Granier, P., Tiffoche, C., Rannou-Bekono, F., Thieulant, M. L. & Delamarche,

- P. (2003). Estrogen receptor alpha mRNA in human skeletal muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(3), 439–443.  
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053654.14410.78>
- Lethaby, A., Wise, M. R., Weterings, M. A., Bofill Rodriguez, M. & Brown, J. (2019). Combined hormonal contraceptives for heavy menstrual bleeding. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000154.pub3>
- Linthorne, N. P. (2021). The correlation between jump height and mechanical power in a countermovement jump is artificially inflated. *Sports Biomechanics*, 20(1), 3–21.  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1721737>
- Lowe, D. A., Baltgalvis, K. A. & Greising, S. M. (2010). Mechanisms behind estrogens' beneficial effect on muscle strength in females. *Exercise and sport sciences reviews*, 38(2), 61–67. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181d496bc>
- Ludy, M. J., Tan, S. Y., Leone, R. J., Morgan, A. L. & Tucker, R. M. (2018). Weight gain in first-semester university students: Positive sleep and diet practices associated with protective effects. *Physiology & Behavior*, 194, 132–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.05.009>
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E. & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(10), 1638–1644.
- Mani, S. & Portillo, W. (2010). Activation of progesterin receptors in female reproductive behavior: Interactions with neurotransmitters. *Frontiers in neuroendocrinology*, 31(2), 157–171. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2010.01.002>
- Manolagas, S. C., O'Brien, C. A. & Almeida, M. (2013). The role of estrogen and androgen receptors in bone health and disease. *Nature reviews. Endocrinology*, 9(12), 699–712.  
<https://doi.org/10.1038/nrendo.2013.179>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2)
- Maybin, J. A. & Critchley, H. O. D. (2011). Progesterone: A pivotal hormone at menstruation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1221, 88–97.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.05953.x>
- Maybin, J. A. & Critchley, H. O. D. (2015). Menstrual physiology: Implications for endometrial pathology and beyond. *Human Reproduction Update*, 21(6), 748–761.  
<https://doi.org/10.1093/humupd/dmv038>
- McGovern, P. G., Myers, E. R., Silva, S., Coutifaris, C., Carson, S. A., Legro, R. S., Schlaff, W. D., Carr, B. R., Steinkampf, M. P., Giudice, L. C., Leppert, P. C. & Diamond, M. P. (2004). Absence of secretory endometrium after false-positive home urine luteinizing hormone testing. *Fertility and Sterility*, 82(5), 1273–1277.

<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2004.03.070>

- McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K. & Hicks, K. M. (2020). The effects of menstrual cycle phase on exercise performance in eumenorrhic women: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>
- Mihm, M., Gangooly, S. & Muttukrishna, S. (2011). The normal menstrual cycle in women. *Animal Reproduction Science*, 124(3), 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.030>
- Miller, V. M. & Duckles, S. P. (2008). Vascular actions of estrogen: Functional implications. *Pharmacological reviews*, 60(2), 210–241. <https://doi.org/10.1124/pr.107.08002>
- Monis, C. N. & Tetrokalashvili, M. (2020). Menstrual cycle proliferative and follicular phase. *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542229/>
- Montgomery, M. M. & Shultz, S. J. (2010). Isometric knee-extension and knee-flexion torque production during early follicular and postovulatory phases in recreationally active women. *Journal of Athletic Training*, 45(6), 586–593. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.6.586>
- Morin, J. B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M. & Samozino, P. (2019). When jump height is not a good indicator of lower limb maximal power output: Theoretical demonstration, experimental evidence and practical solutions. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(7), 999–1006. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01073-1>
- Nesheim, B. I. (2019). Menstruasjon. *Store medisinske leksikon*. <http://sml.snl.no/menstruasjon>
- Newton, R. U. & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20–31.
- Nicol, C., Avela, J. & Komi, P. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports Medicine*, 36, 977–999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- Niswender, G. D., Juengel, J. L., Silva, P. J., Rollyson, M. K. & McIntush, E. W. (2000). Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews*, 80(1), 1–29. <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.1.1>
- Oehler, M. K. & Rees, M. C. P. (2003). Menorrhagia: An update. *Acta Obstetrica Et Gynecologica Scandinavica*, 82(5), 405–422. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0412.2003.00097.x>
- Oosthuyse, T. & 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., D Souza, U. J. & 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 : JCDR*, *11*(2), 11–13.  
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24316.9408>
- Pérez-López, A., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Valadés, D., Lara, B., Hernandez, C., Areces, F., González, C. & Del Coso, J. (2015). Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *47*(4), 850–856. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000455>
- Petridis, L., Utczás, K., Tróznai, Z., Kalabiska, I., Pálinkás, G. & Szabó, T. (2019). Vertical jump performance in hungarian male elite junior soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *90*(2), 251–257.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1588934>
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D’Antona, G., Palma, A. & Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: Reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in Physiology*, *10*.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01384>
- Philpott, L. K., Forrester, S. E., van Lopik, K. A., Hayward, S., Conway, P. P. & West, A. A. (2020). Countermovement jump performance in elite male and female sprinters and high jumpers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, *235*(4).  
<https://doi.org/10.1177/1754337120971436>
- Potter, J., Bouyer, J., Trussell, J. & Moreau, C. (2009). Premenstrual syndrome prevalence and fluctuation over time: Results from a French population-based survey. *Journal of Women’s Health (2002)*, *18*(1), 31–39. <https://doi.org/10.1089/jwh.2008.0932>
- Prior, J. C., Vigna, Y. & Alojada, N. (1986). Conditioning exercise decreases premenstrual symptoms. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *55*(4), 349–355. <https://doi.org/10.1007/BF00422732>
- Prior, J. C., Vigna, Y., Sciarretta, D., Alojado, N. & Schulzer, M. (1987). Conditioning exercise decreases premenstrual symptoms: A prospective, controlled 6-month trial. *Fertility and Sterility*, *47*(3), 402–408. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)59045-1](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)59045-1)
- Rabasa, C. & Dickson, S. L. (2016). Impact of stress on metabolism and energy balance. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *9*, 71–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.01.011>
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Carvalho, T., Fernandes, T., Fonseca, P. & Rebelo, A. (2018). Countermovement jump analysis using different portable devices: Implications for field testing. *Sports*, *6*(3). <https://doi.org/10.3390/sports6030091>
- Rahman, S. A., Grant, L. K., Gooley, J. J., Rajaratnam, S. M. W., Czeisler, C. A. & Lockley, S. W. (2019). Endogenous circadian regulation of female reproductive hormones. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *104*(12), 6049–6059.  
<https://doi.org/10.1210/jc.2019-00803>

- Redman, L. M. & Weatherby, R. P. (2004). Measuring performance during the menstrual cycle: A model using oral contraceptives. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(1), 130–136. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106181.52102.99>
- Reed, B. G. & Carr, B. R. (2000). The normal menstrual cycle and the control of ovulation. D. P. Wilson (Red.), *Endotext*. MDText.com, Inc. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279054/>
- Reis, E., Frick, U. & Schmidtbleicher, D. (1995). Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 545–550. <https://doi.org/10.1055/s-2007-973052>
- Requena, B., García, I., Requena, F., de Villarreal, E. S. S. & Cronin, J. B. (2011). Relationship between traditional and ballistic squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2193–2204. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e86132>
- Riggs, M. & Sheppard, J. (2009). The relative importance of strength and power qualities to vertical jump height of elite beach volleyball players during the counter-movement and squat jump. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(3). <https://doi.org/10.4100/jhse.2009.43.04>
- Rivera, R., Yacobson, I. & Grimes, D. (1999). The mechanism of action of hormonal contraceptives and intrauterine contraceptive devices. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 181(5), 1263–1269. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(99\)70120-1](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(99)70120-1)
- Romero-Moraleda, B., Coso, J. D., Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Grgic, J. & Lara, B. (2019). The influence of the menstrual cycle on muscle strength and power Performance. *Journal of Human Kinetics*, 68, 123–133. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0061>
- Rosenberg, M. J., Meyers, A. & Roy, V. (1999). Efficacy, cycle control, and side effects of low- and lower-dose oral contraceptives: A randomized trial of 20 µg and 35 µg estrogen preparations. *Contraception*, 60(6), 321–329. [https://doi.org/10.1016/S0010-7824\(99\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0010-7824(99)00109-2)
- Ruoff, G. & Lema, M. (2003). Strategies in pain management: New and potential indications for COX-2 specific inhibitors. *Journal of Pain and Symptom Management*, 25(2 Suppl), S21-31. [https://doi.org/10.1016/s0885-3924\(02\)00628-0](https://doi.org/10.1016/s0885-3924(02)00628-0)
- Ryu, A. & Kim, T. H. (2015). Premenstrual syndrome: A mini review. *Maturitas*, 82(4), 436–440. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.08.010>
- Sacchi, S., Sena, P., Degli Esposti, C., Lui, J. & La Marca, A. (2018). Evidence for expression and functionality of FSH and LH/hCG receptors in human endometrium. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 35(9), 1703–1712. <https://doi.org/10.1007/s10815-018-1248-8>
- Sale, D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 15, 95–151.

- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F. & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11–18.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021>
- Sarwar, R., Niclos, B. B. & Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *The Journal of Physiology*, 493(Pt 1), 267–272. <https://dx.doi.org/10.1113%2Fjphysiol.1996.sp021381>
- Schaumberg, M. A., Emmerton, L. M., Jenkins, D. G., Burton, N. W., Janse de Jonge, X. A. K. & Skinner, T. L. (2018). Use of oral contraceptives to manipulate menstruation in young, physically active Women. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(1), 82–87. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0689>
- Schaumberg, M. A., Jenkins, D. G., Janse de Jonge, X. A. K., Emmerton, L. M. & Skinner, T. L. (2017). Three-step method for menstrual and oral contraceptive cycle verification. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(11), 965–969.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.013>
- Schmalenberger, K. M., Eisenlohr-Moul, T. A., Würth, L., Schneider, E., Thayer, J. F., Ditzen, B. & Jarczok, M. N. (2019). A systematic review and meta-analysis of within-person changes in cardiac vagal activity across the menstrual cycle: Implications for female health and future studies. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1946.  
<https://doi.org/10.3390/jcm8111946>
- Schmalenberger, K. M., Tauseef, H. A., Barone, J. C., Owens, S. A., Lieberman, L., Jarczok, M. N., Girdler, S. S., Kiesner, J., Ditzen, B. & Eisenlohr-Moul, T. A. (2021). How to study the menstrual cycle: Practical tools and recommendations. *Psychoneuroendocrinology*, 123, Artikel 104895.  
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2020.104895>
- Schultz, K. N., von Esenwein, S. A., Hu, M., Bennett, A. L., Kennedy, R. T., Musatov, S., Toran-Allerand, C. D., Kaplitt, M. G., Young, L. J. & Becker, J. B. (2009). Viral vector-mediated overexpression of estrogen receptor-alpha in striatum enhances the estradiol-induced motor activity in female rats and estradiol-modulated GABA release. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 29(6), 1897–1903. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4647-08.2009>
- Sheel, A. W. (2016). Sex differences in the physiology of exercise: An integrative perspective. *Experimental Physiology*, 101(2), 211–212.  
<https://doi.org/10.1113/EP085371>
- Shi, L., Feng, Y., Lin, H., Ma, R. & Cai, X. (2014). Role of estrogen in hepatocellular carcinoma: Is inflammation the key? *Journal of Translational Medicine*, 12, 93.  
<https://doi.org/10.1186/1479-5876-12-93>
- Silveira, R. P., Stergiou, P., Carpes, F. P., Castro, F. A. de S., Katz, L. & Stefanyshyn, D. J. (2017). Validity of a portable force platform for assessing biomechanical parameters in three different tasks. *Sports Biomechanics*, 16(2), 177–186.  
<https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1213875>

- Sims, S. T. & Heather, A. K. (2018). Myths and methodologies: Reducing scientific design ambiguity in studies comparing sexes and/or menstrual cycle phases. *Experimental Physiology*, *103*(10), 1309–1317. <https://doi.org/10.1113/EP086797>
- Smith, M., Adams, L., Schmidt, P., Rubinow, D. & Wassermann, E. (2002). Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Annals of neurology*, *51*, 599–603. <https://doi.org/10.1002/ana.10180>
- Smith, S. S., Woodward, D. J. & Chapin, J. K. (1989). Sex steroids modulate motor-correlated increases in cerebellar discharge. *Brain Research*, *476*(2), 307–316. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(89\)91251-1](https://doi.org/10.1016/0006-8993(89)91251-1)
- Smith, S. S. & Woolley, C. S. (2004). Cellular and molecular effects of steroid hormones on CNS excitability. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, *71*(Suppl 2), 4-10. [https://doi.org/10.3949/ccjm.71.suppl\\_2.s4](https://doi.org/10.3949/ccjm.71.suppl_2.s4)
- Sophie Gibson, M. E., Fleming, N., Zuijdwijk, C. & Dumont, T. (2020). Where have the periods gone? The evaluation and management of functional hypothalamic amenorrhea. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, *12*(Suppl 1), 18–27. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2019.2019.S0178>
- Souza, A. A., Bottaro, M., Rocha, V. A., Lage, V., Tufano, J. J. & Vieria, A. (2020). Reliability and test-retest agreement of mechanical variables obtained during countermovement jump. *International Journal of Exercise Science*, *13*(4), 6–17.
- Stamatiades, G. A. & Kaiser, U. B. (2018). Gonadotropin regulation by pulsatile GnRH: Signaling and gene expression. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *463*, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2017.10.015>
- Su, H., Yi, Y., Wei, T., Chang, T. & Cheng, C. (2017). Detection of ovulation, a review of currently available methods. *Bioengineering & Translational Medicine*, *2*(3), 238–246. <https://doi.org/10.1002/btm2.10058>
- Sulak, P. J. (2005). Ovulation suppression of premenstrual symptoms using oral contraceptives. *The American Journal of Managed Care*, *11*(16), 6.
- Sulak, P. J., Scow, R. D., Preece, C., Riggs, M. W. & Kuehl, T. J. (2000). Hormone withdrawal symptoms in oral contraceptive users. *Obstetrics & Gynecology*, *95*(2), 261–266.
- Sung, E., Han, A., Hinrichs, T., Vorgerd, M., Machado, C. & Platen, P. (2014). Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *SpringerPlus*, *3*, 668. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-668>
- Tangen, D. S., Nielsen, S. R., Kolnes, K. J. & Jensen, J. (2020). Caffeine increases vertical jumping height in young trained males before but not after a maximal effort strength training session. *Journal of Science in Sport and Exercise*, *2*(2), 145–153. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00060-7>
- Tenan, M. S., Hackney, A. C. & Griffin, L. (2016). Maximal force and tremor changes across



- the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 153–160.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-015-3258-x>
- Thomas, M. P. & Potter, B. V. L. (2013). The structural biology of oestrogen metabolism. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 137, 27–49.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2012.12.014>
- Thompson, B., Almarjawi, A., Sculley, D. & Janse de Jonge, X. (2020). 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*, 50(1), 171–185. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01219-1>
- Toffoletto, S., Lanzenberger, R., Gingnell, M., Sundström-Poromaa, I. & Comasco, E. (2014). Emotional and cognitive functional imaging of estrogen and progesterone effects in the female human brain: A systematic review. *Psychoneuroendocrinology*, 50, 28–52.  
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2014.07.025>
- Tsampoukos, A., Peckham, E. A., James, R. & Nevill, M. E. (2010). Effect of menstrual cycle phase on sprinting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 659–667. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1384-z>
- Van Cutsem, M., Duchateau, J. & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of Physiology*, 513(Pt 1), 295–305. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1998.295by.x>
- Van Roie, E., Walker, S., Van Driessche, S., Delabastita, T., Vanwanseele, B. & Delecluse, C. (2020). An age-adapted plyometric exercise program improves dynamic strength, jump performance and functional capacity in older men either similarly or more than traditional resistance training. *PLoS ONE*, 15(8).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237921>
- Vrtačnik, P., Ostanek, B., Mencej-Bedrač, S. & Marc, J. (2014). The many faces of estrogen signaling. *Biochemia Medica*, 24(3), 329–342. <https://doi.org/10.11613/BM.2014.035>
- Wade, L., Lichtwark, G. A. & Farris, D. J. (2020). Comparisons of laboratory-based methods to calculate jump height and improvements to the field-based flight-time method. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(1), 31–37.  
<https://doi.org/10.1111/sms.13556>
- Weidauer, L., Zwart, M. B., Clapper, J., Albert, J., Vukovich, M. & Specker, B. (2020). Neuromuscular performance changes throughout the menstrual cycle in physically active females. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(3), 314–324.
- White, C. P., Hitchcock, C. L., Vigna, Y. M. & Prior, J. C. (2011, august 8). *Fluid Retention over the Menstrual Cycle: 1-Year Data from the Prospective Ovulation Cohort*. Obstetrics and Gynecology International; Hindawi.  
<https://doi.org/10.1155/2011/138451>
- Wiegratz, I. & Kuhl, H. (2004). Long-cycle treatment with oral contraceptives. *Drugs*, 64(21),

2447–2462. <https://doi.org/10.2165/00003495-200464210-00006>

Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>

Wood, P. (2009). Salivary steroid assays—Research or routine? *Annals of Clinical Biochemistry*, 46(Pt 3), 183–196. <https://doi.org/10.1258/acb.2008.008208>

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Wu, H. M., Wang, H. S., Huang, H. Y., Soong, Y. K., MacCalman, C. D. & Leung, P. C. K. (2009). GnRH signaling in intrauterine tissues. *Reproduction*, 137(5), 769–777. <https://doi.org/10.1530/REP-08-0397>

Yamauchi, J. & Ishii, N. (2007). Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 703–709. <https://doi.org/10.1519/R-20516.1>

## Tabelloversikt

<b>Tabell 1</b> Oversikt over studier som har undersøkt effekten av menstruasjonssyklusen på styrke, spenst og/eller hurtighet.....	25
<b>Tabell 2</b> Oversikt over inklusjonskriterier for deltagelse i studien.....	32
<b>Tabell 3</b> Oversikt over eksklusjonskriterier for deltagelse i studien .....	33
<b>Tabell 4</b> Oversikt over p-pillepreparater benyttet av p-pillegruppen i studien. Innholdet av gestagen (levonorgestrel, desogestrel eller drospirenon) og etinyløstradiol (mg) er hentet fra felleskatalogen.....	34
<b>Tabell 5</b> Fysiske karakteristikk for deltagerne i studien oppgitt som gjennomsnitt (SD). ...	43
<b>Tabell 6</b> Korrelasjoner (Pearson r) mellom maksimal hopp høyde og kraftvariabler samlet for menstruasjons- og p-pillegruppen (n= 18). .....	46

## Figuroversikt

- Figur 1** Illustrasjon som viser hormonvariasjon og samtidige endringer som skjer i eggstokkene og livmorslimhinnen gjennom en menstruasjonssyklus. Brukt med tillatelse av rettighetshaver (Nesheim, 2019). ..... 13
- Figur 2** Illustrasjon som viser variasjon i hormonene østrogen (heltrukket grå linje), progesteron (heltrukket sort linje), luteiniserende hormon (LH) (stiplet grå linje) og follikkelstimulerende hormon (FSH) (stiplet sort linje) gjennom menstruasjonssyklusen. Brukt med tillatelse av rettighetshaver (Janse De Jonge et al., 2019)..... 15
- Figur 3** Flyttdiagram med oversikt over antall(n) deltagere, testdager og frafall/eksklusjon underveis i studien..... 33
- Figur 4** Illustrasjon som viser hvordan testdagene kunne fordele seg hos en deltager i menstruasjonsgruppen med gjennomsnittlig menstruasjonssykluslengde på 29 dager. .... 35
- Figur 5** Studiens testprotokoll. s= sekunder. .... 37
- Figur 6** Bakkekontaktkrefter (N) (heltrukket sort linje) og vertikal forflytning (m) (stiplet linje) gjennom ulike faser (A-D) av et vertikalt svikhopp. Horisontal grå linje indikerer kroppsvekt. Vertikale grå linjer indikerer start og slutt på de ulike hoppfasene. A= sviktfase; B= bremsefase; C= fremdriftsfase; D= flyfase. .... 40
- Figur 7** Individuelle verdier for endring i (A) S-Østradiol (nM) og (B) S-Progesteron (nM) for menstruasjonsgruppen (n= 8). \* Signifikant høyere enn TF ( $p < 0,05$ ); <sup>a</sup> Signifikant høyere enn SF ( $p < 0,05$ ); TF= tidlig follikkelfase; SF= sen follikkelfase; ML= midtre lutealfase. .... 44
- Figur 8** Hopp høyde for menstruasjonsgruppen (n= 8) gjennom en menstruasjonssyklus. (A) Individuelle verdier for maksimal hopp høyde. (B) Gruppegjennomsnitt (SD) for hopp nummer 1-5 i repetert hoppserie. \* Signifikant høyere enn TF ( $p < 0,05$ ); TF= tidlig follikkelfase; SF= sen follikkelfase; ML= midtre lutealfase..... 44
- Figur 9** Hopp høyde for p-pillegruppen (n= 10) gjennom en p-pillesyklus. (A) Individuelle verdier for maksimal hopp høyde. (B) Gruppegjennomsnitt (SD) for hopp nummer 1-5 i repetert hoppserie. .... 45

**Figur 10** Korrelasjon (Pearson r) mellom endring i maksimal hopphøyde og endring i S-  
Progesteron fra sen follikkelfase (SF) til midtre lutealfase (ML) for menstruasjonsgruppen (n=  
8).  $\Delta$ = endring. .... 46

## **Vedlegg**

- I Godkjenning av prosjektet, NIHs etiske komité
- II Godkjenning av prosjektet, NSD
- III Informasjonsskriv om studien
- IV Informert samtykkeskriv
- V Helseskjema
- VI Måltidsregistreringsskjema

## Søknad 140 – 180620 Effekt av koffein på hoppkapasitet for og etter forskjellig type trening

Vi viser til søknad, prosjektbeskrivelse, informasjonsskriv og innsendt melding til NSD.

I henhold til retningslinjer for behandling av søknad til etisk komite for idrettsvitenskapelig forskning på mennesker, ble det i komiteens møte av 18. juni 2020 konkludert med følgende:

### Vurdering

Komiteen ser positivt på at kvinner er inkludert i utvalgene for delstudiene 1 og 3 og legger til grunn at en forsøker å oppnå tilnærmet lik fordeling av kjønn i disse utvalgene. I delstudie 2 inngår en «pilotstudie» for å se om det er forskjell på prestasjon gjennom en menstruasjonssyklus. Komiteen vurderer denne studien til å være en del av delstudie 2 og ikke en pilotstudie slik dette begrepet vanligvis benyttes.

Komiteen vil minne om at et samtykke må være frivillig og informert for at det skal være gyldig. Dette innebærer at forskningsdeltakeren må få informasjon om hva forskningsprosjektet innebærer og hvilke konsekvenser det kan ha for deltakeren. Informasjonen skal være relevant, objektiv, klar og forståelig.

Komiteens oppfatning er at språket i informasjonsskrivene må tilpasses utvalgene. Dvs at ordvalget ved f eks beskrivelse av testene bør være allment og forståelig for personer uten faglig innsikt for å sikre at de har forstått hva prosjektet innebærer. Komiteen vil også bemerke at sykling til utmattelse ER anstrengende og ikke bare «*kan oppleves*» som anstrengende slik det står i informasjonsskrivet for det aktuelle delstudiet..

Komiteen godkjenner opprettelse av en prosjektspesifikk biobank for prosjektet.

### Vedtak

*På bakgrunn av forelagte dokumentasjon finner komiteen at prosjektet er forsvarlig og at det kan gjennomføres innenfor rammene av anerkjente etiske forskningsetiske normer nedfelt i NIHs retningslinjer. Til vedtaket har komiteen lagt følgende forutsetning til grunn:*

- Vilkår fra NSD følges*
- Nødvendige avtaler med samarbeidende institusjoner inngås*

- *NIHs retningslinjer for biobank følges*
- *Oppdaterte informasjonsskriv sendes komiteen til orientering*

Komiteen gjør oppmerksom på at vedtaket er avgrenset i tråd med fremlagte dokumentasjon. Dersom det gjøres vesentlige endringer i prosjektet som kan ha betydning for deltakernes helse og sikkerhet, skal dette legges fram for komiteen før eventuelle endringer kan iverksettes.

Med vennlig hilsen  
Professor Sigmund Loland  
Leder, Etisk komite, Norges idrettshøgskole

# NSD NORSK SENTER FOR FORSKNINGSDATA

NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Effect of caffeine on jumping capacity before and after various types of training

Referansenummer

719640

Registrert

04.06.2020 av Matthieu Clauss - clausm@nih.no

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges idrettshøgskole / Institutt for fysisk prestasjonsevne

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Jørgen Jensen, jorgen.jensen@nih.no, tlf: 98869223

Type prosjekt

Forskerprosjekt

Prosjektperiode

01.08.2020 - 01.08.2030

Status

31.08.2020 - Vurdert

Vurdering (1)

---

31.08.2020 - Vurdert

Etisk komité ved Norges idrettshøgskole har godkjent prosjektet. Godkjenningen omfatter opprettelse av en prosjektspesifikk biobank for prosjektet.

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet også vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den 31.08.2020 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: [https://nsd.no/personvernombud/meld\\_prosjekt/meld\\_endringer.html](https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html)

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger om helseopplysninger og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 01.08.2030. Data med personopplysninger oppbevares deretter internt ved behandlingsansvarlig institusjon frem til 01.08.2035, dette grunnet dokumentasjonshensyn/kontrollhensyn.

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og art. 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a, jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

#### PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

Unntak fra retten til sletting:

I utgangspunktet har alle som registreres i forskningsprosjektet rett til å få slettet opplysninger som er registrert om dem. Det gjøres imidlertid unntak fra retten til sletting i tilfeller der opplysningene allerede har inngått i analyser. Innmelder argumenterer for at det vil være vanskelig eller umulig å gjennomføre formålet med behandlingen dersom deltakerne krever sletting av data som har inngått i allerede bearbejdet data/analysesett.

Etter personvernforordningen art 17 nr. 3 d kan man unnta fra retten til sletting dersom behandlingen er nødvendig for formål knyttet til vitenskapelig eller historisk forskning eller for statistiske formål i samsvar med artikkel 89 nr. 1 i den grad sletting sannsynligvis vil gjøre det umulig eller i alvorlig grad vil hindre at målene med nevnte behandling nås. NSD vurderer dermed at det kan gjøres unntak fra retten til sletting av



opplysninger etter personvernforordningen art 17 nr. 3 d, dersom opplysningene allerede er inngått i utførte analyser.

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp underveis (hvert annet år) og ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet/pågår i tråd med den behandlingen som er dokumentert.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Mathilde Hansen  
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

### Vedlegg III

## Er du kvinne og vil delta i et forskningsprosjekt?

Vi søker etter forsøkspersoner til forskningsprosjekt om *variasjon i hopp høyde gjennom en menstruasjonssyklus*.

Menstruasjonsrytmen (MES) er en viktig biologisk rytme hos kvinner. I løpet av MES observeres store variasjoner i endogene kjønnshormoner, slik som østrogen og progesteron. Selv om den primære funksjonen til disse hormonene er å støtte reproduksjon, er de også vist å utøve en rekke ulike og komplekse effekter på flere fysiologiske systemer. Det er mulig at endringer i prestasjon kan observeres som følge av ulike hormonprofiler gjennom MES. Spenst er en viktig fysisk egenskap i flere idretter og det vil være interessant å se om hopp høyden varierer gjennom MES i tråd med endringer i endogene kjønnshormoner.

Hva:

- To testtilvenningsdager
- Tre-fire testdager i løpet av syklusen med blodprøver

Hvem:

- Kvinner i alderen 18-35 år
  - naturlig menstruerende (ikke brukt prevensjonspreparater de siste 3 måneder)
  - p-pillebrukere (bruker monofasiske p-piller)
- Frisk og normalvektig
- «Moderat til godt trent» hva gjelder styrke og/eller spenst/hurtighetstrening

Hva skal testes:

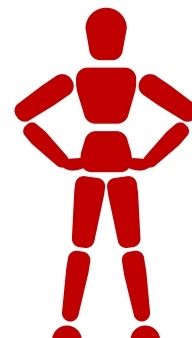
- Spenst (svikthopp)
- Analyse av hormoner (østrogen og progesteron) i blod

Fordeler:

- Innblikk i hvordan forskning foregår
- Detaljert informasjon om egen menstruasjonssyklus
- Vitenskapelig pekepinn på egne spenstferdigheter
- Bidrar til kvinneforskning

Ulemper

- Krever at man setter av noe tid
- Blodprøver kan for noen oppleves ubehagelig



Ved interesse kan du kontakte masterstudent  
**Henriette Åserud (henriette\_aaserud@hotmail.com)**

## FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

### VARIASJON I HOPPHØYDE GJENNOM EN MENSTRUASJONSSYKLUS

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt som skal undersøke hvordan hopp høyden varierer gjennom en menstruasjonssyklus. I dette skrivet gir vi deg informasjon om prosjektets mål og hva deltakelse vil innebære for deg.

Menstruasjonszyklusen (MES) er en viktig biologisk rytme hos kvinner. I løpet av MES observeres store variasjoner i de kvinnelige kjønnshormonene østrogen og progesteron. Selv om den primære funksjonen til disse hormonene er å støtte reproduksjon, har forskning vist at endringer i østrogen og progesteron gjennom MES også utøver en rekke ulike og komplekse effekter på flere fysiologiske systemer. Det er mulig at endringer i prestasjon kan observeres som følge av ulik hormonprofil gjennom MES, men litteraturen er foreløpig tvetydig. Spenst er en viktig fysisk egenskap i flere idretter og det vil være interessant å se om hopp høyden varierer gjennom MES i tråd med endringene i østrogen og progesteron.

Inklusjonskriterier:

- Kvinner i alderen 18-35 år:
  - *naturlig menstruerende* som har hatt regelmessig menstruasjon og ikke brukt prevensjonspreparater de siste 3 måneder
  - *P-pillebrukere* som bruker monofasiske p-piller (lik hormondose alle uker)
- Frisk (sjekkes ut gjennom helseskjema) og normalvektig ( $KMI \leq 25$ )
- «Moderat til godt trent» hva gjelder styrke og/eller spenst/hurtighetstrening
  - trener mer enn 3 ganger i uken

Ytterligere informasjon finnes i skrivet. Om du har lest denne informasjonen og ønsker å være forsøksperson, ber vi deg om å skrive under og returnere den siste siden på dette skrivet til oss. Du kan når som helst trekke deg fra studien uten å oppgi en grunn.

Ansvarlig for studien er Norges idrettshøgskole, og prosjektleder er professor Jørgen Jensen. Mastergradsstudent Henriette Åserud (95470007, henriette\_aaserud@hotmail.com) vil ha det praktiske ansvaret for den daglige driften underveis i studien, og studien vil inngå i hennes masteroppgave.

## HVA INNEBÆRER STUDIEN?

Dersom du ønsker å delta kreves det at du følger intervensjonens retningslinjer med 5-6 dager oppmøte på Norges idrettshøgskole. I løpet av studien vil det bli gjennomført to dager med tilvenning til test (svikthopp) etterfulgt av 3-4 testdager fordelt utover syklus.

På en av de to tilvenningsdagene vil det være nødvendig med en samtale for å kartlegge syklus. Dette for å legge opp et videre løp for testing slik at vi dekker alle faser. Du vil også få utdelt en eggløsningstest (kun menstruasjonsgruppen) med 7 testpinner som skal tas hver morgen i 7 dager rundt midtre del av syklus. Ved oppmøte på testdag vil det bli tatt en blodprøve (kun menstruasjonsgruppen). Du vil så gjennomføre oppvarming med 5 minutter lett jogg etterfulgt av 3-4 stigningsløp (~40m). Testprotokollen består av 3 maksimale svikthopp på kraftplattform med 30 sekunder mellom hvert hopp og 5 repeterte svikthopp med 7 sekunder mellom hvert hopp (figur 1).



Figur 1: Testprotokoll

Som forsøksperson må du avstå fra koffein, nikotin og alkohol de siste 24 timer før testing, i tillegg til å unngå tung styrketrening for bein de siste 48 timer før testing.

## MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Ved å delta i dette prosjektet vil du få innblikk i hvordan forskning foregår og få mulighet til å gjennomføre avanserte tester og målinger som vanligvis er kostbare eller man ellers ikke får muligheten til å gjennomføre. Du vil gjennom disse testene få en god og vitenskapelig pekepinn på egne spenstferdigheter, i tillegg til detaljert informasjon om egen menstruasjonssyklus. Du vil dessuten bidra til verdifull og ettertraktet forskning på kvinner.

Deltakelse vil kreve at du setter av noe tid, men det er lagt til rette for at gjennomføring utføres så effektivt som mulig. Testen (svikthopp) er ikke vanskelig å gjennomføre, men krever at du anstrenger deg maksimalt. Testen er kontrollert, og vil for friske forsøkspersoner ikke medføre noen risiko.

I dette prosjektet vil det bli tatt blodprøver, og dette kan for noen oppleves ubehagelig. Blodprøver vil bli tatt av en kvalifisert person for å minimere risiko for infeksjon og ubehag.

## FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta signerer du vedlagt samtykkeskjema. Du kan når som helst trekke deg fra studien uten å oppgi noen grunn. Det vil ikke få noen konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

## DITT PERSONVERN – HVORDAN VI OPPBEVARER OG BRUKER DINE OPPLYSNINGER

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har nevnt i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Du som deltaker har rett til å få innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg.

Informasjonen som registreres vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer, eller andre direkte gjenkjennerende opplysninger. Det vil brukes nummererte koder i stedet for navn. Alle data vil bli behandlet aidentifisert og ingen, bortsett fra deg og testleder, kan knytte dataene tilbake til deg. Det vil derfor ikke være mulig å identifisere resultatene dine i studien du har deltatt i når disse senere publiseres.

Ved å delta i prosjektet, samtykker du også til at blodprøver kan utleveres til Danmark og Storbritannia. Koden som knytter deg til dine personidentifiserende opplysninger vil ikke bli utlevert.

Professor Jørgen Jensen er daglig ansvarlig for prosjektet, og Norges idrettshøgskole ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig. Prosjektleder har ansvar for at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte.

## BIOBANK

Blodprøvene som blir tatt og informasjonen som kommer av dette materialet vil bli lagret i en forskningsbiobank ved Norges idrettshøgskole. Studien inngår i et samarbeidsprosjekt med forskere i Danmark (Århus og København), og blodprøver vil bli sendt dit for analyse. Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også samtykke til det biologiske materialet og analyseresultater som inngår i biobanken – professor Jørgen Jensen er ansvarshavende for forskningsbiobanken. Etter publikasjon av vitenskapelige artikler vil materialet bli destruert etter interne retningslinjer. Studien og biobanken er finansiert gjennom forskningsmidler fra Norges idrettshøgskole.

## FORSIKRING

Norges idrettshøgskole er en statlig vitenskapelig høgskole, og staten er selvassurandør.

## DINE RETTIGHETER

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- Innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- Å få rettet personopplysninger om deg,
- Få slettet personopplysninger om deg,
- Få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet),
- Å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

## HVA SKJER MED OPPLYSNINGENE DINE NÅR VI AVSLUTTER FORSKNINGSARBEIDET?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 1.august 2030. Ved prosjektslutt vil personopplysninger bli slettet, og det vil ikke være mulig å identifisere resultatene dine i studien du har deltatt i.

## HVA GIR OSS RETT TIL Å BEHANDLE PERSONOPPLYSNINGER OM DEG?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. På oppdrag fra Norges idrettshøgskole har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## HVOR KAN JEG FINNE UT MER?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges idrettshøgskole ved prosjektansvarlig Jørgen Jensen (telefon 98 86 92 23, eller på epost [jorgen.jensen@nih.no](mailto:jorgen.jensen@nih.no)) eller mastergradsstudent Henriette Åserud, på epost ([henriette\\_aaserud@hotmail.com](mailto:henriette_aaserud@hotmail.com)) eller telefon 95470007.
- Vårt personvernombud: NIHs etiske komite, på epost ([personvernombud@nih.no](mailto:personvernombud@nih.no))
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller telefon: 55 58 21 17.

## Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Variasjon i hopp høyde gjennom en menstruasjonssyklus*», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i dette vitenskapelige forsøket
- at mine personopplysninger behandles utenfor EU
- at mine personopplysninger lagres i 5 år etter prosjektslutt for etterprøvnbarhet og kontroll

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, 1. august 2030.

-----

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg V

### Egenerklæring for forsøkspersoner

Etternavn:	Fornavn:
Fødselsdato:	
E-post:	
Tlf.:	
FP nr.	
Idrettsbakgrunn (angi omtrent hvor mange timer du trener per uke):	

Takk for at du vurderer å delta som forsøksperson ved Norges idrettshøgskole! Før du kan delta, må vi imidlertid kartlegge om din deltakelse kan medføre noen form for helserisiko. Vær snill å lese gjennom alle spørsmålene nøye og svar ærlig ved å krysse av for JA eller NEI. Hvis du er i tvil, bør du be om å få snakke med legen som er ansvarlig for forsøket.

Hvis du krysser av for JA på ett eller flere av disse spørsmålene, må du gjennomgå en legeundersøkelse før forsøksstart.

Spørsmål	JA	NEI
1. Kjenner du til at du har en hjertesykdom?		
2. Hender det du får brystmerter i hvile eller i forbindelse med fysisk aktivitet?		
3. Kjenner du til at du har høyt blodtrykk?		
4. Bruker du for tiden medisiner for høyt blodtrykk eller hjertesjukdom? (f.eks. vann drivende midler)?		
5. Har noen av dine foreldre, søsken eller barn fått hjerteinfarkt eller dødd plutselig (før fylte 55 år for menn og 65 år for kvinner)?		
6. Røyker du?		
7. Har du besvimt i løpet av de siste seks månedene?		
8. Hender det du mister balansen på grunn av svimmelhet?		
9. Vet du om du har astma? Hvis ja, tar du medisiner? Spesifiser medisin og dose.		
10. Har du sukkersyke (diabetes)?		
11. Får du allergiske eller hypersensitive reaksjoner av bedøvelse?		
12. Kjenner du til noen annen grunn til at din deltakelse i prosjektet kan medføre helse- eller skaderisiko?		

Gi beskjed straks dersom din helsesituasjon forandrer seg fra nå og til undersøkelsen er ferdig, f.eks. ved at du blir forkjølet eller får feber.

Sted – dato

Underskrift



Vedlegg VI

**Måltidsregistrering og fysisk aktivitet**

FPnr: \_\_\_\_\_

Registrering av måltider og fysisk aktivitet siste 24 timer før første testdag

	Tid
Frokost + drikke	
Lunsj + drikke	
Middag + drikke	
Kveldsmat + drikke	
Eventuelle mellommåltider + drikke:	
Fysisk aktivitet:	
Frokost + drikke (testdag):	

**NB: FP skal innta det samme kostholdet og gjennomføre samme form for fysisk aktivitet for hver testdag. FP må avstå fra koffein, nikotin og alkohol de siste 24 timer før testing, i tillegg til å unngå tung styrketrening for bein de siste 48 timer før testing.**