

**KUUKAUTISKIERRON JA HORMONAALISEN EHKÄISYN VAIKUTUS
KESTÄVYYSSUORITUSKYKYMUUTTUJIIN MAKSIMAALISESSA SUORASSA
TESTISSÄ KESTÄVYYS- JA VOIMAHARJOITELLEILLA NAISILLA**

Anna Raitanen

Pro Gradu -tutkielma

Liikuntafysiologia

Syksy 2021

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Taija Juutinen ja Johanna Ihalainen

TIIVISTELMÄ

Raitanen, Anna (2021). Kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutus kestävyys- ja voimaharjoittelun suorituskykyyn maksimaalisessa suorassa testissä kestävyys- ja voimaharjoittelulla naisilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma, 51 s.

Monet naiset kokevat kuukautiskierron vaikuttavan psyykkiseen ja fyysiseen olotilaansa. Kuukautiskierron vaikutuksesta suorituskykyyn on ristiriitaisia tutkimustuloksia. Mahdolliset erot suorituskyvyssä vaiheiden välillä voivat johtua esimerkiksi muutoksista keuhkotuuletuksessa, energia-aineenvaihdunnassa, lämmönsäätelyssä tai motivaatiossa. Suurin osa aiemmista tutkimuksista osoitti laktaattitasojen ja hengityksenvaihtosuhteen (RER) olevan korkeamman follikulaarivaiheessa kuin luteaalivaiheessa, mikä viittaa suurempaan glykokeenin käyttöön energiälähteenä. Tutkimusten enemmistön perusteella voidaan tehdä oletus, että korkea estrogeenipitoisuus ja estrogeeni/keltarauhashormonisuhde voivat lisätä rasvojen käyttöä energiaksi ja tätä kautta johtaa alhaisempaan RER:iin ja laktaattitasoihin. Yhdistelmäehkäisytableteilla tehdyissä tutkimuksista ei ole havaittu systemaattisesti eroja eri vaiheiden välillä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tuoda lisätietoa kuukautiskierron ja yhdistelmäehkäisyn vaiheiden vaikutuksesta maksimaaliseen hapenottokykyyn, koettuun raskautustuntemukseen ja fysiologisiin muutuksiin suorassa mattotestissä voimatestien jälkeen.

Tutkittavina olivat 28 kestävyys- ja voimaharjoittelua harrastavaa naista, joilla oli normaali eumenorinen kuukautiskierto (NHC) tai, jotka käyttivät yhdistelmäehkäisyä (HC). Testijärjestys oli satunnaistettu ja testit tehtiin aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV) ja luteaalivaiheessa (LP). HC-ryhmä teki testit tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyn aktiivisessa vaiheessa ja passiivisessa vaiheessa ennen tyhjennysvuotoa. Kestävyys- ja voimaharjoittelun suorituskykyä mitattiin suorassa maksimitestissä juosten nousevilla 3 minuutin kuormilla.

Tutkimuksen tuloksena havaittiin maksimaalisen hapenottokyvyn olevan OV:ssa merkittävästi korkeampi kuin LP:ssä, mitä ei ole havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa. Laktaatti aerobisella kynnyksellä NHC-ryhmässä oli merkitsevästi korkeampi MFP:ssä ja OV:ssa kuin LP:ssä, mikä saattaa johtua estrogeenin lisäämästä rasva-aineenvaihdunnasta ja pienentämästä hiilihydraattien vaihdunnasta LP:ssä. Vastoin aikaisempia tutkimustuloksia NHC-ryhmässä aerobisen kynnyksen koettu raskaus (RPE) oli korkeampi LP:ssä suhteessa MFP:hen ja OV:hen ja anaerobisella kynnyksellä raportoitu RPE oli merkitsevästi korkeampi EFP:ssä ja LP:ssä kuin OV:ssa. Muissa muuttujissa ei havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja. Tutkimuksen perusteella ei löydetty yksiselitteistä näyttöä kuukautiskierron tai hormonaalisen yhdistelmäehkäisyn vaikutuksesta kestävyys- ja voimaharjoittelun suorituskykyyn.

Avainsanat: kestävyys- ja voimaharjoittelun suorituskyky, suora mattotesti, kuukautiskierto, hormonaalinen ehkäisy

ABSTRACT

Raitanen Anna (2021). Effects of menstrual cycle and hormonal contraceptives on performance of endurance and strength trained women at incremental running test. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis of Exercise Physiology, pp.51.

Many women feel that their menstrual cycle affects their psychological and physiological state. There are controversial findings regarding the effects of the menstrual cycle on performance. Possible differences in performance may originate from changes in ventilation, energy substrate use, thermoregulation or motivation. Most studies showed lactate levels and respiratory exchange ratio (RER) to be higher at follicular than luteal phase, which may indicate a greater use of glycogen for energy. Based on the majority of studies, it can be suggested that higher estrogen levels and a higher estrogen/progesterone ratio may increase fat utilization for energy and therefore lead to lower RER and lactate levels. Studies on hormonal contraceptive users have not indicated systematic differences in substrate utilization or ventilation between active and inactive phases of contraceptive use.

The aim of this study was to obtain more information about the effects of the menstrual cycle and hormonal contraceptive phases on maximal oxygen consumption (VO_{2max}), rating of perceived exertion, and physiological variables (blood lactate, respiratory exchange ratio, and ventilation) during an incremental running test to exhaustion after strength testing.

Subjects were 28 endurance and strength trained healthy women who either had a normal menstrual cycle (NHC) or used combined hormonal contraceptives (HC). Tests were performed in a random order in the early follicular phase (EFP), the mid-follicular phase (MFP), ovulation (OV), and the luteal phase (LP). The HC-group had one test at bleeding, two during active phases of contraceptives, and one testing during the inactive phase before bleeding. Endurance performance was measured using an incremental running test until exhaustion with 3 minutes at each speed.

VO_{2max} was observed to be significantly higher at OV than LP, which has not been reported in earlier studies. Lactate at aerobic threshold was significantly higher in MFP and OV than LP, which could be caused by increased fat utilization and lowered carbohydrate utilization due to higher estrogen levels. In contradiction to earlier studies rate of perceived exertion (RPE) at aerobic threshold was significantly higher in LP than MFP and OV and RPE at anaerobic threshold was significantly higher in EFP and LP than OV. No other statistically significant differences were observed in the study. Based on the study there is no evidence that menstrual cycle or hormonal contraceptive phase would affect endurance performance.

Key words: endurance performance, incremental running test, menstrual cycle, hormonal contraceptives

KIITOKSET

Ensinnäkin suurimmat kiitokset kuuluvat kaikille tutkimuksen mahdollistaneille tutkittaville, jotka jaksoivat rankan testirupeaman useine käynteineen, tutkimuksineen ja lomakkeineen ja jotka jaksoivat vielä viimeisessäkin testissä antaa kaikkensa tutkimuksen eteen.

Haluan kiittää työn ohjaajaa Johanna Ihalaista tutkimusprojektin vetämisestä ja suunnittelusta ja erinomaisesta tuesta koko pitkän tutkimusprosessin aikana. Kiitokset myös työn toiselle ohjaajalle Taija Juutiselle ohjauksesta opinnoissa ja gradun tekemisessä. Kiitokset koko tutkimusryhmälle ja Liikuntabiologian laboratoriohenkilökunnalle hyvästä yhteistyöstä ja työpanoksesta eri mittauksissa ja joustamisesta lyhyelläkin varoitusaikalla mittausajankohtien niin vaatiessa.

Kiitokset Ronille kaikesta tuesta, ilman sinua tämä ei olisi valmistunut.

KÄYTETYT LYHENTEET

ATP	adenosiinitrifosfaatti
BMI	kehon massaindeksi (engl. body mass index)
CO ₂	hiilidioksidi
EFP	Aikainen follikulaarivaihe kuukautisten aikaan (engl. early follicular phase)
FSH	follitropiini (engl. follicle-stimulating hormone)
GnRH	gonadoliberiini (engl. gonadotropin-releasing hormone).
HC	hormonaalista yhdistelmäehkäisyä käyttävät (engl. use hormonal contraceptive)
LEAF-Q	alhaisen energiansaatavuuden riskitekijöitä kuvaava kysely (engl. low energy availability questionnaire)
LH	lutropiini (engl. luteinizing hormone)
LP	Luteaalivaihe (engl. luteal phase)
MFP	Follikulaarivaiheen puoliväli (engl. mid follicular phase)
NHC	ei hormonaalista ehkäisyä käyttävät (engl. non hormonal contraceptive)
O ₂	happi
OV	Ovulaatio
RER	hengityksen vaihtosuhte, hiilidioksidin tuoton suhde hapenkulutukseen VCO_2/VO_2
RPE	rasitustuntemus (engl. rating of perceived exertion)
V _E	ventilaatio
VE/VCO ₂	hiilidioksidiekvivalentti, ventilaation suhde hiilidioksidin tuottoon
VE/VO ₂	happiekvivalentti, ventilaation suhde hapenkulutukseen
VCO ₂	elimistön hiilidioksidin tuotto
VO ₂	hapenkulutus
VO _{2max}	maksimaalinen hapenottokyky
VT ₁	ventilaatiokynnys 1
VT ₂	ventilaatiokynnys 2

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 KUUKAUTISKIERTO JA HORMONAALINEN EHKÄISY.....	2
2.1 Kuukautiskierto ja sitä säätelevä hormonitoiminta	2
2.2 Hormonaalinen ehkäisy	5
3 SUORITUSKYKY KESTÄVYYSHARJOITUKSESSA.....	7
3.1 Kestävyyssuoritus ja energia-aineenvaihdunta.....	7
3.2 Suora mattotesti ja sen käyttö maksimaalisen hapenottokyvyn ja kynnysvauhtien arvioinnissa.....	8
3.2.1 Suoran mattotestin toteuttaminen, mitattavat muuttujat ja toistettavuus.....	8
3.2.2 Maksimaalinen hapenottokyky ja sen arviointi	12
3.2.3 Aerobinen kynnys.....	12
3.2.4 Anaerobinen kynnys	13
4 KUUKAUTISKIERRON JA HORMONAALISEN EHKÄISYN VAIKUTUS KESTÄVYYSSUORITUSKYKYYN	15
4.1 Kuukautiskiertoa säätelevien hormonien fysiologiset vaikutukset	15
4.2 Vaikutukset suorituskykyyn hormonaalista ehkäisyä käyttämättömillä	17
4.3 Vaikutukset suorituskykyyn hormonaalista ehkäisyä käyttävillä.....	24
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	26
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	27
6.1 Tutkimusasetelma.....	27
6.2 Tutkittavat.....	29

6.3	Protokolla	29
6.4	Mittaukset	33
6.5	Analyysit.....	33
6.6	Tilastolliset analyysit.....	34
7	TULOKSET	35
7.1	Kuukautiskierron vaikutus naissukupuolihormoneihin.....	36
7.2	Kuukautiskierron vaikutus suorituskykyyn.....	38
7.2.1	Vaikutus mitattuun ja teoreettiseen maksimaaliseen hapenottookykyyn.....	38
7.2.2	Vaikutukset maksimilaktaattipitoisuuksiin, kynnysnopeuksiin ja laktaattipitoisuuksiin ja RER:iin kynnyksillä.....	39
7.2.3	Vaikutus koettuun räsitustuntemukseen	41
8	POHDINTA.....	44
8.1	Kuukautiskierron vaikutus maksimaaliseen hapenottookykyyn	45
8.2	Kuukautiskierron vaikutus fysiologisiin muuttujiin testin aikana.....	46
8.3	Kuukautiskierron vaikutus koettuun räsitukseen.....	48
8.4	Kuukautiskierron vaikutus sukupuolihormonitasoihin.....	49
8.5	Tutkimustulosten luotettavuus.....	50
8.6	Johtopäätökset ja käytännön sovellukset.....	51
	LÄHTEET	52

1 JOHDANTO

Monet naiset kokevat kuukautisten ja kuukautiskierron eri vaiheiden vaikuttavan psyykkiseen ja fyysiseen olotilaansa. Naisten suorituskykyä ja sen vaihtelua kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa on tutkittu melko paljon, mutta suurin osa tutkimuksista on tehty hyvin pienellä tutkittavien määrällä, eikä kuukautiskierron vaiheita ole välttämättä varmistettu hormonipitoisuuksien mittauksilla. Hormonaalisen ehkäisyn käyttäjiä on usein verrattu ehkäisyä käyttämättömiin ja eri vaiheiden keskinäiset erot ovat jääneet vähemmälle tutkimukselle. Harjoitus- ja ravitsemustilaa ei myöskään ole välttämättä standardisoitu tutkimuksissa.

Tutkimusta yhdistettyä hyvin aktiivisista kestävyys- ja voimaharjoittelua harrastavista naisista ja heidän kuukautiskiertojensa vaikutuksesta suorituskykyyn voima- ja kestävyystesteissä ei suoraan löydy kirjallisuudesta. Nyt tehtävällä tutkimuksella haluttiin lisätietoa kuukautiskierron ja hormonaalisen yhdistelmäehkäisyn vaiheiden vaikutuksesta maksimaaliseen hapenotto-kykyyn, koettuun raskautuntemukseen ja fysiologisiin muuttujiin kynnsnopeuksilla ja maksimaalisessa kuormituksessa voimatestien jälkeen. Tutkimuksessa kuukautiskierron vaiheet oli varmistettu laskimoverinäytteiden hormonipitoisuuksista ja tuloksista oli suljettu pois tutkimuskerrat, joiden kuukautisten vaihetta ei voitu vahvistaa hormonipitoisuuksista.

2 KUUKAUTISKIERTO JA HORMONAALINEN EHKÄISY

2.1 Kuukautiskierto ja sitä säätelevä hormonitoiminta

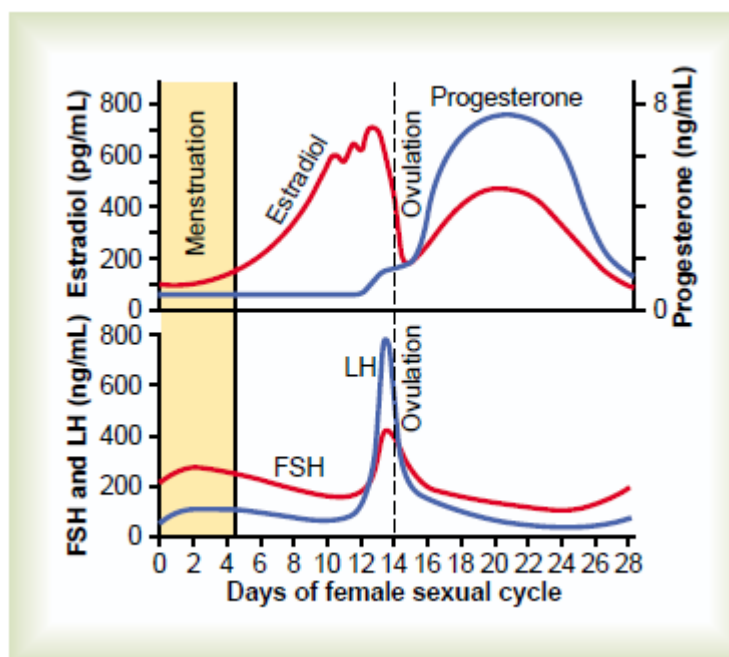
Naishormonien erityksen määrä vaihtelee kuukautiskierron eri vaiheissa ja munasarjoissa ja muissa sukupuolielimissä tapahtuu tämän mukaisesti fysiologisia muutoksia. Tätä lisääntymiseen liittyvää kuukausittaista rytmistä kiertoa kutsutaan kuukautiskierroksi. Kuukautiskierto alkaa kuukautisten ensimmäisestä päivästä. (Nienstedt ym. 2008, 432.) Naisen lisääntyminen alkaa munasolun kehitymisellä munarakkulaiksi munasarjoissa. Noin kuukautiskierron puolivälissä ainakin yksi munarakkula puhkeaa, mitä kutsutaan ovulaatioksi, ja munarakkula irtoaa munasarjasta ja päättyy munanjohtimeen ja tätä kautta kohtuun. Naisen hedelmällisen iän aikana noin 400–500 munarakkulaa kehittyy riittävästi vapauttaakseen munasolun. Kuukautiskierron pituus vaihtelee noin 20–45 päivän välillä ja on keskimäärin 28 päivää. Normaalisti munasarjoista irtoaa vain yksi munasolu kuukautiskierron aikana ja kohdun endometriummassa tapahtuu fysiologisia muutoksia sen valmistautuessa hedelmöittyneen munasolun kiinnittymiseen. (Guyton & Hall 2006, 1011–1012.)

Naisen lisääntymisen endokriininen järjestelmä koostuu kolmesta hierarkiasta:

- 1) Hypotalamuksen erittämä gonadoliberiini, joka on gonadotropiineja vapauttava hormoni, (engl. gonadotropin-releasing hormone, GnRH).
- 2) Aivolisäkkeen etuosan erittämät gonadotrooppiset sukupuolihormonit follitropiini, (engl. follicle-stimulating hormone, FSH) ja lutropiini (engl. luteinizing hormone LH). GnRH:n erityksellä stimuloi edellä mainittujen hormonien eritystä aivolisäkkeen etuosasta.
- 3) Munasarjojen hormonit estrogeeni ja keltarauhashormoni, joita munasarjat erittävät vastineena FSH:n ja LH:n eritykselle. (Guyton & Hall 2006, 1011–1012.)

Hormonien erityksellä ei ole tasaista kuukautiskierron aikana vaan aivolisäkkeen etuosan, ja munasarjojen hormonien erityksellä vaihtelee merkittävästi kuukautiskierron eri vaiheissa. GnRH:n erityksellä ei vaihtele yhtä paljon kuukautiskierron eri vaiheissa, ja sitä erittyy pulsseittain muutaman

minuutin ajan noin 90 minuutin välein (Nienstedt ym. 2008, 450). Kuukautiskierron aikaiset muutokset munasarjoissa riippuvat täysin gonadotrooppisten eli sukupuolirauhasten toimintaa säätelevien hormonien erityksestä. Noin 9–12 vuoden iässä FSH:n ja LH:n erityks alkua lisääntyä, mikä johtaa kuukautisten alkamiseen noin 11–15 vuoden iässä. (Guyton & Hall 2006, 1011–1012.) Kuvassa 1 on esitetty gonadotrooppisten ja munasarjojen hormonien erityks kuukautiskierron eri vaiheissa.



KUVA 1. FSH:n, LH:n, estradiolin ja keltarauhashormonin erityks kuukautiskierron eri vaiheissa (Guyton & Hall 2006, 1013).

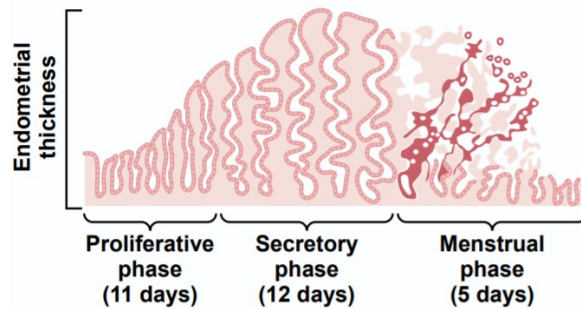
FSH ja LH stimuloivat munasarjoissa kohdesoluja yhdistymällä niiden solukalvojen spesifisiin reseptoreihin. Munasarjojen follikkelin kasvuvaihetta kutsutaan follikulaarivaiheeksi. Follikkelin kasvun ensimmäinen vaihe on munasolun kasvu noin kaksin- tai kolminkertaiseksi. Tämän jälkeen joihinkin follikkeleihin kasvaa ylimääräisiä kerroksia granuloosasoluja. Munasoluja ja niitä ympäröivien granuloosasolujen kokonaisuutta kutsutaan munarakkuloiksi (Nienstedt ym. 2008, 442). Kasvavien ja jakautuvien munasolujen väliin muodostuu nestettä ja tästä syntyy Graafin follikkeli eli kypsä munarakkula (Nienstedt ym. 2008, 442). Kuukautiskierron ensimmäisten päivien aikana FSH:n ja LH:n erityks kasvavat lievästi, FSH:n hieman enemmän ja

eritys pysyy ylempänä muutaman päivän. Nämä hormonit, etenkin FSH, aiheuttavat 6–12 primäärifollikkelin kiihtyneen kasvun joka kuukausi. Graafin follikkeliä ympäröi sidekudoksinen munarakkulan kotelo (Nienstedt ym. 2008, 442). Kasvun myötä kotelon teekasoluille kehittyy kyky erittää sisäkotelostaan (engl. theca interna) lisää steroidisukuhormoneja estrogeenia ja keltarauhashormonia. Ulompi kerros ulkokotelo (engl. theca externa) kehittyy sidekudoskapseliksi, josta muodostuu kehittyvän follikkelin kapseli. Tämän alun muutaman päivän kasvuvaiheen jälkeen granuloosisolut erittävät follikkelinestettä, joka sisältää korkean estrogeenipitoisuuden. (Guyton & Hall 2006, 1011–1012.)

Normaalisti vain yksi munarakkula kehittyy loppuun asti, repeää ja follikkelineste vuotaa ulos. Munasolu lähtee liikkeelle nestevirran mukana ja kulkeutuu munajohtimen kautta kohtuun. Tapahtumaa kutsutaan ovulaatioksi. Terveellä ja energiatasapainossa olevalla naisella ovulaatio tapahtuu melko tarkasti kaksi viikkoa ennen seuraavaa kuukautisvuotoa. Puhjenneen munasolun tilalle kehittyy LH:n vaikutuksesta keltarauhanen, joka erittää vereen suuria määriä estrogeeniä ja keltarauhashormonia. (Nienstedt ym. 2008, 442–444.) Tätä kuukautiskierron vaihetta kutsutaan luteaalivaiheeksi eli keltarauhasvaiheeksi (Sand ym. 498–499). Jos munasolu ei hedelmöity, keltarauhanen alkaa surkastua noin 10 vuorokautta ovulaation jälkeen. Osa follikkeleista, joihin on kertynyt nestettä, surkastuu ja arpeutuu ennen ovulaatiovaihetta, mutta osallistuu silti steroidihormonien tuottamiseen. (Nienstedt ym. 2008, 442–444.)

Estrogeenejä ja gestageenejä syntyy naisilla pääasiallisesti munasarjoissa ja istukassa ja myös pieni määrä lisämunuaiskuoressa. Veressä on eniten estrogeeneistä estradiolia, estronia ja estriolia. Estrogeeniä erittyy vereen sekä munarakkuloista että keltarauhasesta, minkä takia niiden erityksessä on kaksi huippua. Gestageenejä, joista tärkein on keltarauhashormoni, erittyy pääasiassa keltarauhasista ja raskauden aikana istukasta. Estrogeenit ohjaavat kohdun limakalvon kasvu- eli proliferaatiovaihetta (kuva 2), jossa kohdun limakalvo paksunee ja siihen tulee runsaasti rauhasia ja verisuonia. Proliferaatiovaihe alkaa kuukautisten päättymisestä ja jatkuu ovulaatioon saakka, jolloin limakalvon paksuus on noin 2–3 mm. Estrogeenin määrän jyrkkä lisääntyminen proliferaatiovaiheen lopussa aiheuttaa positiivisen palautevaikutuksen ansiosta LH:ssa jyrkän piikin, joka aiheuttaa ovulaation. Keltarauhashormoni ja estrogeeni säätelevät yhdessä kuukautiskierron erityis- eli sekreetiovaihetta, joka kestää noin kaksi viikkoa. Vaiheessa limakalvon rauhaset kehittyvät edelleen ja alkavat erittää ja sen soluihin kertyy rasvaa

ja glykogeeniä. Kuukautisvuoto eli menstuaatio tapahtuu, kun limakalvoa ylläpitäneet munasarjahormonit vähentyvät. Limakalvon verisuonet supistuvat, pintasolut kuoliotuvat ja irtoavat parissa päivässä vuodon kestäen normaalisti 3–5 päivää. (Nienstedt ym. 2008, 444–450.) Luteaalivaiheen korkeat estradioli- ja keltarauhashormonipitoisuudet estävät negatiivisen palautteen kautta LH:n ja FSH:n lisätuotannon (Dawson & Reilly 2008).



KUVA 2. Kohdun limakalvon eri vaiheet (Mukaeltu Guyton & Hall 2006, 1018) .

2.2 Hormonaalinen ehkäisy

Raskauden ehkäisyyn voidaan käyttää ehkäisytabletteja, joita on pelkkää gestageeniä sisältäviä minipillereitä tai yhdistelmäehkäisytabletteja, jotka sisältävät tavallisesti synteettistä estrogeeniä ja gestageeniä (Nienstedt ym. 2008, 472). Normaalit yhdistelmäehkäisytabletit jäljittelevät endogeenisten hormonien syklistä tuotantoa tarjoamalla synteettisiä munasarjahormoneja aktiivisen vaiheen ajan (Elliott ym. 2005). Kohdun limakalvo irtoaa tablettien taukovaiheessa niiden ylläpitämän hormonivaikutuksen jäädessä pois (Nienstedt ym. 2008, 472). Synteettistä estrogeeniä ja gestageeniä on tableteissa vastaava määrä kuin luteaalivaiheessa olisi endogeenisiä hormoneita (Dawson & Reilly 2008). Yhdistelmäehkäisytabletit estävät ovulaation negatiivisen palautteen kautta vähentämällä hypotalamuksen kautta GnRH:n eristystä ja tätä kautta aivolisäkkeen etuosan gonadotropiinin LH ja FSH eritystä (Davis & Hackney 2017). Tällöin LH-piikki jää pois eikä ovulaatiota tapahdu. Vastaavasti myös endogeenisten sukupuolihormonien tuotanto jää menopaussia vastaavalle tasolle. (Nienstedt ym. 2008, 472; Elliott ym. 2005.) Elliottin ym. tutkimuksessa (2005) endogeenisen estradiolin ja keltarauhashormonin tasossa ei näkynyt merkittävää muutosta yhdistelmäehkäisytablettien aktiivisen ja passiivisen vaiheen

välillä. Tämän perusteella voidaan olettaa, että yhdistelmäehkäisytabletit saattavat tasoittaa hormonitasojen vaihteluista johtuvia eroja eri kuukautiskierron vaiheiden välillä (Dawson & Reilly 2008).

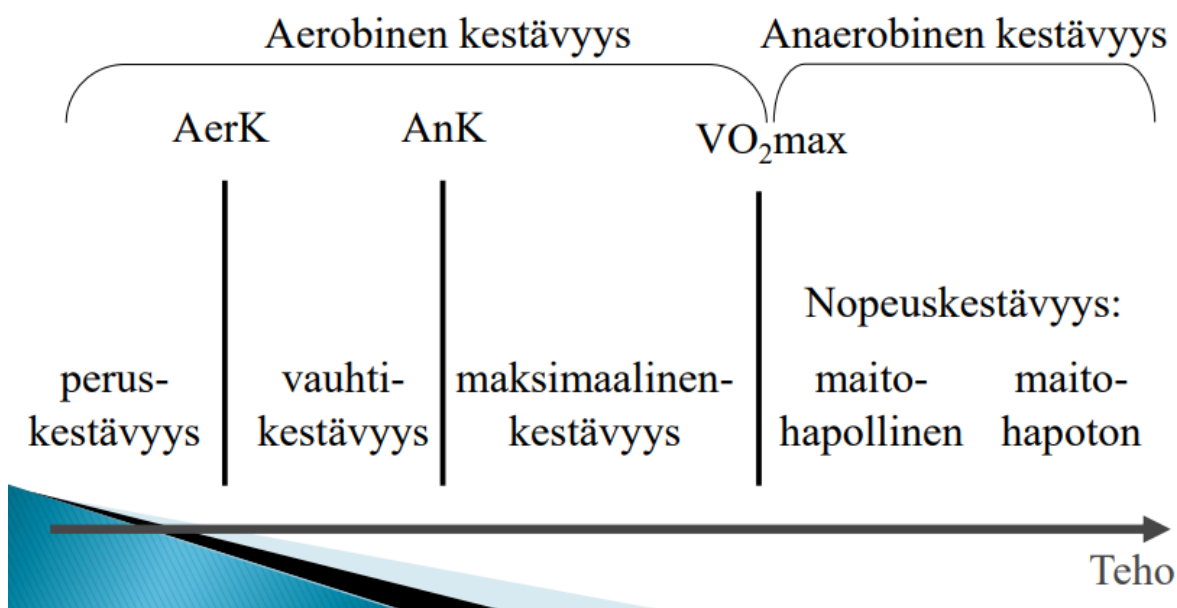
3 SUORITUSKYKY KESTÄVYYSHARJOITUKSESSA

Fyysinen suorituskyky kestävyys harjoituksessa riippuu ensisijaisesti hapen kuljetuksesta ilmasta työskenteleville lihaksille ja lihaskudoksen kyvystä käyttää tämä happi. Näitä ominaisuuksia voidaan kuvata mittaamalla maksimaalinen hapenotto kyky, ventilaatio- ja laktaattikynnykset ja erilaisten rasitusvasteiden muutosnopeudet ja työtehoon suhteutettuja muuttujia. (Peltonen & Nummela 2018, 65.)

3.1 Kestävyys suoritus ja energia-aineenvaihdunta

Aerobinen eli hapen avulla tapahtuva energia-aineenvaihdunta tuottaa lähes kaiken energian, kun fyysinen aktiviteetti jatkuu vähintään muutaman minuutin. Hapenkulutus nousee suorituksen alussa eksponentiaalisesti, kunnes tasaantuu noin kolmen – neljän minuutin kohdalla. Tasannevaiheessa aerobisen energian tuotanto vastaa lihasten vaatimaa energian määrää ja laktaattia ei kerry merkittävästi elimistöön sen tuotannon ja poiston ollessa tasapainossa. Suoritusta olisi tasannevaiheessa teoreettisesti mahdollista jatkaa loputtomiin, mutta käytännössä esimerkiksi glykogeenivarastojen ehtyminen, nestehukka ja elektrolyyttien väheneminen vaikuttavat suorituksen pidentyessä. Nostettaessa suorituksen intensiteettiä submaksimaalisella tasolla hapenkulutus nousee ja tasaantuu uuden intensiteetin vaatimalle tasolle. Nousu tapahtuu alussa nopeammin, kunnes intensiteetin ollessa riittävän korkea hapen kulutuksen kasvu hidastuu ja lopulta tasaantuu saavuttaessaan maksiminsa tai kääntyy jopa laskuun. Tätä tasannekohdtaa kutsutaan maksimaaliseksi hapenkulutukseksi (VO_{2max}). Anaerobinen energia-aineenvaihdunta mahdollistaa suorituksen jatkamisen tätä tasoa korkeammalla tasolla, mikä johtaa laktaatin kertymiseen ja lopulta urheilijan uupumiseen. VO_{2max} :ia voidaan käyttää mittaamaan henkilön kapasiteettia ATP:n uudelleenmuodostukseen aerobisesti ja se riippuu keuhkotuuletuksesta, hemoglobiinitasosta, veren määrästä, sydämen minuuttitilavuudesta, ääreisverenkierrosta ja solujen metabolisesta kapasiteetista. (McArdle ym. 2015, 163–166.)

Kuvassa 3 on esitetty kestävyiden eri osa-alueiden jaottelu. Aerobisen kynnyksen tasolla ja sen alapuolella tapahtuvaa harjoittelua kutsutaan peruskestävyysharjoitteluksi. Harjoittelua aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välillä kutsutaan vauhtikestävyysharjoitteluksi. Kun harjoitteluintensiteetti ylittää anaerobisen kynnyksen ja on alle maksimaalisen suorituskyvyn, sitä kutsutaan maksimikestävyysharjoitteluksi. Maksimaalisen hapenotto- ja voimakyvyn yläpuolella tapahtuvaa harjoittelua jaetaan maitohapolliseen ja maitohapottomaan nopeuskestävyyteen. (Peltonen & Nummela 2018, 97–98.)



KUVA 3. Kestävyiden osa-alueiden jaottelu (Keskinen ym. 2010).

3.2 Suora mattotesti ja sen käyttö maksimaalisen hapenotto- ja kynnysvauhtien arvioinnissa

3.2.1 Suoran mattotestin toteuttaminen, mitattavat muuttujat ja toistettavuus

Jos kestävyysominaisuudet halutaan mitata tarkasti, suositellaan mittaukseen suoraa testiä. American College of Sports Medicine (2014) on antanut teoksessaan Guidelines for Exercise Testing and Prescription ohjeistukset ennen mittauksia tehtävään arviointiin ja mittausten

suorittamiseen. Ennen testiä on arvioitava mahdolliset absoluuttiset ja suhteelliset vasta-aiheet testaukselle kuten tunnetut sydän- ja verisuonitautien riskitekijät. Ehdottomia vasta-aiheita testaukselle ovat esimerkiksi äskettäiset merkittävät muutokset EKG:ssä, jotka saattavat viitata iskemiaan, äskettäinen sydänlihaksen infarkti tai muu akuutti epänormaali sydäntoiminta, akuutti keuhkoveritulppa ja akuutti infektio, johon liittyy kuumetta, kipuja tai turvonneet imurauhaset. Suhteellisiin vasta-aiheisiin kuuluvat esimerkiksi diabetes, kilpirauhasen vajaatoiminta ja vakava korkea verenpaine. Henkilöille, jotka kuuluvat alhaisempaan riskiryhmään, ei ole välttämätöntä tehdä lääkärintarkastusta ennen testausta. Heillekin kuitenkin suositellaan mittauttamaan paastossa otetusta näytteestä kolesteroli, LDL-kolesteroli, HDL-kolesteroli, triglyseridit ja glukoosi. Myös kilpirauhasen toiminnan arviointi voi olla aiheellista, jos veren rasva-arvot ovat huonot. Ennen testausta testattaville on kerrottava selvästi testauksen kulusta, jotta hän ymmärtää sen tarkoituksen ja riskit ja pyydettyä suostumus testaukseen. Testattavia on myös ohjeistettava ravinnon, alkoholin ja kofeiinin nauttimisrajoituksista ja riittävästä nesteytyksestä. Testattavan on testin yhteydessä annettava myös tiedot käytetyistä lääkkeistä ja niiden annostuksista. (American College of Sports Medicine 2014 40; 44; 52–57.)

Suorassa testissä mitataan sekä keuhkotuuletus että alveolaarinen kaasujenvaihto. Testi aloitetaan alle aerobisen kynnyksen olevalla kevyellä kuormalla, jonka jälkeen kuormaa nostetaan portaittain, kunnes testattava saavuttaa oman maksiminsa ja uupuu. Pelkän $VO_2\text{max}$:in ja maksimaalisen aerobisen suorituskyvyn määrittämiseksi sopii parhaiten lyhyt testi 30 s tai 60 s portaittain. Jos halutaan laajempi kuva kestävyysominaisuuksista ja aerobisesta aineenvaihdunnasta, suositellaan pitkää maksimitestiä. Suora testi on hyvin toistettavissa ja sen avulla pystytään selvittämään pieniä muutoksia aerobisessa aineenvaihdunnassa. Laittevalmistajien ilmoittama tarkkuus testilaitteille on yleensä 1–2 %. Testin toistettavuuteen vaikuttaa eniten testattava itse ja sitä edeltävä vuorokausi pitäisi pyrkiä vakioimaan nestetasapainon, ravinnon, unen ja stressin suhteen. Kahden edellisen harjoituspäivän suositellaan olevan kevyitä ja runsaasti rasvoja sisältäviä aterioita tulisi välttää 4 tuntia ennen testiä. Testin kuormitustapa ja -malli valitaan testattavan ominaisuuksien mukaan. Ensimmäisen portaan tulee olla alle testattavan aerobisen kynnyksen. Tässä tutkimuksessa käytetään kuormitusmallia, jossa testattava kävelee/juoksee juoksumatolla 1 % kulmalla ja nopeutta nostetaan portaittain 1 km/h. Kuormitusportaiden tavoitemäärä on 8–12 kpl. Kuormitusportaiden keston on oltava vähintään 3 minuuttia, jotta kuormaa vastaava hapenkulutuksen taso saavutetaan ja 3 minuuttia pidetään Suomessa suorien

maksimitestien hyvänä käytäntönä. (Peltonen & Nummela 2018, 80–81, 98. MacDougall ym. (1991) mukaan $VO_2\text{max}$ korrelaatio toistetuissa testeissä on 0,95. Aunolan (1991) tutkimuksen mukaan aerobisen ja anaerobisen kynnyksen määrittämisessä korrelaatiokerroin saman kokoneen testaajan välillä oli 0,94–0,96, mutta eri testaajien välillä enää 0,81–0,95.

Alveolaarinen kaasujenvaihto mitataan suorassa testissä mittaamalla ja analysoimalla jokainen hengityssykli (breath-by-breath -menetelmällä). Hengityskaasuanalysaattori mittaa suun edessä olevalla virtausmittarilla ilman virtausta sisään ja ulos ja imee sitä analysaattorin analysoitavaksi. Tyypillisesti mittarit mittaavat ilman virtauksen ohella happea (O_2) ja hiilidioksidia (CO_2). (Peltonen & Nummela 2018, 80–81.)

Keuhkotuuletuksella eli ventilaatiolla V_E tarkoitetaan uloshengitetyn ilman tilavuutta BTPS-muodossa (engl. body temperature pressure saturated) muodossa, se lasketaan hengityksen kertatilavuuden (V_T) ja hengitysfrekvenssin (b_f) tulona ja sen yksikkönä käytetään litraa minuutissa (l/min). Ventilaatio kasvaa kuormituksessa yksilöllisesti lisäämällä joko kertatilavuutta tai frekvenssiä, yleensä matalammilla suoritustehoilla lisäys tapahtuu ensisijaisesti kertatilavuutta lisäämällä mutta lähellä maksimaalista tehoa kasvu tapahtuu pääasiassa frekvenssiä kasvattamalla. (Peltonen & Nummela 2018, 88.)

Hapenkulutus (VO_2) kuvaa kevyessä suorituksessa täysin energiankulutusta, sillä lähes kaikki energiantuotanto tapahtuu aerobisesti. Hapenkulutus ilmaistaan yleensä suhteessa kehon painoon ml/kg/min. VO_2 voidaan määrittää hengityskaasuanalysaattorin avulla mittaamalla kuinka paljon sisään hengitetystä ilmasta jää happea kudosten käyttöön. Sisään hengitetyn ilman koostumus on vakio, joten uloshengitysilman kaasujen pitoisuuksista voidaan laskea kudosten käyttöön jäänyt happi. Elimistön hiilidioksidin tuotto (VCO_2) voidaan vastaavasti laskea uloshengityksen kaasujen pitoisuuksista. (Peltonen & Nummela 2018, 89–90.)

Happiekvivalentti (VE/VO_2) kuvaa ventilaation suhdetta hapenkulutukseen ja se voidaan laskea jakamalla V_E VO_2 :lla. Kevyessä kuormituksessa VE/VO_2 voi hieman laskea hapenkulutuksen kasvaessa ventilaatiota nopeammin mutta kuormitusta lisättäessä se kasvaa, kunnes kovemmillä kuormituksilla henkilöt ylihengittävät suhteessa hapenkulutuksen lisääntymiseen.

Hiilidioksidiekvivalentti (V_E/V_{CO_2}) kuvaa ventilaation suhdetta hiilidioksidin tuottoon ja se lasketaan jakamalla V_E/V_{CO_2} :lla. Kuormituksessa V_E/V_{CO_2} pienenee kevyillä kuormilla lepotilaan nähden, mutta kääntyy nousun suurilla kuormilla. (Peltonen & Nummela 2018, 90.)

Hengityksen vaihtosuhte (RER) on hiilidioksidin tuoton suhde hapenkulutukseen V_{CO_2}/V_{O_2} . Koska RER mitataan uloshengityskaasuista sen suuruuteen vaikuttaa myös anaerobisen energiantuotannon myötä syntyvän H^+ puskuroinnissa syntyvä CO_2 . Hiilidioksidin tuotto suhteessa hapenkulutukseen riippuu siitä, missä suhteessa hiilihydraatteja ja rasvoja käytetään energiantuotantoon. RER-arvolla 0,70 energiantuotanto tapahtuu pelkistä rasvoista ja arvolla 1,00 pelkistä hiilihydraateista. Matalatehoisella kuormituksella mitattu RER-arvo on tyypillisesti lähellä 0,7 ja suoritustehon kasvaessa noin 90 %:in maksimista energiantuotantoon käytetään lähes pelkästään hiilihydraatteja. Maksimaalisessa suorituksessa RER-arvo ylittää 1,00 johtuen H^+ puskuroinnista bikarbonaatti-ioneilla, mikä lisää CO_2 määrää uloshengityksessä. (Peltonen & Nummela 2018, 90–91.)

Suorituksen taloudellisuutta voidaan arvioida vertaamalla mitatun ja teoreettisen hapenkulutuksen arvoja. Tämä voidaan tehdä vain alle anaerobisen kynnyksen olevilla kuormilla, sillä tätä korkeammilla kuormilla anaerobisen energiantuotannon osuus vääristää taloudellisuuden tarkastelua. (Peltonen & Nummela 2018, 92.) Sydämen sykintätaajuus eli syke kasvaa lähes lineaarisesti suoritusintensiiteetin lisääntyessä. Kasvu hidastuu yleensä lähellä maksimaalista aerobista tehoa. (Peltonen & Nummela 2018, 93–94.)

Testin aikana voidaan mitata subjektiivista kuormittuneisuutta kysymällä testattavalta koettua raskautuntumusta (RPE, engl. rating of perceived exertion). RPE perustuu oletukseen, että testattava pystyy itse tuntemaan, miten paljon harjoitus kuormittaa. (Peltonen & Nummela 2018, 151). Kuormittuneisuutta voidaan kysyä esimerkiksi käyttämällä kuvan 4 Borgin kyselyä, jonka asteikko on 6–20.

Numero	Koettu kuormittuneisuus
6	
7	Erittäin kevyt
8	
9	Hyvin kevyt
10	
11	Melko kevyt
12	
13	Melko raskas
14	
15	Raskas
16	
17	Hyvin raskas
18	
19	Erittäin raskas
20	

KUVA 4. Subjekttiivinen kuormittuneisuuden kysely (Mukaeltu Borg, 1970).

3.2.2 Maksimaalinen hapenottokyky ja sen arviointi

Maksimaalinen hapenottokyky ($VO_2\max$) ilmoitetaan yleensä tilavuutena minuuteissa, mutta lajeissa, joissa joudutaan kannattelemaan omaa painoa kuten juoksussa, se ilmaistaan yleensä suhteutettuna kehon painoon ml/kg/min. $VO_2\max$ on lajispesifinen ja työtä tekevien lihasten määrä vaikuttaa sen suuruuteen. $VO_2\max$ voidaan suorassa testissä katsoa saavutetuksi, kun mitattu VO_2 saavuttaa tasanearvon tai alkaa laskea, sydämen syke saavuttaa maksimin, RER on > 1 , veren laktaattipitoisuus on riittävän korkea tai kun testattava itse kokee saavuttaneensa maksimin ja haluaa lopettaa testin. $VO_2\max$ määritetään korkeimmaksi minuutin keskiarvoksi testin aikana ja se pyöristetään aina alaspäin täysiin ml/kg/min. (Peltonen & Nummela 2018, 94–95.)

3.2.3 Aerobinen kynnys

Aerobisen ja anaerobisen kynnyksen määrittämiseen on Suomessa käytetty laktaattikynnyksien ja ventilaatiokynnyksien yhdistelmää. Nyt ollaan siirtymässä käytäntöön, jossa kynnykset

määritetään pelkästään laktaattikäyrästä ja ventilaatiokynnykset määritellään erikseen. (Peltonen & Nummela 2018, 96.) Tässä työssä käytetään kuitenkin yhdistelmää, jossa molemmat huomioidaan kynnyksen määrittämisessä ja mahdollisissa eroavaisuuksissa laktaattikäyrän painoarvo on suurempi.

Laktaatti otetaan testeissä tavallisesti sormenpääverinäytteestä ja sen pitoisuus kasvaa eksponentiaalisesti suorituksen intensiteetin lisääntyessä. Laktaatin ensimmäistä nousukohtaa kutsutaan aerobiseksi kynnykseksi, koska se on suurin teho tai nopeus, joka voidaan tuottaa lähes pelkästään aerobisella energiantuotannolla (Kindermann ym. 1979). Suomessa käytetään yleisesti tapaa, jossa aerobinen kynnyks on laktaatin matalin pitoisuus +0,3 mmol/l, normaalisti laktaattipitoisuus on aerobisella kynnyksellä 1,0–2,5 mmol/l ja syke noin 30–40 lyöntiä alle maksimisykkeen. (Peltonen & Nummela 2018, 96–97.)

Veren happamuuden puskurointi bikarbonaatilla lisää CO₂ tuottoa ensimmäisellä ventilaatiokynnyksellä suorituksen ylittäessä aerobisen kynnyksen ja anaerobisen energiantuotannon lisääntyessä. Tämä lisää ventilaatiota ja CO₂ tuottoa suhteessa hapenkulutukseen ja sitä kutsutaan ensimmäiseksi ventilaatiokynnykseksi (VT1). Kynnyks voidaan määrittää tarkastelemalla V_E tai VCO₂ muutosta suhteessa VO₂:een tai V_E/VO₂ muutosta suhteessa suorituksen intensiteettiin. (Peltonen & Nummela 2018, 95–96.)

3.2.4 Anaerobinen kynnyks

Aerobisen kynnyksen jälkeen laktaattipitoisuus nousee aluksi lineaarisesti, kunnes käyrässä tulee selkeä muutoskohta. Muutoskohta on korkein intensiteetti, jota vastaavaa tehoa tai nopeutta voidaan ylläpitää ilman, että veren laktaattipitoisuus nousee suorituksen aikana. Kynnyksen alla laktaatin tuotto ja poisto ovat tasapainossa. Muutoskohdan määrittämiseksi käytetään Suomessa yleisesti kahden lineaarisovitteen leikkauspistettä. Ensimmäinen lineaarisovite tehdään aerobisen kynnyksen ja sitä seuraavan kuorman laktaattipitoisuuden välille ja toinen niiden testin viimeisten kuormien välille, joissa laktaattipitoisuus nousee yli 0,8 mmol/l. Laktaattipitoisuus on normaalisti anaerobisella kynnyksellä 2,5–4,0 mmol/l ja syke 10–20 lyöntiä alle maksimin. (Peltonen & Nummela 2018, 97.)

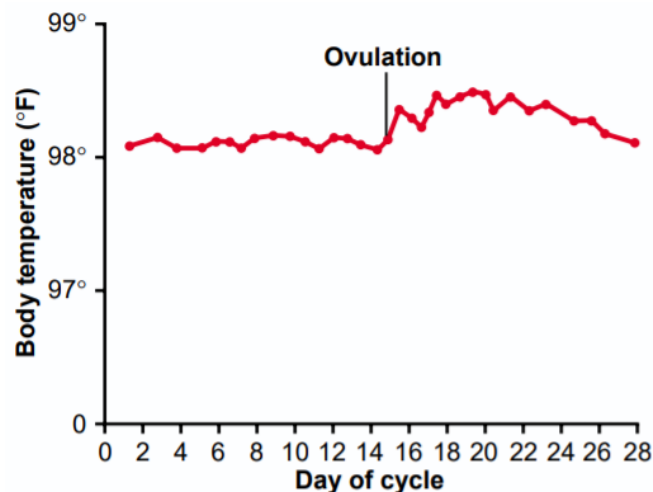
Anaerobisen kynnyksen kohdalla hengitys kompensoi kehon kasvanutta happamuutta voimakkaalla kasvulla ja V_E alkaa kasvaa myös suhteessa V_{CO_2} :een. Tätä suhteellista hyperventilaatiota kutsutaan toiseksi ventilaatiokynnykseksi (VT2). VT2 voidaan määrittää joko V_E suhteessa V_{CO_2} :een tai VO_2 :een tai V_E/V_{CO_2} nousukohtasta suhteessa suorituksen intensiteettiin. (Peltonen & Nummela 2018, 95–96.)

4 KUUKAUTISKIERRON JA HORMONAALISEN EHKÄISYN VAIKUTUS KESTÄVYYSSUORITUSKYKYYN

Dawson & Reilly (2008) mukaan naissukupuoli hormoneilla on vaikutusta suorituskyykyyn lu-
kuisten mekanismien kuten energia-aineenvaihdunnan, sydän- ja verenkierto- ja hengityseli-
mistön toiminnan ja lämmönsäätelyn kautta. Hormonit voivat vaikuttaa myös psykologisiin te-
kijöihin ja vammojen esiintyvyyteen (Dawson & Reilly 2008.) Monet naiset kokevat lisäksi
kuukautisiin liittyviä erilaisia fyysisiä kipuja ja epämukavuuksia. Kishali ym. (2006) tutkimuk-
sen mukaan kuukautisilla ja niihin liittyvillä kivuilla ei kuitenkaan ollut vaikutusta suorituskyy-
kyyn, joten kuukautisiin liittyvät fyysiset kivut on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

4.1 Kuukautiskierrtoa säätelevien hormonien fysiologiset vaikutukset

Keltarauhashormoni vilkastuttaa yleistä aineenvaihduntaa, minkä takia kehon lämpötila on
kuukautiskierron loppupuoliskolla keskimääräistä korkeampi (Nienstedt ym. 2008, 445). Ku-
vassa 5 on esitetty kehon lämpötilan muutokset kuukautiskierron eri vaiheissa.



KUVA 5. Lämpötilan muutokset kuukautiskierron aikana. Kehon lämpötila nousee noin 0,5 °C ovulaation jälkeen. (Mukaeltu Guyton & Hall 2011, 1205.)

Keltarauhashormoni voi lisätä myös ventilaatiota, mikä voi johtua kehon lämpötilan noususta (Dawson & Reilly 2008). Schoene ym. (1981) tutkivat ventilaatiota levossa ja kuormituksessa normaalin kuukautiskierron omaavilla huippu-urheilijoilla ja kontrolliryhmällä ja huippu-urheilijoilla, joilla kuukautiskierto ei ollut normaali. Kaikilla normaalin kuukautiskierron omaavilla lepoventilaatio oli korkeampi luteaalivaiheessa. VE/O₂ oli myös merkittävästi korkeampi progressiivisessa polkupyöräergometritutkimuksessa luteaalivaiheessa. Kontrolliryhmällä tämä ero näkyi suorituskyvyn heikentymisenä, mutta huippu-urheilijoilla ero ei vaikuttanut suorituskykyyn merkittävästi. Eroja ei huomattu tutkittavilla, joilla ei ollut normaalia kuukautiskiertoa. (Schoene ym. 1981.)

Estrogeeni vaikuttaa myös verisuoniin, luihin, keuhkoihin, maksaan ja ruoansulatukseen vaikuttamalla α - ja β -reseptoreihin proteiineissa (McArdle ym. 2015, 425). Estrogeenin ja keltarauhashormonin vaikutuksista energia-aineenvaihduntaan suorituksen aikana on ristiriitaista tietoa. Estradiol-17 β kasvattaa vapaiden rasvahappojen mobilisointia rasvakudoksesta ja inhiboi perifeeristen kudosten glukoosin ottoa (McArdle ym. 2015, 425). Rasvan käyttö energiantuotossa voi tehostua johtuen estradiolin suorasta vaikutuksesta maksaan, lihaksiin tai rasvakudoksiin tai epäsuorasta vaikutuksesta termogeenisten hormonien kautta (Ashley ym. 2000). Bunt:n (1990) mukaan estradioli voi lisätä lipidien saatavuutta ja käyttöä ja vähentää glukoneogeneesiä ja glykogenolyysiä. Vaikutukset voivat Bunt:n (1990) mukaan johtua suorista muutoksissa avainentsyymien aktiivisuudessa, kalvojen läpäisevyydessä tai epäsuorista muutoksista insuliinissa, glukagonissa, kortisolissa, kasvuhormonissa tai katekoliamiinien tasoissa tai sensitiivisyydessä.

Dawson & Reilly (2008) mukaan naissukupuolihormoneilla on myös suoria ja epäsuoria vaikutuksia verisuonten seinämiin ja tätä kautta verenkiertoon kuukautiskierron eri vaiheissa. On esitetty, että endoteelin ja sen alapuolella olevan sileän lihaskudoksen reagointi typpioksidin ja valtimoiden myötäävyys riippuvat kuukautiskierron hormoneista (Dawson & Reilly (2008). Estrogeenin on osoitettu aiheuttavan akuuttia vasodilaatiota kasvattamalla typpioksidin synteesiä ja bioaktiivisuutta (Mendelsohn & Karas 1999; Williams ym. 2001). Estrogeeni voi vaikuttaa myös prostaglandiinien tuotantoon ja endoteelin typpioksidia tuottavan entsyymin (eNOS) ilmenemiseen ja inhiboida hermoston sympaattista aktiivisuutta, mikä myös vaikuttaa

verisuonten tonukseen (Maturana ym. 2007). Vaikutuksista harjoituksen aikana on kuitenkin ristiriitaista tutkimustietoa.

Constantini ym. (2005) mukaan estrogeeni ja keltarauhashormoni stimuloivat reniini-angiotensiinijärjestelmää, mikä voi johtaa nesteen kertymiseen luteaalivaiheen lopussa ennen kuukautisia. Sama vaikutus voi olla myös, jos estrogeeni- ja keltarauhashormoniyhdistelmä saadaan yhdistelmäehkäisytableteista (Constantini ym. 2005).

4.2 Vaikutukset suorituskykyyn hormonaalista ehkäisyä käyttämättömillä

Kuukautiskierron vaikutuksesta suorituskykyyn on keskenään hyvin ristiriitaisia tutkimustuloksia. Osa tutkimuksista osoittaa suorituskyvyn olevan parempi luteaalivaiheessa ja osa follikulaarivaiheessa. Osassa tutkimuksista ei ole havaittu eroja vaiheiden välillä. Mahdolliset erot suorituskyvyssä vaiheiden välillä voivat johtua esimerkiksi muutoksista ventilaatiossa, energia-aineenvaihdunnassa, lämmönsäätelyssä tai motivaatiossa. (Dawson & Reilly 2008.)

Suurella osalla tutkimuksista ei ole havaittu kuukautiskierron vaiheiden välillä eroa levossa veren glukoosi-, lipoproteiini-, triglyseridi- tai laktaattipitoisuuksissa (Ashley 2000). Näiden tutkimustulosten perusteella kuukautiskierto ei siis vaikuttaisi energia-aineenvaihduntaan levossa. Hackney (1990) havaitsi vastus lateraalisen lihasbiopsioissa suuremmat lepoglykogeentitasot luteaalivaiheessa, mikä voi viitata glykogeenin säästöön luteaalivaiheessa. Tämän mukaan kuukautiskierron vaiheella olisi vaikutusta energia-aineenvaihduntaan. Samansuuntaisia tuloksia on havaittu myös liikunnan yhteydessä. Esimerkiksi Nicklas ym. (1989) tutkivat 6 naisen harjoittelua uupumukseen asti 70 % VO₂max:sta luteaali- ja follikulaarivaiheiden keskivaiheissa. Ennen harjoitusta tehtiin tyhjennysharjoitus 90 minuuttia 60 % VO₂max:sta ja 4 x 1 min 100 % VO₂max:sta. Tutkimuksessa havaittiin vahva suuntaus siitä, että suoritus oli pidempi luteaalivaiheessa. Tutkijoiden mukaan tulokset antavat viitteitä siitä, että suorituskyky ja lihasten glykogeenipitoisuudet paranevat luteaalivaiheessa.

Ashley ym. (2000) vertailivat eri tutkimuksia laktaattitasoista suorituksen aikana ja jälkeen ja suurin osa tutkimuksista osoitti laktaattitasojen olevan korkeamman follikulaarivaiheessa kuin

luteaalivaiheessa. Heidän mukaansa tutkimukset, joissa eroja havaittiin, käyttivät nousevaa kuormitusta (Jurkowski-Hall ym. 1981; McCracken ym. 1994). Heidän mukaansa useissa tutkimuksissa RER on ollut korkeampi follikulaarivaiheessa, mikä viittaa suurempaan glykogeenin käyttöön energiaksi suhteessa rasvojen käyttöön (Hackney ym. 1994; Dombovy ym. 1987). Oosthuysen ja Bosch (2010) puolestaan ovat vertailuartikkelissaan tutkineet eri tutkimusten tuloksia kuukautiskierron vaikutuksista kestävyysuorituskykyyn uupumukseen asti tehdyissä suorituksissa. Vaihtelut tuloksissa eri tutkimusten välillä voidaan heidän mukaansa mahdollisesti selittää eroilla estrogeeni/keltarauhashormonisuhteessa, joka näytti olevan suurempi niissä tutkimuksissa, joissa suorituskyky oli parempi luteaalivaiheessa. Keltarauhashormonin korkea suhteellinen määrä luteaalivaiheessa mahdollisesti vähentää estrogeenin aineenvaihdunnallisia hyötyjä. (Oosthuysen & Bosch 2010.)

D'Eon ym. (2002) tutkivat kolmen eri injektoidun hormoniyhdistelmän vaikutusta 60 minuutin submaksimaaliseen suoritukseen: perustilanne, jossa sekä estrogeeni että keltarauhashormoni ovat alhaalla (B), korkea estrogeeni (E) sekä korkea estrogeeni ja keltarauhashormoni (E+P). Tutkimuksessa mitattiin harjoituksen aikaista glukoosin ottoa, hiilihydraattien hapetusta ja arvioitua lihasten glykogeenin käyttöä. Korkealla estrogeenipitoisuudella hiilihydraattien hapetus ja glukoosin otto olivat alhaisemmat verrattuna tilanteisiin B ja E+P ja lisäksi lihasten arvioitu glykogeenin käyttö jäi 25 % alhaisemmaksi. Tutkimustulokset antavat viitteitä, että estrogeeni alentaa hiilihydraattien hapetusta vähentämällä lihasten glykogeenin käyttöä ja glukoosin ottoa. Keltarauhashormoni kasvatti lihasten glykogeenin käyttöä mutta ei glukoosin ottoa. RER oli selvästi alhaisempi sekä levossa että harjoituksen aikana E tilanteessa verrattuna B ja E+P tilanteisiin, mikä oli vastoin tutkijoiden odotuksia, että keltarauhashormoni olisi potensoinut estrogeenin vaikutusta. Glukoosin otto ei ollut merkittävästi alhaisempaa estrogeenin läsnä ollessa, mutta sillä oli taipumusta olla alhaisempaa E ja E+P tilanteissa. Vaikka laktaattitasot olivat alhaisimmat E+P ryhmässä joka harjoituksen vaiheessa, ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. Veren rasvahappojen pitoisuudet olivat selvästi korkeammat tilanteessa E ja kääntäen verrannolliset lihasten glykogeenin käyttöön, mikä oli linjassa aikaisemman tutkimustiedon kanssa (mm. Benoit ym. 1982, Ellis ym. 1994, Hansen ym. 1980, Hatta ym. 1988 ja Kendrick & Ellis 1991), niin että estrogeeni lisäisi lipolyysia eli rasvojen hajoittamista glyseroliksi ja vapaisiksi rasvahapoiksi ja tätä kautta vapaiden rasvahappojen saatavuutta. (D'Eon ym. 2002.) Campbell ja Febbraio (2001) tutkimuksen mukaan estrogeeni lisäsi rottien luurankolihas-

mitokondrioiden rasva-aineenvaihdunnan avainentsyymien aktiivisuutta ja keltarauhashormoni puolestaan vähensi tätä, mikä korreloi D'Eon ym. (2002) tulosten kanssa.

Campbell ym. (2001) tutkivat suorituskykyä 2 tunnin pyöräilyssä 70 % maksimitehosta ja tämän jälkeisessä aika-ajossa follikulaari- ja luteaalivaiheissa niin, että tutkittaville toisessa testissä injektoitiin glukoosia ja toisessa ei injektoitu. Tutkittavien hiilihydraattien käyttö energiaksi oli suurempaa follikulaarivaiheessa ja he myös suoriutuivat paremmin. Tutkimus antaa viitteitä siitä, että kuukautiskierto vaikuttaa energia-aineenvaihduntaan ja suorituskykyyn. Suorituskyky parani glukoosin injektoinnin myötä enemmän luteaalivaiheessa, mikä voi viitata siihen, että suorituksen aikana nautittu glukoosi vähentää kuukautiskierron hormonaalisista vaihtelusta johtuvia eroja. (Campbell ym. 2001.) Bailey ym. (2000) saivat puolestaan erilaisia tutkimustuloksia glukoosin nauttimisen vaikutuksesta. He tutkivat naisten suorituskykyä luteaali- ja follikulaarivaiheissa uupumukseen asti tehdyssä pyöräilyssä 70 % VO₂max:sta. Suorituskykyä testattiin sekä nauttimalla suorituksen aikana hiilihydraattipitoista urheilujuomaa että ilman. He eivät havainneet eroa suorituskyvyssä vaiheiden välillä ilman juomaa tai juoman kanssa. (Bailey ym. 2000.)

Hackney 1999 havaitsi tutkimuksessaan merkitsevän negatiivisen yhteyden luteaalivaiheen estrogeenipitoisuuden ja harjoituksen aikana kulutetun glykogeenin välillä. Glykogeenin käyttö energiaksi lihaksissa oli merkitsevästi alhaisempaa luteaalivaiheessa ja ero oli selvin tutkittavilla, joiden estrogeenipitoisuus oli korkein. Lisäksi harjoituksen lopussa mitattu RER oli selvästi alhaisempi luteaalivaiheessa kuin follikulaarivaiheessa. Molemmat havainnot tukevat päätelmää, että estrogeeni lisää rasvojen käyttöä energiaksi kestävyysharjoituksessa. (Hackney 1999.) McCracken ym. (1994) puolestaan tutkivat veren laktaattipitoisuuden muutoksia harjoituksessa follikulaari- ja luteaalivaiheiden puolella välissä. Laktaattipitoisuudet mitattiin levossa ja suorituksen jälkeen. Lepopitoisuuksissa ei havaittu eroja vaiheiden välillä, mutta palautumisvaiheessa mitatut laktaattipitoisuudet olivat selvästi matalammat luteaalivaiheessa, mikä saattoi tutkijoiden mukaan johtua estrogeenin lisäämästä rasva-aineenvaihdunnasta ja pienentämästä hiilihydraattiaineenvaihdunnasta. (McCracken ym. 1994.)

Hackney ym. (1991) tutkivat naisten vasteita 60 minuutin submaksimaaliseen harjoitukseen follikulaarivaiheen puolivälissä, ovulaation aikaan ja luteaalivaiheen puolessa välissä. Sydän- ja verenkierto- ja hengityselimistön muissa vasteissa ei havaittu tutkimuksessa eroja, mutta RER oli merkittävästi alhaisempi ovulaatiovaiheessa kuin follikulaarivaiheessa ja ei-merkittävästi alhaisempi kuin luteaalivaiheessa, mikä viittaa suurempaan rasvojen käyttöön energiaksi. Myös koettua rasitustuntemusta (RPE) pidettiin suurempana ovulaatiovaiheessa. (Hackney ym. 1991.) Toisaalta esimerkiksi DeSouza ym. (1990) eivät löytäneet kuukautiskierron vaiheiden välillä eroja rasva-aineenvaihdunnassa tai laktaattitasoissa. Samoin Kanaley ym. (1992) eivät löytäneet eroa energia-aineenvaihdunnassa kuukautiskierron eri vaiheiden välillä. LeBrun ym. (1995) vertasivat 16 naisen suorituskykyä follikulaarivaiheen alkupuolella ja luteaalivaiheen keskellä. He eivät havainneet muissa muuttujissa merkitseviä eroja, mutta sekä absoluuttinen että suhteellinen VO_2 max olivat lievästi alhaisemmat luteaalivaiheessa.

Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto tutkimustuloksista. Yhteenvetona voidaan todeta, että yksiselitteistä näyttöä eroista vaiheiden välillä ei ole ristiriitaisten tutkimustulosten vuoksi. Tutkimusten enemmistön perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että korkea estrogeenipitoisuus ja estrogeeni/keltarauhashormonisuhde voivat mahdollisesti lisätä rasvojen käyttöä energiaksi ja tätä kautta johtaa alhaisempaan RER:iin ja laktaattitasoihin. Tämä voi mahdollisesti lisätä suorituskykyä pitkissä uupumukseen asti tehtävissä suorituksissa, jos suorituksen aikana ei nautita hiilihydraatteja.

TAULUKKO 1. Yhteenvedo aikaisemmista tutkimuksista.

Tekijät	Tutkittavat	Mittausajan- kohdat	Kuukautiskierron vaiheen ja olosuhteiden kontrollointi	Tutkimustulokset
Bailey ym. 2000	9 kohtuullisesti harjoittelevaa	2 FP (1–8) 2 LP (9–24)	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista. Alkoholi ja kofeiini kielletty 12 h ja rasittava harjoittelu 24 h ennen. Standardisoitu ateria.	Pyöräily uupumukseen 70 % VO ₂ peak. Toisissa testeissä hiilihydraattijuoma puolen tunnin välein ja toisissa plasebo. Ajassa väsymykseen ei eroja vaiheiden välillä kummallakaan urheilujuomalla.
Barba-Moreno ym. 2019	15 NHC ja 8 HC kesätyvyysurheilevaa	NHC: EFP, MFP, LP HC: aktiivinen ja inaktiivinen vaihe	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista. Ateriat samat.	Juoksu 40 minuuttia 75 % maksimistaan. NHC:llä merkittävästi korkeampi absoluuttinen ja suhteellinen hapenkulutus MFP:ssä verrattuna EFP:hen. Syke, O ₂ ja CO ₂ hengitysekvivalentti ja kertahengitystilavuus kasvoivat LP:ssa verrattuna MFP:hen. HC:llä ventilaatio, hengitystiheys, O ₂ ja CO ₂ hengitysekvivalentti kasvoivat aktiivisessa vaiheessa.
DeSouza ym. 1990.	8 normaali kuukautiskierto (ER) ja 8 juoksijaa, joilla amenorrea (AR)	ER: EFP MLP AR: 1 testi	LH-, estradioli- ja keltarauhashormonipitoisuuksista	ER: 2 maksimaalista ja 2 submaksimaalista (40 min 80 % VO ₂ max) mattojuoksua. AR: 1 maksimaalinen ja submaksimaalisen (40 min 80 % VO ₂ max). Hapenotossa, ventilaatio, sykkeessä, RER:ssä, RPE:ssä, maksimitestin ajassa väsymykseen tai plasman laktaatissa suorituksen jälkeen ei eroja vaiheiden tai ryhmien välillä.
Campbell ym. 2001	8 kohtalaisesti harjoittelevaa	FP LP	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista. Ei rasittavaa liikuntaa, alkoholia, tupakkaa ja kofeiinia 24 h. Vuorokauden ruokavalio kontrolloitu ja mittaus paastossa. Aloitus satunnaisesti.	2 tunnin pyöräily 70 % maksimitehosta ja tämän jälkeisen aika-ajo. Toisissa testeissä injektointiin glukoosia ja toisissa ei. Tutkittavien hiilihydraattien käyttö energiaksi oli suurempaa FP:ssä ja he myös suoriutuivat paremmin. Suorituskyky parani glukoosin injektoinnin myötä enemmän LP:ssä, mikä voi viitata siihen, että glukoosi pienentää kuukautiskierron vaihtelusta johtuvia eroja.

Hackney 1990	10	MFP MLP	Lämpötilamittauksilla. Aloituskvaihe satunnaistettu. Ruokavalio sekä fyysinen ja seksuaalinen aktiivisuus kontrolloitu.	Vastus lateraalisen lihasbiopsioissa havaittiin suuremmat lepeglykokeenitasot luteaalivaiheessa, mikä voi viitata glykokeenin säästöön luteaalivaiheessa.
Hackney ym.1991	6	MFP OV MLP	Kierron vaihe varmistettu veri- ja virtsanäytteistä. Ruokavalio, aktiivisuus ja harjoittelu kontrolloitu 36 h ennen.	60 minuutin submaksimaalinen harjoitus. Muissa vasteissa ei eroja, mutta RER oli merkittävästi alhaisempi OV:ssa kuin FP:ssä ja ei-merkittävästi alhaisempi kuin LP:ssä, mikä viittaa suurempaan rasvojen käyttöön energiaksi. Myös RPE suurempi OV:ssa.
Hackney 1999	8 fyysisesti aktiivista	MFP MLP	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista. Aloituskvaihe satunnaistettu. Ruokavalio ja fyysinen aktiivisuus samat ja pidättäytyminen seksuaalisesta aktiivisuudesta 72 h.	Merkitsevä negatiivinen korrelaatio MLP:n estrogeenipitoisuuden ja harjoituksen aikana kulutetun glykokeenin välillä. Glykokeenin käyttö energiaksi lihaksissa oli merkittävästi alhaisempaa MLP:ssä ja ero oli selvin tutkittavilla, joiden estrogeenipitoisuus oli korkein. Lisäksi lopussa mitattu RER oli selvästi alhaisempi MLP:ssä kuin MFP:ssä.
Jurkowski ym. 1981	9 harjoittelevaa	MFP MLP	Kehon lämpötilasta ja mittaamalla keltarauhashormonin pitoisuus.	Polkupyöräergometrilla 33, 66, and 90 %:n tehoilla. Sykkeessä, ventilaatiossa, hapenkulutuksessa tai CO ₂ tuotossa ei eroa kevyessä ja raskaassa harjoituksessa eikä sykkeessä uuvuttavassa. Vaihe ei vaikuttanut minuuttitilavuuteen kevyessä ja raskaassa harjoittelussa. Uuvuttavaa harjoittelua pystyttiin ylläpitämään kauemmin MLP:ssä kuin MFP:ssä ja laktaatti oli korkeampi MFP:ssä kuin MLP:ssä rasittavassa ja uuvuttavassa harjoituksessa.
Kanaley ym. 1992	7 normaalikiertoista (ER) ja 6 urheilijaa, joilla amenorrea (AR).	EFP (3–5) LF (14–16) MLP (22–25)	Ei tietoa.	Juostiin 60 % VO ₂ max:sta 90 minuuttia. Kuukautiskierron vaiheeseen tai statukseen liittyvien sukupuolihormonien tasot eivät vaikuttaneet hiilihydraattien ja rasvan käyttöön energiaksi.
LeBrun ym. 1995	16 urheilijaa	EFP MLP	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista. Aloituskvaihe satunnaistettu. Ei rasittavaa liikuntaa 24 h.	Juostiin matolla minuutin välein nostettavilla kuormilla. Muissa muuttujissa ei merkittäviä eroja, mutta absoluuttinen ja suhteellinen VO ₂ max olivat lievästi alhaisemmat LP:ssa.

McCracken ym. 1994	9	MFP MLP	Hormonipitoisuuksilla.	Lepolaktaattipitoisuuksissa ei havaittu eroja vaiheiden välillä, mutta palautumisvaiheessa laktaatit olivat selvästi alhaisemmat LP:ssä.
Nicklas ym. 1989	6	MFP MLP	Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuuksista.	Uupumukseen asti 70 % VO ₂ max:sta. Ennen harjoitusta tyhjennysharjoitus 90 minuuttia 60 % VO ₂ max:sta ja 4x1 min 100 % VO ₂ max:sta. Vahva suuntaus, että suoritus oli pidempi MLP:ssä.
Schone ym.1981	6 huippu-urheilijaa: normaali (AN) ja epänormaali kierto (AUN) ja kontrolliryhmä (CN).	MFP MLP	Keltarauhashormonipitoisuudesta. Aloitussvaihe satunnaistettu.	AN ja CN ryhmissä lepoventilaatio oli korkeampi MLP:ssä. VE/O ₂ oli myös merkittävästi korkeampi progressiivisessa polkupyöräergometritutkimuksessa MLP:ssä. Kontrolliryhmällä ero näkyi suorituskyvyn heikentymisenä, mutta huippu-urheilijoilla ero ei vaikuttanut suorituskyykyyn merkittävästi. Eroja ei huomattu AUN-ryhmässä.

4.3 Vaikutukset suorituskykyyn hormonaalista ehkäisyä käyttävillä

Gordon ym. (2018) tutkivat yhdistelmäehkäisytablettien ja kuukautiskierron eri vaiheiden vaikutusta hengityskaasumuuttujiin. VO_2 maxissa, maksimiminuuttitulavuudessa, maksimisykkeessä ja maksimi-iskutilavuudessa ei havaittu merkittäviä muutoksia kuukautiskierron vaiheiden ja niiden, jotka eivät käyttäneet ja ehkäisykäyttäjien välillä. Suorituksen viimeisen 60 sekunnin aikana havaittiin merkittäviä eroja hapenkulutuksen muutoksessa ehkäisytabletteja käyttävien ja käyttämättömien välillä. Yhdistelmäehkäisytablettien käyttäjillä ei hapenkulutuksessa tullut lainkaan tasannevaihetta ehkäisyvalmisteiden aktiivisessa vaiheessa, mikä viittaa siihen, että yhdistelmäehkäisyvalmisteet voivat vaikuttaa hapenkulutuksen tasanteen syntymiseen. (Gordon ym. 2018.)

Vaiksaar (2012) tutki väitöskirjassaan kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutusta naisoutajiin eri kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaiheissa. Tutkimustuloksena ei havaittu vaiheiden välisiä eroja seuraavissa muuttujissa: maksimiteho, VO_2 max, VE, VE/VO_2 , VE/VCO_2 , RER, HRmax ja maksimilaktaatti. Ainut tutkimuksessa havaittu merkittävä ero oli, että VE/VCO_2 oli merkittävästi korkeampi luteaalivaiheessa kuin follikulaarivaiheessa yhdistelmäehkäisytabletteja käyttävillä. (Vaiksaar 2012.) Tutkimuksessa oli mukana vain 8 yhdistelmäehkäisyä käyttävää tutkittavaa, joten tutkimustulokset olisi hyvä todentaa vielä laajemmalla tutkittavien ryhmällä.

Casazza ym. (2003) tutkivat yhdistelmäehkäisytablettien vaikutusta suorituskapasiteettiin. He tutkivat suorituskykyä kuudella naisella ennen ja jälkeen ehkäisytablettien käytön aloittamisen. Tutkittavat testattiin follikulaari- ja luteaalivaiheissa ja tablettien aktiivisessa ja passiivisessa vaiheessa. Ennen ehkäisytablettien aloitusta, missään mitatuissa muuttujissa ei havaittu eroa vaiheiden välillä. Myöskään ehkäisytablettien eri vaiheiden välillä ei havaittu eroja. Kuitenkin ehkäisytablettien käyttö lisäsi merkittävästi kehon painoa ja rasvamassaa ja alensi korkeinta hapenkulutusta. Tutkimus saattaa antaa viitteitä siitä, että yhdistelmäehkäisytabletit vähentäisivät huippusuorituskapasiteettia kohtalaisen aktiivisilla nuorilla naisilla. (Casazza ym. 2003.)

Yhteenvetona yhdistelmäehkäisytableteilla tehdyistä tutkimuksista voidaan todeta, että suorituskyvyssä ja mitatuissa muuttujissa ei ole havaittu systemaattisesti eroja eri vaiheiden välillä. Tabletit saattavat kuitenkin estää hapenkulutuksen tasannevaiheen muodostumisen suorassa testissä, mutta tämä vaatii tarkempaa tutkimusta.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten kuukautiskierron ja yhdistelmäehkäisyn eri vaiheet vaikuttavat kestävyysuorituskykyyn. Suorituskykyä mitattiin suorassa testissä juoksumatolla nousevalla nopeudella tehtävässä kuormituksessa, joka tehtiin voimatestien ja standardoidun välipalan nauttimisen jälkeen.

Tutkimuskysymys 1: Poikkeavatko maksimaalinen hapenottokyky, kynnysvauhdit, maksimilaktaatti, laktaatti ja RER kuukautiskierron eri vaiheissa?

Hypoteesi: Muissa muuttujissa ei havaita tilastollisesti merkittäviä eroja, mutta RER ja maksimilaktaatti jäävät muita vaiheita alhaisemmaksi ovulaation aikana ja luteaalivaiheessa.

Perustelut: Tutkimusten enemmistön perusteella voidaan tehdä oletus, että korkea estrogeenipitoisuus ja estrogeeni/keltarauhashormonisuhde voivat lisätä rasvojen käyttöä energiaksi ja tätä kautta johtaa alhaisempaan RER:iin ja laktaattitasoihin (Jurkowski-Hall ym. 1981, Dombovy ym. 1987, Hackney ym. 1991, McCracken ym. 1994, Hackney ym. 1994 ja Hackney 1999).

Tutkimuskysymys 2: Poikkeavatko maksimaalinen hapenottokyky, kynnysvauhdit, maksimilaktaatti, ventilaatio ja RER hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa?

Hypoteesi: Muuttujissa ei havaita tilastollisesti merkittäviä eroja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa.

Perustelut: Yhdistelmäehkäisytableteilla tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että suorituskyvyssä ja mitatuissa muuttujissa ei havaita merkitseviä eroja eri vaiheiden välillä (Cassazza ym. 2003, Vaiksaar 2012 ja Gordon ym. 2018).

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

6.1 Tutkimusasetelma

Tutkimus toteutettiin osana suurempaa tutkimusprojektia, jossa selvitettiin kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutuksia suorituskykyyn. Tutkimus toteutettiin Jyväskylän yliopistossa ja sille haettiin ennen sen aloittamista lausunto Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta. Toimikunta käsitteli lausuntopyynnön kokouksessaan 22.10.2018 ja pyysi täydentämään lausuntopyyntöä. Lausuntopyyntöä täydennettiin edellytetyllä tavalla ja lausunto saatiin 8.11.2018. Tutkimuksen mittaukset toteutettiin tammikuun 2019 ja kesäkuun 2019 välillä.

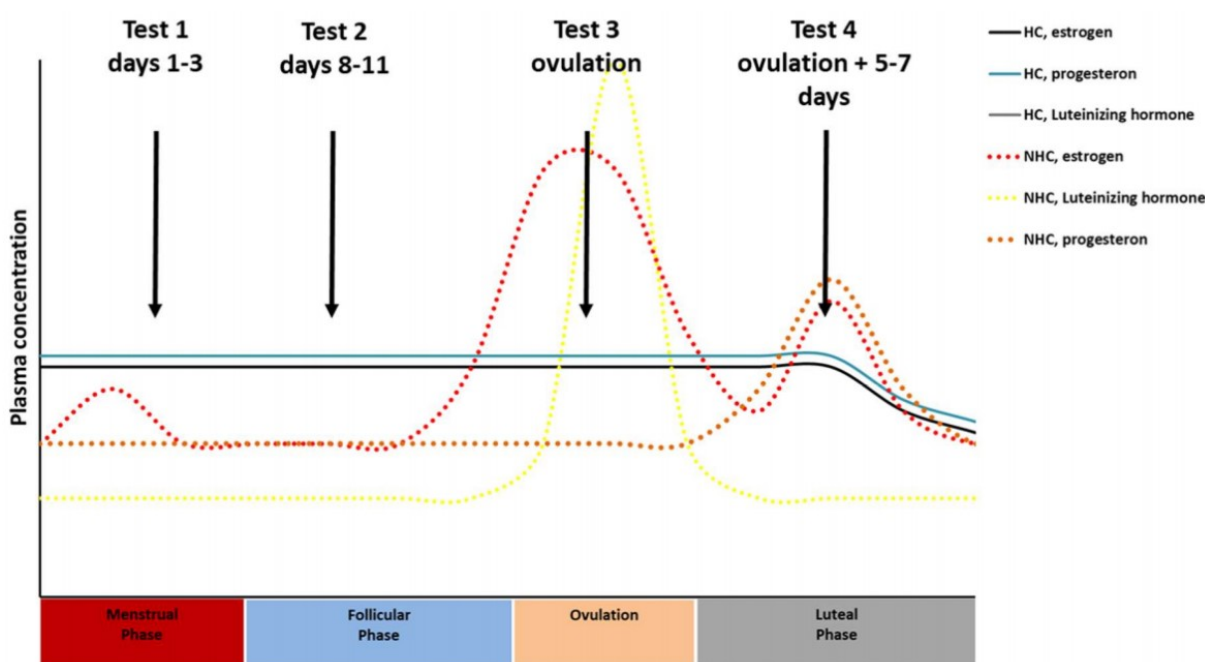
Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheet vaikuttavat naisten suorituskykyyn. Tutkimuksen aineistosta tehdään useita pro gradu- ja kandidaatin tutkielmia. Tutkittavina olivat sekä kestävyys- että voimaharjoittelua harrastavat terveet alle 38-vuotiaat naiset, joilla oli normaali kuukautiskierto tai, jotka käyttivät yhdistelmäehkäisyä. Tutkimus oli poikkileikkaustutkimus ja tutkittavat jaettiin yhdistelmäehkäisyä käyttämättömiin (NHC) ja yhdistelmäehkäisyä käyttäviin (HC) naisiin. Tutkittavat aloittivat tutkimuksessa omiin harjoitusohjelmiinsa parhaiten sopivana aikana ja jatkoivat tutkimuksen ajan normaalia harjoitteluaan. Tutkimusta edeltävänä päivänä oli kielletty muu kuin kevyt liikunta. Tutkittavien aterioita ei standardisoitu ja he pitivät ruokapäiväkirjaa päivän mittausta ennen, mittauspäivänä ja mittausta seuraavana päivänä.

Hormonaalista ehkäisyä käyttämättömät tekivät yhden testin aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), toisen follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), kolmannen ovulaation aikaan (OV) ja neljännen luteaalivaiheessa (LP). Ovulaation ajankohta arvioitiin LH:n määrää mittaavilla ovulaatiotesteillä (Dipro, LH Ovulation Strip, Aidian Oy, Finland) ja testipäivien hormonipitoisuudet varmistettiin jälkikäteen testiaamuina otetuista paastoverinäytteistä.

HC-ryhmä teki yhden testin tyhjennysvuodon aikana, kaksi ehkäisyn aktiivisessa vaiheessa ja yhden ehkäisyn inaktiivisen vaiheen alussa ennen tyhjennysvuotoa. Tutkittavat aloittivat testit

satunnaisesti eri testivaiheista riippuen testiensä aloitusajankohdasta. Testit pyrittiin suorittamaan kuukauden sisällä toisistaan, mutta osa testeistä jouduttiin tekemään seuraavassa tai sitä seuraavassa kuukautiskierrossa esteiden, kuten sairastumisten, vuoksi.

Kuvassa 6 on esitetty testien aikataulutus kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa ja hormonien aiemman tutkimuksen perusteella oletettu käyttäytyminen testisyklin aikana. Katkoviivalla on kuvattu NHC ryhmän hormonien käyttäytyminen ja yhtenäisellä viivalla HC-ryhmän.



KUVA 6. Tutkimusasetelma ja hormonipitoisuuden vaihtelut eri tutkimusvaiheissa.

6.2 Tutkittavat

Tutkittavat rekrytoitiin rekrytointi-ilmoituksella, joka julkaistiin Jyväskylän yliopiston verkkosivuilla ja liikunnan ainejärjestön Facebook-sivustolla. Rekrytointi-ilmoitus lähetettiin Jyväskylän yliopiston ja ammattikorkeakoulujen sähköpostilistoille ja sitä jaettiin kohderyhmille tutkimusryhmän henkilökohtaisten kontaktien, kuntosalien ja urheiluseurojen kautta.

Tutkittavat olivat täysikäisiä alle 38-vuotiaita terveitä naisia, jotka harrastivat säännöllisesti sekä voima- että kestävyysharjoittelua ja joiden painoindeksi (BMI) oli alle 30. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään: ei hormonaalista ehkäisyä käyttävät ja yhdistelmäehkäisyä käyttävät. Ei hormonaalista ehkäisyä käyttävät olivat olleet vähintään 9 kuukautta käyttämättä hormonaalisia ehkäisyvalmisteita ja poissulkukriteerinä oli hormonaalisen ehkäisyn käyttö edellisen 9 kuukauden aikana ja epäsäännöllinen kuukautiskierto. Hormonaalista ehkäisyä käyttävillä poissulkukriteerinä olivat muut kuin suun kautta nautittavat ehkäisyvalmisteet, ehkäisyrenkas tai laastari.

Tutkittavat täyttivät ennen testejä terveystarkastus- ja LEAF-Q-lomakkeet, joilla varmistettiin, ettei osallistumiselle ole esteitä. Tutkittaville lähetettiin ennen tutkimuksen aloitusta tutustuttavaksi tietosuojailmoitus, jossa on kuvattu tehtävät testit ja tutkimuksen tietosuoja. Tutkimukseen osallistuminen oli tutkittaville vapaaehtoista ja he saivat halutessaan keskeyttää tutkimuksen, missä vaiheessa tahansa.

6.3 Protokolla

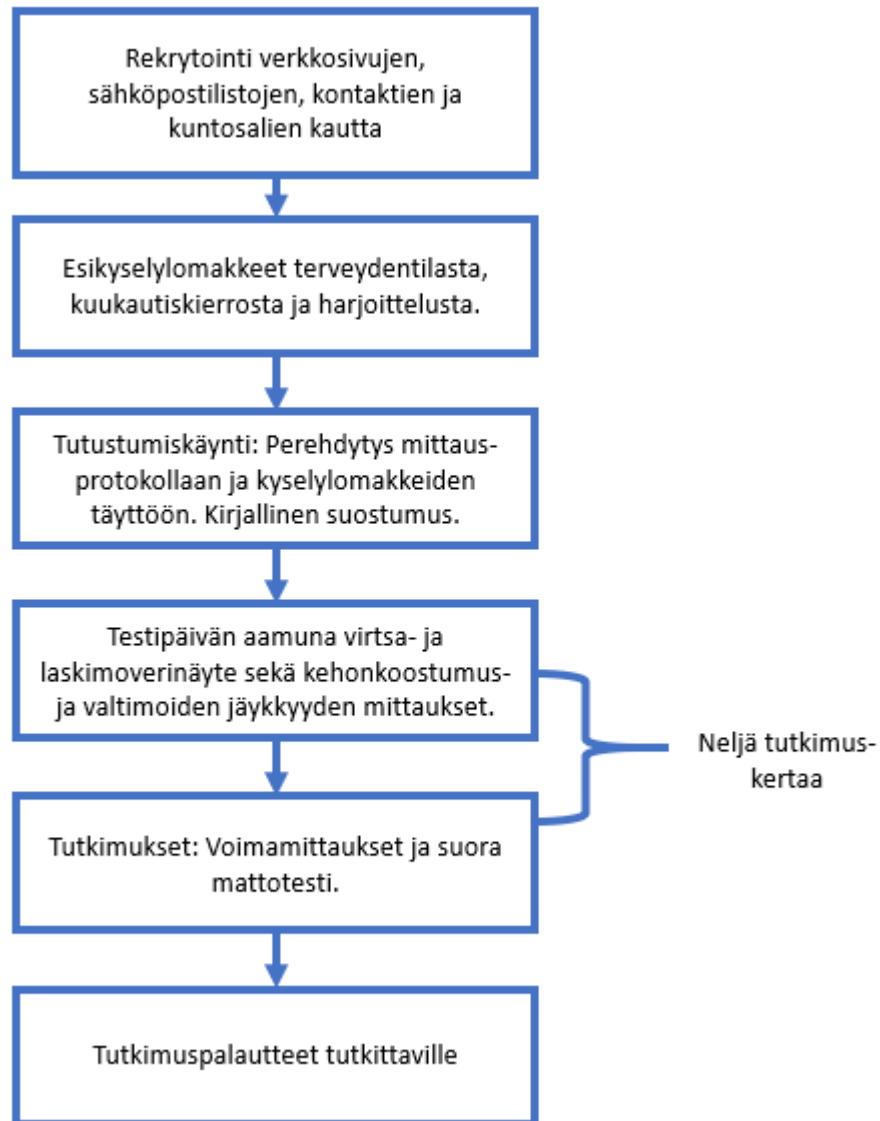
Tutkittavat kävivät ennen varsinaisten testien aloitusta tutustumiskäynnillä, jossa heidät tutustettiin voimatesteihin ja ohjeistettiin tutkimuksen kulusta ja tutkimukseen liittyvien lomakkeiden täyttämiseen. Lisäksi tutkimuskäynnillä allekirjoitettiin suostumus osallistua testeihin ja annettiin tiedoksi tietosuojailmoitus. Tutkittavat myös arvioivat optimaalisen suoritusmielensä ja täyttivät itsearvostuskyselyn ennen testejä.

Tutkittavilta mitattiin testipäivien aamuina vähintään 10 tunnin paaston jälkeen perusverenkuva ja hormonipitoisuudet virtsa- ja laskimoverinäytteistä, arvioitiin kehonkoostumus ja paino In-body770 kehonkoostumusmittalaitteella ja lisäksi analysoitiin valtimoiden jäykkyys Arteriograph-laitteistolla. Tutkittavat pitivät koko testijakson ajan kuukautis- ja harjoittelupäiväkirjaa, täyttivät ruoka- ja juomapäiväkirjaa testipäivien ympärillä ja tilannekohtainen mieliala arvioitiin aina ennen testiä.

Testit pyrittiin suorittamaan tutkittavilla mahdollisuuksien mukaan samaan kellonaikaan ja aterioita ja energiansaantia ei ollut vakioitu testikertojen välillä. Tutkimuskoordinaattori sovitti tutkimuskäynnit mahdollisuuksien mukaan hyvissä ajoissa etukäteen, mutta NHC ryhmän osalta osa testeistä kuten OV- ja EFC-testit tehtiin lopulta noin 1–2 vuorokauden varoitusajalla.

Testit alkoivat voimatesteillä. Voimatestien jälkeen tutkittavalle tarjottiin energiapatukka (hiilihydraattia 25 g) ja 1,5 dl vettä. Energianpatukan sai korvata myös valitsemallaan välipalalla tai jättää syömättä, kunhan sama välipala säilyi joka mittauskerralla. Ravinto- ja nestemäärät olivat näin samat tutkittavan jokaisen testin aikana. 30 minuuttia voimatestien päättymisestä alkoi suora mattotesti.

Tutkimuksen kulku rekrytoinnista tutkimuspalautteisiin on esitetty kuvassa 7. Joillakin tutkittavista jouduttiin tekemään ylimääräinen tutkimuskerta kierron epäselvyyden ja tutkimuskerran keskeyttämisen takia. Kahdella tutkittavalla mittauskertoja tuli vain 3 aikataulullisista syistä.



KUVA 7. Tutkimusprotokolla rekrytoinnista palautteiden antoon. Testit/Laboratoriotutkimukset toistettiin neljä kertaa kuukautiskierron/hormonaalisen ehkäisykierron aikana.

Kestävyys suorituskykyä mitattiin suorassa testissä kuvan 8 juoksumatolla (Telineyhtymä, Kotka, Suomi) nousevalla nopeudella 3 minuutin kuormilla tehtävässä kuormituksessa. Jokaisessa mattotestissä oli mukana kaksi mittaajaa, joista toinen toimi testin johtajana ja maton käyttäjänä ja toinen laktaatinäytteenottajana. Suoritus tehtiin viimeistään 30 minuuttia voimastien jälkeen standardoidun välipalan ja veden nauttimisen jälkeen. Kuormitus aloitettiin 6 km/h vauhdilla ja matto pysäytettiin kuormien välillä laktaatinäytteen oton ajaksi. Jos laktaatinäytteenotto kesti yli 40 sekuntia, pidennettiin seuraavaa kuormaa minuutilla. Kuormaa nostettiin portaittain 1 km/h, kunnes tutkittava halusi keskeyttää tai ei enää pysynyt maton mukana. Kulma pidettiin testin aikana vakiona $0,7^\circ$. Tutkittavilla oli testin aikana päällään turvaljaat. Tutkittava sai päättää kävelikö vai juoksiko kuormat, mutta suoritustapa oli vakio jokaisessa testissä perustuen ensimmäisellä testikerralla tehtyyn päätökseen. Tutkittavia kannustettiin voimakkaasti suorituksen lopussa, jollei tutkittava toivonut toisin ja heille annettiin halutessaan tietoja sykkeestä ja hapenkulutuksesta testin aikana. Tutkittavilta otettiin palautumislaktaatit 1 ja 3 minuuttia suorituksen jälkeen. Tutkittavat eivät suorittaneet erillistä alkulämmittelyä voimastien jälkeen ja loppuverryttely oli vapaaehtoinen.



KUVA 8. Juoksumatto ja turvaljaat mittauslaboratoriossa.

6.4 Mittaukset

Tutkittavat punnittiin ennen testiä henkilöväällä ja heidän sukupuolensa, ikänsä, pituutensa ja painonsa syötettiin mittaustietokoneelle. Hengityskaasuja mitattiin minuutin lepokeräyksellä ja suorituksen aikana breath-by-breath -menetelmällä hengityskaasuanalysointilaitteella (Sensor-Medics® Vmax229 Sensormedics, Yorba Linda, CA, USA). Laitteisto ja kaasupullo kalibroitiin automaattikalibroinnilla ennen jokaista mittausta. Mittauslaitteisto meni epäkuntoon yhtenä suorituspäivänä ja näiden testien osalta ei saatu tietoa hengityskaasuista.

Syke mitattiin kuormien viimeisen 15 sekunnin keskiarvona Polar V800-sykemittarilla (Polar Electro, Kempele, Suomi). Suorituksen päättyessä kesken kuorman käytettiin sykettä keskeytys hetkellä. Laktaatinäytteenottaja kysyi tutkittavan RPE:tä taulukon avulla aina 30 sekuntia ennen kuorman loppua. RPE:tä ei kysytty kuorman aikana tutkittavan jo selvästi taistellessa pysyäkseen mukana. Tällöin RPE kysyttiin jälkikäteen. Laktaatinäytteet otettiin sormenpästä maton ollessa pysäytettynä. Näytteet analysoitiin Biosen C-line analysointilaitteella (EKF diagnostic, C-line system, Biosen, Saksa) suorituksen jälkeen.

6.5 Analyysit

Maksimaalinen hapenottokyky arvioitiin suurimman kahden perättäisen 30 sekunnin mittauksen keskiarvona ja pyöristettiin alaspäin kokonaislukuun. Aerobinen ja anaerobinen kynnys määritettiin Microsoft Office Excelin avulla laktaatti- ja hengityskaasukäyrästä laktaattikäyrän painoarvon ollessa suurempi epäselvissä tilanteissa. Osassa testeistä ei saatu hengityskaasutuloja laitevian takia ja näissä testeissä kynnysmäärittäminen perustui puhtaasti laktaattimittauksiin. Laktaattimittauksissa oli muutamia mittaajasta johtuvia selviä vääriä arvoja ja näitä ei huomioitu kynnysten määrittämisessä. Teoreettinen hapenottokyky määritettiin Londereen (1986) kaavalla käyttäen kuntoilijan arvoja viimeisen kuorman suuruuden ja keston perusteella. Saman tutkittavan kaikkien testikertojen tulokset analysoitiin aina samalla kerralla kaikkien testien valmistuttua, jotta vertailukelpoisuus olisi mahdollisimman suuri. Sama henkilö analysoi kaikkien mittotestien tulokset vertailukelpoisuuden maksimoimiseksi.

Tutkittaville toimitettiin viikon sisällä mittausten valmistumisesta henkilökohtainen testipalaute, jossa näkyi kunkin mittauksen osalta maksimaalinen hapenottokyky, teoreettinen maksimaalinen hapenottokyky, kynnysvauhdit ja laktaattitiedot eri kynnyksillä. Lisäksi palautteessa annettiin ohjeelliset arvot eri harjoitusalueille.

6.6 Tilastolliset analyysit

Tutkimustiedon taulukointi tehtiin Excelissä. Tilastolliset analyysit tehtiin ohjelmassa SPSS Statistics 24.0 (IBM Corp., released 2016, IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY). Kuukautiskierron ja hormonaalisen ehkäisyn vaikutukset naissukupuolihormoneihin ja kestävyysuorituskykyyn analysoitiin generalized estimating equation (GEE) mallilla. Mallin etuna on se, että jos yhdestä mittauspisteestä puuttuu tietoja, se käyttää tietoa myös epätäydellisistä havainnoista (Zhang ym. 2014). Ryhmien välisiä eroja analysoitiin parittaisella t-testillä.

7 TULOKSET

Tutkimukseen osallistui NHC ryhmässä yhteensä 16 tutkittavaa. Tutkimusaamun verinäytteiden hormonipitoisuuksien perusteella kolmen tutkittavan kuukautiskierron ei voitu varmistaa olevan ovulaarinen, joten heidän ovulaatiomittauksen tuloksensa suljettiin pois lopullisesta tarkastelusta. Näin ollen lopullinen tutkittavien määrä oli 16 EFP ja MFP vaiheissa ja 13 OV ja MLP vaiheessa. HC ryhmässä tutkimukseen osallistui 12 tutkittavaa. Taulukossa 2 on esitetty lopullisiin tuloksiin huomioitujen 28 tutkittavan ikä ja kehonkoostumustiedot ryhmien keskiarvona ja keskihajontana.

TAULUKKO 2. Tutkittavien keskimääräinen ikä, pituus, paino, BMI ja rasvaprosentti.

	Ikä (vuotta)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI (kg/m ²)	Rasva%
NHC (n=16)	26,9±4,5	167,8±5,4	66,7±7,6	23,7±2,6	21,8±6,7
HC (n=12)	23,1±2,7	170,2±5,5	62,2±5,2	21,5±1,5	19,4±3,3

Seuraavissa luvuissa on esitetty tulokset naissukupuolihormonien mittauksista ja suoran matto-
testin tulokset siltä osin, kuin niitä on tässä työssä analysoitu. Muu tulosaineisto on tallennettu
pseudonyyminä mahdollista myöhempää tutkimuskäyttöä varten.

7.1 Kuukautiskierron vaikutus naissukupuolihormoneihin

Naissukupuolihormonien tulokset on esitetty taulukossa 2. Estrogeenissä havaittiin merkitsevä päävaikutus ajan ($p < 0.001$) ja ryhmän ($p < 0.001$), sekä yhdysvaikutus ajan ja ryhmän suhteen ($p < 0.001$). NHC-ryhmän estrogeenitaso oli korkeampi, kun HC-ryhmässä. NHC-ryhmässä estrogeeni oli merkitsevästi korkeampi ovulaation ($p = 0.008$) ja luteaalivaiheen ($p < 0.001$) aikana verrattuna kuukautisten aikaiseen mittaukseen. HC-ryhmässä ei havaittu merkitseviä eroja.

Myös keltarauhashormonissa havaittiin merkitsevä ero ajan ($p < 0.001$) ja ryhmän ($p < 0.001$) suhteen sekä merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus ($p < 0.001$). NHC-ryhmässä keltarauhashormoni oli merkittävästi korkeampi ovulaatiomittauksessa, kuin kuukautisten aikana sekä follikulaarivaiheessa ja merkitsevästi korkeampi luteaalivaiheessa kuin muissa pisteissä ($p < 0.001$).

Estrogeenikeltarauhashormonisuhteessa (EP-suhde) havaittiin merkitsevä ajan päävaikutus ($p = 0.003$) ja merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus ($p = 0.003$). NHC-ryhmässä EP-suhde oli merkitsevästi korkeampi follikulaarivaiheessa kuin kuukautisten aikana ja luteaalivaiheessa ($p < 0.01$). HC-ryhmässä vuotovaiheen EP-suhde oli merkitsevästi korkeampi kuin aktiivisten vaiheiden, sekä passiivisen vaiheen aikana.

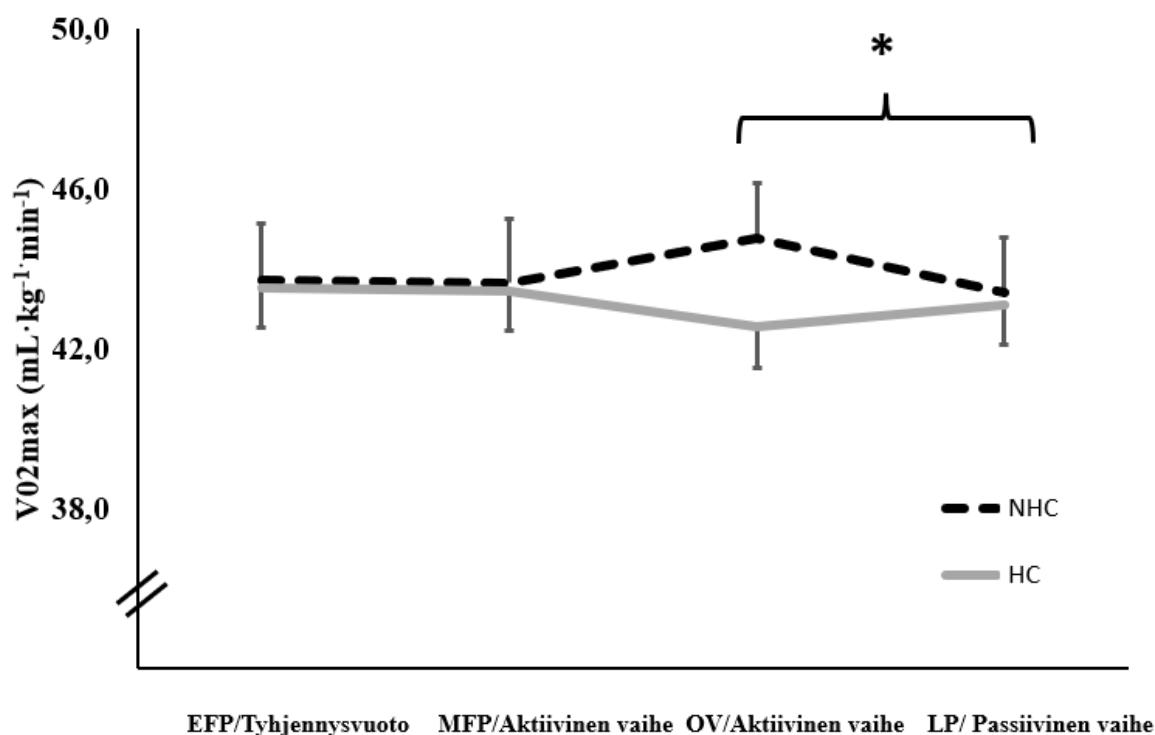
TAULUKKO 3. Estrogeeni- ja keltarauhashormonipitoisuudet ja niiden suhde (E/P) aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana. ^aNHC-ryhmässä estrogeeni oli merkitsevästi korkeampi ovulaation (p=0.008) ja luteaalivaiheen (p<0.001) aikana verrattuna kuukautisten aikaiseen mittaukseen. ^bNHC-ryhmässä keltarauhashormoni oli merkittävästi korkeampi OV:ssa, kuin EFP:ssä sekä MFP:ssä ja ^c merkitsevästi korkeampi LP:ssä kuin muissa pisteissä (p<0.001). ^dNHC-ryhmässä EP-suhde oli merkitsevästi korkeampi MFP:ssä kuin EFP:ssä ja LP:ssä (p<0.01). ^e HC-ryhmässä EFP:n EP-suhde oli merkitsevästi korkeampi kuin aktiivisten vaiheiden, sekä passiivisen vaiheen aikana.

	EFP/Tyhjennysvuoto		MFP/Aktiivinen vaihe		OV/ Aktiivinen vaihe		LP/ Passiivinen vaihe	
	NHC (n=16)	HC (n=11)	NHC (n=16)	HC (n=12)	NHC (n=13)	HC(n=12)	NHC (n=13)	HC(n=11)
Estrogeeni (pmol/l)	320 ± 210*	300 ± 270	520 ± 400	210 ± 140	660 ± 490** ^a	240 ± 250	670 ± 220*** ^a	200 ± 110
Keltarauhashormoni (nmol/l)	1,8 ± 1,7	1,1 ± 0,5	1,0 ± 0,4	1,1 ± 0,4	3,9 ± 2,7*** ^b	1,3 ± 1,0	14,9 ± 8,5*** ^c	1,3 ± 1,0
E/P suhde	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,2*** ^e	0,6 ± 0,5*** ^d	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,4	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,2	0,2 ± 0,2

7.2 Kuukautiskierron vaikutus suorituskykyyn

7.2.1 Vaikutus mitattuun ja teoreettiseen maksimaaliseen hapenottokykyyn

Maksimaalisessa hapenottokyvyssä painoon suhteutettuna havaittiin merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus ($p=0.021$). NHC-ryhmän maksimaalinen hapenottokyky oli merkitsevästi korkeampi ovulaatiomittauksessa kuin luteaalivaiheen mittauksessa (kuva 9, $p=0.005$). Lisäksi havaittiin trendi korkeammalle maksimaaliselle hapenotolle ovulaatiovaiheessa verrattuna kuukautisten aikaiseen mittaukseen ($p=0.068$) ja follikulaarivaiheen mittaukseen ($p=0.072$). HC-ryhmällä ei havaittu merkitseviä eroja maksimaalisessa hapenottokyvyssä.



Kuva 9. Maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}) aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana. Merkitsevä ero ovulaatio- ja luteaalimittauksien välillä NHC-ryhmässä. $*=p<0.05$.

Taulukossa 4 on esitetty teoreettiset hapenkulutukset. Teoreettisessa hapenkulutuksessa ei havaittu merkitseviä eroja mittauspisteiden tai ryhmien välillä.

TAULUKKO 4. Teoreettinen hapenkulutus ($VO_{2\text{teor}}$) aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolessa välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana.

	EFP/ Tyhjennysvuoto	MFP/ Aktiivinen vaihe	OV / Aktiivinen vaihe	LP / Passiivinen vaihe
NHC				
$VO_2\text{TEOR (ml/kg/min)}$	$50,9 \pm 5,7$	$51,7 \pm 5,9$	$51,7 \pm 5,8$	$51,1 \pm 5,3$
HC				
$VO_2\text{TEOR (ml/kg/min)}$	$50,3 \pm 5,1$	$50,1 \pm 5,2$	$50,1 \pm 5,2$	$50,6 \pm 5,9$

7.2.2 Vaikutukset maksimilaktaattipitoisuuksiin, kynnsnopeuksiin ja laktaattipitoisuuksiin ja RER:iin kynnyksillä

Aerobisen tai anaerobisen kynnyksen nopeuksissa ei havaittu merkitseviä eroja. Laktaattitulokset on esitetty taulukossa 5. Laktaatti aerobisella kynnyksellä NHC-ryhmässä oli merkitsevästi korkeampi follikulaarivaiheessa ($p=0.003$) ja ovulaatiovaiheessa ($p=0.046$) kuin luteaalivaiheessa. Myös kuukautisten aikainen aerobisen kynnyksen laktaattiarvo oli korkeampi kuin luteaalivaiheen mittaus, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0.078$). HC-ryhmässä ei havaittu ajan suhteen merkitseviä eroja. Anaerobisen kynnyksen laktaatissa ei havaittu merkitseviä eroja ryhmien tai ajan suhteen. Maksimilaktaatti oli korkeampi NHC-ryhmässä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0.061$). HC-ryhmässä maksimilaktaatti oli merkitsevästi korkeampi aktiivisen vaiheen mittauksessa 1, kuin muissa mittauksissa ($p<0.01$).

TAULUKKO 5. Maksimilaktaatti (MAX) sekä laktaatti aerobisella (AT) ja anaerobisella (ANA) kynnyksellä aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana. ^aMerkitsevä ero ehkäisyyn aktiivivaihe 1 mittaukseen HC-ryhmässä, ^bmerkitsevä ero luteaalivaiheeseen NHC-ryhmässä.

	EFP/ Tyhjennysvuoto	MFP/ Aktiivinen vaihe	OV / Aktiivinen vaihe	LP / Passiivinen vaihe
NHC				
AT Laktaatti (mmol/l)	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,6 ^{***b}	2,0 ± 0,7 ^{bb}	1,8 ± 0,5
ANA Laktaatti (mmol/l)	4,0 ± 0,8	4,0 ± 0,9	3,9 ± 0,7	4,0 ± 0,9
MAX Laktaatti (mmol/l)	1,5 ± 2,2	11 ± 3,0	11,0 ± 2,7	10,6 ± 0,7
HC				
AT Laktaatti (mmol/l)	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,5	1,6 ± 0,4	1,7 ± 0,3
ANA Laktaatti (mmol/l)	3,9 ± 0,8	3,6 ± 0,8	3,5 ± 0,8	3,6 ± 0,8
MAX Laktaatti (mmol/l)	9,5 ± 2,5 ^{**a}	10,4 ± 2,7	9,0 ± 3,0 ^{***a}	9,8 ± 3,0 ^{**a}

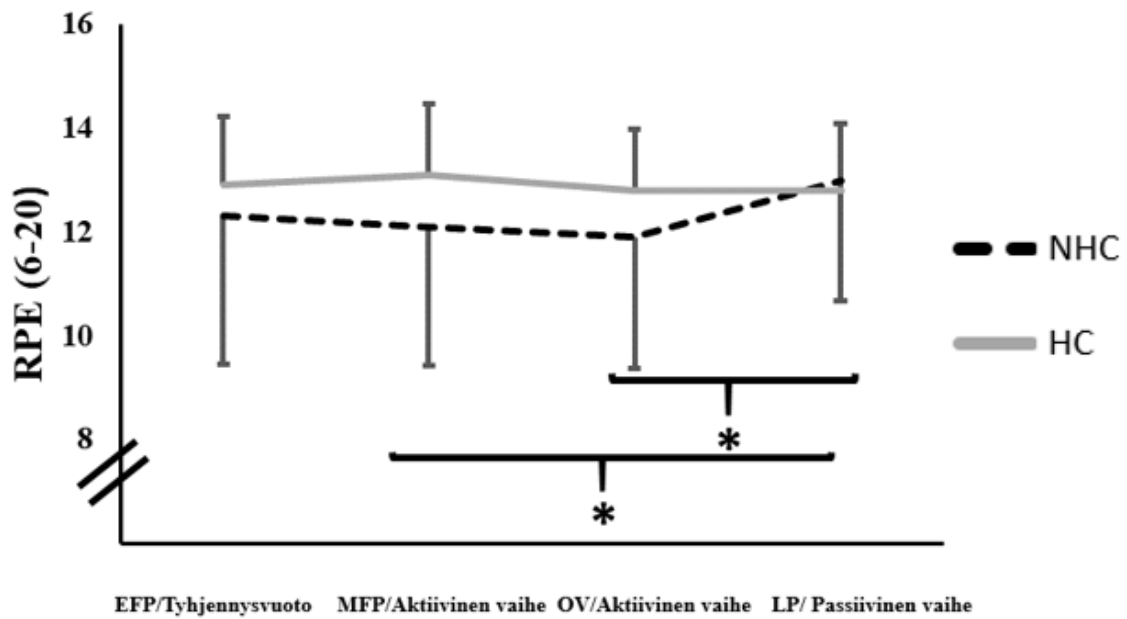
Taulukossa 6 on esitetty aerobisen kynnyksen ja anaerobisen kynnyksen hiilidioksidin tuoton suhde hapenkulutukseen (RER). Ryhmien tai mittauspisteiden välillä ei havaittu merkitseviä eroja.

TAULUKKO 6. Hiilidioksidin tuoton suhde hapenkulutukseen (RER) aerobisella (AT) ja anaerobisella (ANA) kynnyksellä aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana.

	EFP/ Tyhjennysvuoto	MFP/ Aktiivinen vaihe	OV / Aktiivinen vaihe	LP / Passiivinen vaihe
NHC				
AT RER	0,89 ± 0,05	0,90 ± 0,04	0,9 ± 0,05	0,89 ± 0,05
ANA RER	0,97 ± 0,04	0,97 ± 0,04	0,97 ± 0,04	0,98 ± 0,05
HC				
AT RER	0,87 ± 0,03	0,87 ± 0,05	0,89 ± 0,03	0,88 ± 0,03
ANA RER	0,97 ± 0,04	0,94 ± 0,04	0,96 ± 0,04	0,96 ± 0,05

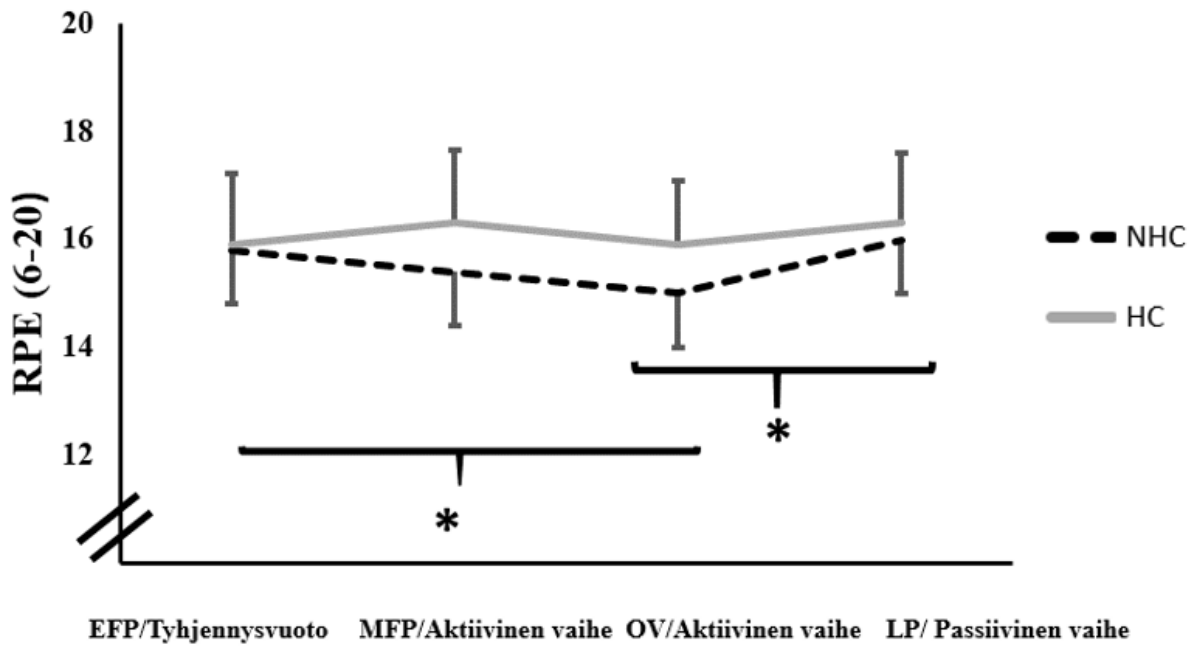
7.2.3 Vaikutus koettuun räsitusntemukseen

Koetussa räsitusntemuksessa (RPE) aerobisella kynnyksellä havaittiin merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus (Kuva 10). HC-ryhmässä aerobisen kynnyksen RPE ei muuttunut mittauspisteiden välillä. NHC-ryhmässä aerobisen kynnyksen RPE oli korkeampi luteaalivaiheessa suhteessa follikulaarivaiheeseen ($p=0.016$) ja ovulaatioon ($p=0.009$). Myös kuukautisten aikana tehdyn mittauksen RPE oli korkeampi kuin ovulaatiovaiheen mittauksessa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0.058$).



KUVA 10. Koettu rasitus (RPE) aerobisella kynnyksellä aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana. *Merkitsevä ero luteaalivaiheessa suhteessa follikulaarivaiheeseen ($p=0.016$) ja ovulaatioon ($p=0.009$).

NHC-ryhmässä anaerobisella kynnyksellä raportoitu RPE oli merkitsevästi korkeampi sekä kuukautisten aikana ($p=0.022$) ja luteaalivaiheessa ($p=0.027$) kuin ovulaatiovaiheen mittauksessa (Kuva 11). HC-ryhmässä ei havaittu merkitseviä eroja anaerobisen kynnyksen RPE:ssä.



KUVA 11. Koettu rasitus (RPE) anaerobisella kynnyksellä aikaisessa follikulaarivaiheessa kuukautisten aikana (EFP), follikulaarivaiheen puolella välissä (MFP), ovulaation aikaan (OV), luteaalivaiheessa (LP), tyhjennysvuodon aikana, ehkäisyn aktiivisen ja passiivisen vaiheen aikana. *RPE oli merkitsevästi korkeampi sekä kuukautisten aikana ($p=0.022$) että luteaalivaiheessa ($p=0.027$) kuin ovulaatiovaiheen mittauksessa.

8 POHDINTA

Tutkimusprojektista kertyi kokonaisuudessaan valtava määrä tietoa niin hormonaalisista tekijöistä, kehonkoostumuksesta, suorituskyvystä ja fysiologisista suureista suorituksen aikana kuin ravitsemuksesta ja suoritusmielialastakin. Tämän tutkimuksen laajuus oli rajattu arvioimaan kuukautiskierron ja hormonaalisen yhdistelmäehkäisyn vaiheiden vaikutusta maksimaaliseen hapenottokykyyn, koettuun räsitustuntemukseen ja fysiologisiin muuttujiin kynnyksnopeuksilla ja maksimaalisessa kuormituksessa voimatestien jälkeen. Tehtäväkokonaisuuden rajallisuuden vuoksi kaikkien tutkimuksessa mitattujen tekijöiden ja kerättyjen tietojen vaikutusta analysoitaviin muuttujiin ei voitu huomioida ja mahdollisiin poikkeamiin aikaisemmista tutkimustuloksista voi löytyä syitä esimerkiksi psykologisista tekijöistä kuten suoritusmielialasta tai ravitsemuksesta. Myöskään ennen suoritusta tehtävän voimatestin tulosten vaikutusta ei ole huomioitu analyysissa.

Päätuloksena tutkimuksesta saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin:

Tutkimuskysymys 1: Poikkeavatko maksimaalinen hapenottokyky, kynnysvauhdit, maksimilaktaatti, laktaatti ja RER kuukautiskierron eri vaiheissa?

Hypoteesi: Muissa muuttujissa ei havaita tilastollisesti merkittäviä eroja, mutta RER ja maksimilaktaatti jäävät muita vaiheita alhaisemmaksi ovulaation aikana ja luteaalivaiheessa.

Tutkimuksen tuloksena saatiin, että vastoin tutkimushypoteesia maksimaalinen hapenottokyky oli merkitsevästi korkeampi ovulaatiomittauksessa kuin luteaalivaiheen mittauksessa. Kynnysvauhdeissa ei havaittu merkitseviä eroja vaiheiden välillä. Laktaatti aerobisella kynnyksellä NHC-ryhmässä oli merkitsevästi korkeampi follikulaarivaiheessa ja ovulaatiovaiheessa kuin luteaalivaiheessa. Tulos korreloi tutkimushypoteesin kanssa luteaalivaiheen alhaisemman laktaatin suhteen, mutta ovulaatiovaiheen korkeampi laktaattipitoisuus on vastoin tutkimushypoteesia. Maksimi- ja anaerobisen kynnyksen laktaattien samansuuruisuus eri vaiheissa on vastoin tutkimushypoteesia. Vastoin tutkimushypoteesia myöskään RER:ssä ei havaittu eroa eri kuukautiskierron vaiheiden välillä.

Tutkimuskysymys 2: Poikkeavatko maksimaalinen hapenottokyky, kynnysvauhdit, maksimilaktaatti, ventilaatio ja RER hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa?

Hypoteesi: Muuttujissa ei havaita tilastollisesti merkittäviä eroja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheissa.

Maksimilaktaatti oli vastoin tutkimushypoteesia merkitsevästi korkeampi aktiivisen vaiheen mittauksessa 1, kuin muissa mittauksissa. Samaa ei havaittu toisessa aktiivisen vaiheen mittauksessa. Muilta osin tutkimuksen tulokset vastasivat tutkimushypoteesia ja muuttujissa ei havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja hormonaalisen ehkäisyn eri vaiheiden välillä

8.1 Kuukautiskierron vaikutus maksimaaliseen hapenottokykyyn

Teoreettisessa hapenkulutuksessa ei havaittu merkitseviä eroja mittauspisteiden tai ryhmien välillä. Tämä vastaa aikaisempaa tutkimustietoa, jonka perusteella voidaan olettaa, ettei suorituskyky vaihtelee merkittävästi eri vaiheiden välillä.

Maksimaalisessa hapenottokyvyssä painoon suhteutettuna havaittiin merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus. NHC-ryhmän maksimaalinen hapenottokyky oli merkitsevästi korkeampi ovulaatiomittauksessa kuin luteaalivaiheen mittauksessa. Lisäksi havaittiin trendi korkeammalle maksimaaliselle hapenotolle ovulaatiovaiheessa verrattuna kuukautisten aikaiseen mittaukseen ja follikulaarivaiheen mittaukseen. Suorituskykyä ovulaation aikana on tutkittu aikaisemmissa tutkimuksissa selvästi muita vähemmän todennäköisesti sen lyhyen aikaikkunan ja vaikeamman ajoitettavuuden vuoksi. Tässä tutkimuksessa ei havaittu vastaavaa eroa kuin, LeBrun ym. (1995) tutkimuksissa, joissa $VO_2\max$ oli lievästi alhaisempi luteaalivaiheessa. Bailey ym. (2000), Gordon ym. (2018) ja DeSouza ym. (1990) eivät havainneet eroja suorituskyvyssä luteaali- ja follikulaarivaiheiden välillä, mikä vastaa tämän tutkimuksen tulosta.

Kirjallisuuskatsauksesta ei löytynyt vahvistusta vastaavalle parannukselle maksimaalisessa hapenottokyvyssä ovulaation aikana ja se on myös vastoin tutkimushypoteesia. Ovulaatiotutkimuskerta poikkesi muista testikerroista testiajankohdan ajoittamisessa ja testi tehtiin

keskimäärin noin vuorokauden varoitusaajalla. Osa ovulaatiotutkimuserroista tehtiin myös jo muutaman päivän sisällä edellisestä tutkimuskerrasta ovulaatioajankohdan sattuessa lähelle MFP-tutkimuskertaa. Poikkeuksellinen järjestely ei ole mahdollistanut parempaa valmistautumista testiin, vaan ennemmin päinvastoin, joten se todennäköisesti ei ole parantanut testitulosta. Päivittäisen kotona tehtävän ovulaatiomittauksen aiheuttaman lisävaivan ja tietoisuuden viime hetkellä ajoitettavasta tutkimuskerrasta voi lisäksi olettaa kuormittavan osaa tutkittavista psykologisesti ennen testiä. Ovulaatiomittauksen paremman suorituskyvyn syy voi olla hormonaalinen esimerkiksi suurempi estrogeeni/keltarauhashormonisuhde tai psykologiset tekijät kuten tutkimuksessa alhaisemmaksi koettu räsitusntemus. Ovulaatioajankohtaa mitattiin kuitenkin lutenisoivan hormonin piikistä, joten korkein estrogeeniipiikki oli ehtinyt jo mennä ohi ennen tutkimuspäivää. Tutkimusaineistosta voisi analysoida vielä yhteydet suoritustuloksiin ja ravitsemukseen. Ovulaatiovaiheen suorituskyyeroilla on todennäköisesti vähemmän käytännön sovellettavuutta muihin vaiheisiin verrattuna johtuen sen lyhyestä aikaikkunasta ja vaikeasta ajoitettavuudesta

Tutkimushypoteesin mukaisesti HC-ryhmällä ei havaittu merkitseviä eroja maksimaalisessa hapenottokyvyssä eri vaiheiden välillä, mikä vastaa aikaisempaa tutkimustietoa mm. Vaiksaar (2012) ja Gordon ym. (2018). Tämä vahvistaa myös käsitystä tutkimuksen eri testikertojen vertailukelpoisuudesta keskenään.

8.2 Kuukautiskierron vaikutus fysiologisiin muuttujiin testin aikana

Aerobisen tai anaerobisen kynnyksen nopeuksissa ei havaittu merkitseviä eroja ryhmän tai ajan suhteen, mikä vastaa tutkimushypoteesia. Myöskään anaerobisen kynnyksen laktaattissa ei havaittu merkitseviä eroja ryhmien tai ajan suhteen. Aikaisemmissa tutkimuksissa ei ollut suoraa vertailukohtaa laktaattipitoisuuksiin nimenomaan kynnysnopeuksilla, joten vertailu tehdään yleisesti laktaattipitoisuuksiin, ellei erikseen ole mainittu kyseessä olleen maksimilaktaatti.

Laktaatti aerobisella kynnyksellä NHC-ryhmässä oli merkitsevästi korkeampi follikulaarivaiheessa ja ovulaatiovaiheessa kuin luteaalivaiheessa. Myös kuukautisten aikainen aerobisen kynnyksen laktaattiarvo oli korkeampi kuin luteaalivaiheen mittausta, mutta ero ei ollut

tilastollisesti merkitsevä. Tulos korreloi tutkimushypoteesin kanssa luteaalivaiheen alhaisemman laktaatin suhteen, mutta ovulaatiovaiheen korkeampi laktaattipitoisuus on vastoin tutkimushypoteesia. Luteaalivaiheen alhaisempi laktaattipitoisuus nousevassa kuormituksessa korreloi aikaisempien tutkimusten (Jurkowski-Hall ym. 1981 & McCracken ym. 1994) kanssa, mikä saattaa johtua estrogeenin lisäämästä rasva-aineenvaihdunnasta ja pienentämästä hiilihydraattiaineenvaihdunnasta. Maksimi- ja anaerobisen kynnyksen laktaattien samansuuruisuus eri vaiheissa on vastoin tutkimushypoteesia, mutta korreloi tutkimusten (DeSouza ym. 1990 & Kanaley ym. 1992) kanssa, joissa ei havaittu eroja laktaattipitoisuuksissa eri vaiheiden välillä. Näistä Kanaleyn tutkimuksessa ei käytetty nousevaa kuormitusta.

HC-ryhmässä ei havaittu ajan suhteen merkitseviä eroja aerobisen tai anaerobisen kynnyksen laktaateissa, mikä vastaa tutkimushypoteesia. HC-ryhmässä maksimilaktaatti oli merkitsevästi korkeampi aktiivisen vaiheen mittauksessa 1, kuin muissa mittauksissa. Tulos on vastoin tutkimushypoteesia ja Vaiksaar (2012) tutkimusta. HC-ryhmä oli suhteellisen pieni ja samaa ei havaittu toisessa aktiivisen vaiheen mittauksessa, joten on mahdollista, että tulos johtuu yksittäisistä poikkeuksellisista suorituksista tai laktaattimittauksen epätarkkuudesta.

Ryhmien tai mittauspisteiden välillä ei havaittu merkitseviä eroja aerobisen kynnyksen ja anaerobisen kynnyksen hiilidioksidin tuoton suhteessa hapenkulutukseen. Tämä vastaa HC-ryhmän osalta tutkimushypoteesia ja aikaisempia tutkimuksia, joissa vaiheiden välillä ei havaittu merkitseviä eroja (Casazza ym. 2003, Gordon ym. 2018 ja Vaiksaar 2012).

NHC-ryhmän osalta tutkimustulos on vastoin tutkimushypoteesia, jossa oletettiin, että RER jää muita vaiheita alhaisemmaksi ovulaation aikana ja luteaalivaiheessa. Tutkimustulos korreloi aikaisempien tutkimusten (Vaiksaar 2012, DeSouza ym. 1990 ja Kanaley ym. 1992) kanssa, mutta on ristiriidassa Hackney ym. (1994), Hackney (1999) ja Dombovy ym. (1987) tutkimustulosten kanssa, joissa RER oli korkeampi follikulaarivaiheessa kuin luteaalivaiheessa. Tutkimustulos on ristiriidassa myös Hackney ym. (1991) tulosten kanssa, joissa RER oli merkittävästi alhaisempi ovulaatiovaiheessa kuin follikulaarivaiheessa ja ei-merkittävästi alhaisempi kuin luteaalivaiheessa. Keltarauhashormonin korkea suhteellinen määrä luteaalivaiheessa mahdollisesti vähentää estrogeenin aineenvaihdunnallisia hyötyjä (Oosthuysen & Bosch 2010), mikä

voi olla osasy siihen, ettei RER ole merkittävästi alhaisempi luteaalivaiheessa. Ovulaatiovaiheen RER:n korkeutta keltarauhashormonin taso ei selitä.

Tutkimuksen tuloksina saatu NHC-ryhmän luteaalivaiheen alhaisempi laktaattitaso ei korreloi, sen kanssa, ettei RER:ssä havaittu eroja vaiheiden välillä. Hiilihydraattiaineenvaihdunnan muutokset kuukautiskierron aikana eivät siis ole ainut selittävä tekijä laktaattitasoissa. Luteaalivaiheen alhainen laktaattitaso verrattuna RER:n tasoon voi johtua esimerkiksi eroista laktaatin poistosta kuukautiskierron eri vaiheissa. Toinen selittävä tekijä voisi olla psykologinen, jos tutkittavat eivät ole saaneet itsestään yhtä paljon irti luteaalivaiheessa. Tämän pitäisi toisaalta näkyä myös maksimilaktaateissa. NHC-ryhmässä aerobisen kynnyksen RPE oli korkeampi luteaalivaiheessa suhteessa follikulaarivaiheeseen ja ovulaatioon, mikä viittaa siihen, että huolimatta alhaisista laktaattitasoista, tutkittavat ovat kokeneet kuormituksen aerobisella kynnyksellä luteaalivaiheessa muita vaiheita raskaammaksi. Tämä puoltaa psykologisten tai muiden kuin energia-aineenvaihdunnasta liittyvien tekijöiden vaikutusta tutkimustuloksiin.

8.3 Kuukautiskierron vaikutus koettuun rasitukseen

Koetussa rasiustuntemuksessa (RPE) aerobisella kynnyksellä havaittiin merkitsevä ajan ja ryhmän yhdysvaikutus. HC-ryhmässä aerobisen kynnyksen RPE ei muuttunut mittauspisteiden välillä, mikä on linjassa DeSouza ym. (1990) tutkimuksen kanssa. NHC-ryhmässä aerobisen kynnyksen RPE oli korkeampi luteaalivaiheessa suhteessa follikulaarivaiheeseen ja ovulaatioon. Myös kuukautisten aikana tehdyn mittauksen RPE oli korkeampi kuin ovulaatiovaiheen mittauksessa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tutkimustulos on ristiriidassa Hackney ym. (1991) tutkimuksen kanssa, jossa RPE koettiin suurimmaksi ovulaatiovaiheessa. Hackney ym. (1991) tutkimus tehtiin tasaisella 60 minuutin kuormituksella, millä saattaa olla vaikutusta eroihin tuloksissa. DeSouzan ym. (1990) tutkimuksissa ei testattu RPE:tä ovulaation aikana, mutta muiden vaiheiden osalta eroja ei havaittu, mikä vastaa tämän tutkimuksen tuloksia.

HC-ryhmässä anaerobisen kynnyksen RPE ei muuttunut mittauspisteiden välillä, mikä korreloi DeSouza ym. (1990) tutkimuksen kanssa NHC-ryhmässä anaerobisella kynnyksellä raportoitu RPE oli merkittävästi korkeampi sekä kuukautisten aikana ja luteaalivaiheessa kuin

ovulaatiovaiheen mittauksessa. Myös anaerobisen kynnyksen tutkimustulos on ristiriidassa Hackney ym. (1991) tutkimuksen kanssa, jossa RPE koettiin suurimmaksi ovulaatiovaiheessa. Hackney ym. (1991) tutkimus tehtiin tasaisella 60 minuutin kuormituksella, mikä eroaa selvästi anaerobisen kynnyksen olosuhteista. DeSouzan ym. (1990) tutkimuksissa ei testattu RPE:tä ovulaation aikana, mutta muiden vaiheiden osalta eroja ei havaittu, mikä vastaa tämän tutkimuksen tuloksia myös anaerobisen kynnyksen osalta.

8.4 Kuukautiskierron vaikutus sukupuolihormonitasoihin

Kuukautiskierron vaikutukset naissukupuolihormonitasoihin NHC ryhmässä vastasivat kirjallisuudessa esitettyjä (Guyton & Hall 2006, 1013). NHC-ryhmän estrogeenitaso oli korkeampi, kuin HC-ryhmässä. NHC-ryhmässä estrogeeni oli merkitsevästi korkeampi ovulaation ja luteaalivaiheen aikana verrattuna kuukautisten aikaiseen mittaukseen. NHC-ryhmässä keltarauhashormoni oli merkittävästi korkeampi ovulaatiomittauksessa, kuin kuukautisten aikana sekä follikulaarivaiheessa ja merkitsevästi korkeampi luteaalivaiheessa kuin muissa pisteissä. NHC-ryhmässä estrogeenikeltarauhashormonisuhde (EP-suhde) oli merkitsevästi korkeampi follikulaarivaiheessa kuin kuukautisten aikana ja luteaalivaiheessa.

HC-ryhmässä ei havaittu merkitseviä eroja keltarauhashormoni- tai estrogeenitasoissa, mikä vastaa Elliottin ym. (2005) tutkimustuloksia, joissa endogeenisen estradiolin ja keltarauhashormonitasossa ei näkynyt merkittävää muutosta yhdistelmäehkäisytablettien aktiivisen ja passiivisen vaiheen välillä. Tutkimustulokset tukevat myös Dawson & Reilly (2008) johtopäätöstä, että yhdistelmäehkäisytabletit saattavat tasoittaa hormonitasojen vaihteluista johtuvia eroja eri kuukautiskierron vaiheiden välillä. Yhdistelmäehkäisytablettien käyttäjien EP-suhteesta ei kirjallisuuskatsauksessa löytynyt aikaisempaa tutkimustietoa. Tutkimustulosten perusteella havaittiin vastoin odotuksia merkitsevästi korkeampi vuotovaiheen EP-suhde. Hormonitasojen pysyessä samoina olisi voinut odottaa myös suhteen pysyvän samana.

8.5 Tutkimustulosten luotettavuus

Tutkimuksen vahvuutena on, että se tehtiin osana laajempaa tutkimusprojektia, jolloin sillä oli käytettävissään laaja projektiryhmä ja tuki organisaatiosta. Laaja tutkimusprojekti mahdollisti myös monipuoliset laajat tutkimukset testattavien hormonitasoista. Hormonitasojen tarkalla määrittelyksellä oli mahdollista varmistaa eri kiertovaiheet luotettavasti ja tuloksista voitiin jättää pois vaiheet, joiden oikeellisuutta ei ollut varmistettu. Tarkasti vakioituilla testeillä ja saman henkilön tekemillä analyyseillä vähennettiin eroja, jotka voisivat johtua testaaajista tai analyysoijista. Testattavat olivat myös pitkälti hyvin motivoituneita ja kiinnostuneita kuukautiskierron vaikutuksista ja sitoutuivat hyvin aikaa vieviin tutkimuksiin ja tarkkaan raportointiin.

Tutkimuksen heikkoutena voidaan nähdä sen aiheuttamaa suurta kuormitusta tutkittaville, testattavat tekivät 4 voima- ja mattotestiä keskimäärin kuukauden sisällä, mikä on voinut vaikuttaa palautumisasteeseen testattaessa. Tämän vaikutukset tuloksiin on pyritty minimoimaan testijärjestyksen satunnaistamisella. Myös ennen mattotestiä tehty voimatesti ja erot sen kestossa ja muissa tekijöissä ovat voineet vaikuttaa mattotestin tuloksiin. Osa testeistä tehtiin myös hyvin pienellä varoitusajalla, jolloin harjoituksen keventäminen ennen testipäivää ei välttämättä ole ollut täysmittaisesti mahdollista.

Tutkimuksessa suurin virheen mahdollisuus tulee eri testaaajista. Esimerkiksi laktaattinäytteiden tuloksista poistettiin jotain selvästi virheellisiä tuloksia ja myös näytteenottotapa tai esimerkiksi erot kannustamisessa suorituksen aikana ovat voineet vaikuttaa muuttujiin tai tuloksiin. Kaikki näytteenottajat olivat kuitenkin koulutettuja liikuntabiologian opiskelijoita ja testeissä oli vastuhenkilö, joka pyrki olemaan testeissä mahdollisimman paljon mukana. Tutkittavia oli myös suhteellisen pieni joukko, jolloin poikkeukselliset yksilöt voivat korostua tuloksissa. Tutkittavien määrä oli kuitenkin samaa luokkaa tai jopa suurempi määrä kuin vertailukohtana olleissa tutkimuksissa. Ravinnolla ja edellisten päivien harjoittelulla voi myös olla merkitystä tutkimustuloksissa ja nämä voivat aiheuttaa virhelähteen vertailtaessa eri testikertojen välisiä tuloksia. Tutkimuksen edetessä tutkittavilla on mahdollista myös oppia suoriutumaan testeistä paremmin, jos heillä ei ole aikaisempaa tarkempaa kokemusta testeistä. Oppimiskäyrä pyrittiin minimoimaan testijärjestyksen satunnaistamisella.

8.6 Johtopäätökset ja käytännön sovellukset

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, ettei ole yksiselitteistä näyttöä kuukautiskierron tai hormonaalisen yhdistelmäehkäisyn vaikutuksesta kestävyys suorituskykyyn voima- ja kestävyys harjoitteleilla naisilla. Tutkimuksessa havaittiin korkeampi maksimaalinen hapenotto kyky ovulaatiovaiheessa, mutta tälle ei löytynyt vahvistusta aikaisemmista tutkimuksista, joten lisätutkimusta tarvitaan ennen johtopäätösten vetämistä. Lisätutkimusta ovulaatiovaiheen vaikutuksista suorituskykyyn kaivataan myös muiden muuttujien osalta, sillä vaihe on selvästi muita kuukautiskierron vaiheita vähemmän tutkittu.

Tutkimus vahvisti osittain aikaisempia tuloksia luteaalivaiheen alhaisemmista laktaattitasoista, mutta hengityksen vaihtosuhteen osalta aikaisempi tutkimustieto ei saanut vahvistusta. Lisätutkimus eroista laktaatinpoistossa eri kuukautiskierron vaiheissa voisi tuoda lisätietoa asiaan.

Tutkimus antoi vahvaa näyttöä koetun räsitus tunte muksen alhaisuudesta ovulaatiovaiheessa erityisesti suhteessa luteaalivaiheeseen, mikä oli vastoin aikaisempaa tutkimusta. Tätä voisi tutkia lisää samassa tutkimusprojektissa kerätystä aineistosta esimerkiksi liikuntapsykologian kantsantokannalta ja selvittää, löytyykö suoritusmielialalomakkeista selittäviä tekijöitä tulokselle.

Tutkimuksessa havaittuja eroja ei voida suoraan hyödyntää harjoittelussa tai valmennuksessa. Mahdollinen parantunut kestävyys suorituskyky ovulaatiovaiheessa on niin lyhytkestoista ja vaikeasti ajoitettavissa kilpailukalenteriin, että sen käytännön hyöty voisi olla lähinnä yksittäisissä ennätysyrityksissä eikä sitä voida sovittaa kilpailukalenteriin. Toisaalta tutkimustuloksesta, ettei kuukautisilla ole negatiivista vaikutusta kestävyys suorituskykyyn, voi olla hyötyä joillekin urheilijoille. Luteaalivaiheen korkeampaa koettua räsitus tunte muusta luteaalivaiheessa voidaan valmennuksessa pyrkiä huomioimaan motivoinnilla ja kannustuksella, mutta koska vaikutus suorituskykyyn jäi pieneksi, niin käytännön merkitys on hyvin vähäistä.

LÄHTEET

- American College of Sports Medicine. 2014. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ashley, C. D., Kramer, M. L. & Bishop, P. 2000. Estrogen and substrate metabolism. A review of contradictory research. *Sports Medicine*, 29(4), 221–227.
- Aunola, S. 1991. Aerobic and anaerobic thresholds as tools for estimating submaximal endurance performance capacity. Turku University: Publications of the social insurance institution. Doctoral thesis.
- 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, 690–697.
- Barba-Moreno, L., Cupeiro, R., Romero-Parra, N., Janse de Jonge, X. A. K., & Peinado, A. B. 2019. Cardiorespiratory Responses to Endurance Exercise Over the Menstrual Cycle and With Oral Contraceptive Use. *Journal of Strength and Conditioning Research* XX(X): 000–000.
- Benoit, V. A., Valette, A., Mercier, L., Meignen, J. M. & Boyer, J. 1982. Potentiation of epinephrine-induced lipolysis in fat cells from estrogen treated rats. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 109, 1186–1190.
- Borg, G. 1970. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of rehabilitation medicine* 2(2), 92–98.
- Bunt, J. 1990. Metabolic actions of estradiol: significance for acute and chronic exercise responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(3), 286–90.
- Campbell, S. E., Angus, D. J. & Febbraio, M. A. 2001. Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 281, E817–E825.
- Campbell, S. E. & Febbraio, M. A. 2001. Effect of ovarian hormones on mitochondrial enzyme activity in the fat oxidation pathway of skeletal muscle. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 281, E803–E808.

- Casazza, G. A., Suh, S. H., Miller, B. F., Navazio, F. M. & Brooks, G. A. 2003. Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1698–1702.
- Constantini, N. W., Dubnov, G. & Lebrun, C.M. 2005. The menstrual cycle and sport performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24, e51–e82.
- Davis, H. & Hackney, A. 2017. The Hypothalamic–Pituitary–Ovarian Axis and Oral Contraceptives: Regulation and Function." *Sex Hormones, Exercise and Women*. Springer, 1–17.
- Dawson, E. A. & Reilly, T. 2008. Menstrual cycle, exercise and health. *Biological Rhythm Research* 40 (1), 99–119.
- D'Eon, T. M., Sharoff, C., Chipkin, S. R., Grow, D., Ruby, B. C. & Bran, B. 2002. Regulation of exercise carbohydrate metabolism by estrogen and progesterone in women. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 283, 1046–1055.
- DeSouza, M. J., Maguire, M. S., Rubin, K. R. & Maresh, C. M. 1990. Effects of menstrual phase and amenorrhea on exercise performance in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 575–580.
- Dombovy, M. L., Bonekat, H. W., Williams, T. J. & Staats, B. A. 1987. Exercise performance and ventilatory response in the menstrual cycle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 111–117.
- Elliott, 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.
- Ellis, G. S., Lanza-Jacoby, A., Grow, A. & Kendrick, Z.V. 1994. Effects of estradiol on lipoprotein lipase activity and lipid availability in exercised rats. *Journal of Applied Physiology* 77, 209–215.
- Gordon, D., Scruton, A., Barnes, R., Baker, J., Prado, L. & Merzbach, V. 2018. The effects of menstrual cycle phase on the incidence of plateau at VO_2 max and associated cardiorespiratory dynamics. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38, 689–698.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. 11. painos. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Saunders.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2011. *Guyton and hall textbook of medical physiology*. 12. painos. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 987–1002.

- Hackney, A. C. 1990. Effects of the menstrual cycle on resting muscle glycogen content. *Hormone and Metabolic Research*, 22(12), 647.
- Hackney, A. C., Curley, C. S. & Nicklas, B. J. 1991 Physiological responses to submaximal exercise at the mid-follicular, ovulatory and mid-luteal phases of the menstrual cycle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1, 94–98.
- Hackney, A. C. 1999. Influence of estrogen on muscle glycogen utilization during exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 167, 273–274.
- Hackney, A. C., McCracken-Compton, M. A. & Ainsworth B. 1994. Substrate responses to submaximal exercise in the midfollicular and midluteal phases of the menstrual cycle. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, 299–308.
- Hansen, F.M., Fahmy, N. & Nielsen, J.H. 1980. The influence of sexual hormones on lipogenesis and lipolysis in rat cells. *Acta Endocrinol*, 95, 566–570.
- Hatta, H., Atomi, Y., Shinohara, S., Yamamoto, Y. & Yamada, S. 1988. The effects of ovarian hormones on glucose and fatty acid oxidation during exercise in female ovariectomized rats. *Hormone and Metabolic Research*, 20, 609–611.
- Jurkowski-Hall, J. E., Jones, N. L., Toews C. J. & Sutton, J. R. 1981. Effects of menstrual cycle on blood lactate, O₂ delivery, and performance during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1493–1499
- Kanaley, J. A., Boileau, R. A., Bahr, J. A., Misner, J. A & Nelson, R. A. 1992. Substrate oxidation and GH responses to exercise are independent of menstrual phase and status. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1992, 24, 873–880.
- Kendrick, Z. V. & Ellis, G. S. 1991. Effect of estradiol on tissue glycogen metabolism and lipid availability in exercised male rats. *Journal of Applied Physiology*, 71, 694–699.
- Keskinen, K. L., Häkkinen, K., Kallinen, M. & Aho, J. 2010. Kuntotestauksen käsikirja. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Kindermann, W., Simon, G. & Keul, J. 1979. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of Applied Physiology*, 42, 25–34.
- Kishali, N. F., Imamoglu, O., Katkat, D., Atan, T. & Akyol, P. 2006. Effects of menstrual cycle on sports performance. *International Journal of Neuroscience*, 116, 1549–1563.

- 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.
- Londeree, B. R. 1986. The use of laboratory test results with long distance runners. *Sports Medicine*, 3, 201-213.
- MacDougall, J. D., Wenger, H. A. & Green, H. J. 1991. Physiological testing of high-performance athlete. 2. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maturana, M. A., Irigoyen, M. C. & Spritzer, P. M. 2007. Menopause, estrogens, and endothelial dysfunction: current concepts, *Clinics*, 62, 77–86.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2015. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. 8. painos. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- McCracken, M., Ainsworth, B. & Hackney, A. 1994. Effects of the menstrual cycle phase on the blood lactate responses to exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 174–175.
- Mendelsohn, M.E. & Karas, R. H. 1999. The protective effects of estrogen on the cardiovascular system. *New England Journal of Medicine*, 340, 1801–1811.
- Nicklas, B. J., Hackney, A. C. & Sharp, R. L. 1989. The menstrual cycle and exercise: performance, muscle glycogen, and substrate responses. *International Journal of Sports and Medicine*, 10(4), 264–269.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 2004. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.
- Oosthuysen, T. & Bosch, A. N. 2010. The Effect of the Menstrual Cycle on Exercise Metabolism Implications for Exercise Performance in Eumenorrhoeic Women. *Sports Medicine*, 40 (3), 207–227.
- Peltonen, J. & Nummela, A. 2018. Kestävyys. Teoksessa: K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.). *Fyysisen kunnon mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille*. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura, 64–167.
- Sand, O., Sand, O., Sjaastad, O. V., Haug, E., Toverud, K. C., Bjälje, J. G. & Hekkanen, R. 2011. Ihminen: Fysiologia ja anatomia. 2. laitos painos. Helsinki: WSOYpro.
- Schoene, R. B., Robertson, H. T., Pierson, D. J. & Peterson, A. P. 1981. Respiratory drives and exercise in menstrual cycles of athletic and nonathletic women. *Journal of Applied Physiology*, 50, 1300–1305.

- Vaiksaar, S. 2012. Effect of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on selected performance parameters in female rowers. Tartu University Press.
- Williams, M. R., Westerman, R. A., Kingwell, B. A., Paige, J., Blombery, P. A., Sudhir, K. & Komesaroff, P. A. 2001. Variations in endothelial function and arterial compliance during the menstrual cycle. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 86, 5389–5395.
- Zhang, Y., Xu, Z., Shen, X. & Pan, W. 2014. Testing for association with multiple traits in generalized estimation equations, with application to neuroimaging data. *Neuroimage*, 96, 309–325.