



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

KESTÄVYYSHARJOITTELUN VAIKUTUS VERENKUVAAN

Kestävyyspainoitteisen liikuntaintervention vaikutukset
verenkuvan parametreihin

TEKIJÄT: Tuija Kannainen
Lotta Teronen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma	
Työn tekijät Tuija Kanniainen ja Lotta Teronen	
Työn nimi Kestävyysharjoittelun vaikutus verenkuvaan	
Päiväys	7.5.2019
Sivumäärä/Liitteet	27/1
Ohjaaja Sanna Kolehmainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Itä-Suomen yliopisto	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin kestävyysharjoittelun vaikutusta verenkuvan parametreihin. Toimeksiantajana oli Itä-Suomen yliopisto. Työ tehtiin yhteistyössä biolääketieteen yksikön, sekä kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikön kanssa osana laajempaa juoksukoulututkimusta.</p> <p>Tutkimukseen kuului kolme tutkimuskäyntiä Itä-Suomen yliopistolla. Tutkimuskäynneillä tutkittavilta otettiin veri- ja sylkinäytteet sekä mitattiin verenpaine ja kehonkoostumus. Näytteet käsiteltiin ja analysoitiin, lisäksi sylkinäytteet ja osa verinäytteistä pakastettiin. Näytteiden käsittely, analysointi ja pakastaminen tehtiin Savonia-ammattikorkeakoululla. Verenkuvan analyysit tehtiin Sysmex XS-1000i-verenkuvan analysaattorilla. Kaikkien tutkimuskäyntien tulokset taulukoitiin Exceliin. Tulosten analysointiin käytettiin parittaista t-testiä, jossa vertailtiin alkua- ja loppumittausten keskiarvoja toisiinsa ja tarkasteltiin niissä tapahtuneita muutoksia ja niiden tilastollista merkittävyyttä.</p> <p>Tilastollisesti merkitsevää muutosta havaittiin ainoastaan monosyyttien absoluuttisessa määrässä. Suuntaa antavaa, mutta ei tilastollisesti merkitsevää muutosta huomattiin myös valkosolujen kokonaismäärässä. Valkosolujen kokonaismäärän sekä monosyyttien kokonaismäärän nousu antaa viitteitä kestävyysharjoittelun immuunivastetta aktivoivasta vaikutuksesta. Myös kirjalliset lähteet ja tutkimustulokset tukevat tätä johtopäätöstä. Verenkuvan arvoihin vaikuttavat kuitenkin monet tekijät, eikä muiden muuttujien vaikutusta voida sulkea pois, joten kestävyysharjoittelun vaikutusta on vaikeaa arvioida. Lisäksi tutkimusjoukko oli pieni (n=12), minkä vuoksi tuloksia ei voida yleistää esiintyväksi koko perusjoukossa. Tutkimus kuitenkin jatkuu Itä-Suomen yliopiston osalta, joten saadut tulokset ovat hyödynnettävissä myöhemmin tutkimusjoukon kasvaessa.</p>	
Avainsanat Verenkuvan, kestävyysharjoittelu	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme in Biomedical Laboratory Science			
Authors Tuija Kanniainen & Lotta Teronen			
Title of Thesis The effect of endurance training on blood count			
Date	7.5.2019	Pages/Appendices	27/1
Supervisor Sanna Kolehmainen			
Client Organisation /Partners University of Eastern Finland			
<p>Abstract</p> <p>The thesis examined the effect of endurance training on blood count parameters. The work was requested by the University of Eastern Finland and performed in collaboration with the Institute of Biomedicine and the Institute of Public Health and Clinical Nutrition as part of their Running school research.</p> <p>The research included three research visits at the University of Eastern Finland. During the research visits, blood and saliva samples were taken from subjects and blood pressure and body composition were measured. Samples were processed and analyzed, and saliva samples and some blood samples were frozen. Samples were processed, analyzed and frozen at the Savonia University of Applied Sciences. Blood count analyses were analyzed using Sysmex XS-1000i Automated Hematology Analyzer. The results of all the research visits were tabulated into Excel. A paired t-test was used to analyze the results, comparing the mean of the initial and final measurements with each other and examining the changes between measurements and their statistical significance.</p> <p>A statistically significant change was observed only in the absolute number of monocytes. An indicative but not statistically significant change was also observed in the total number of white blood cells. Increases in total numbers of white blood cells and monocytes indicate an immune response activating effect of endurance training. Written sources and research results also support this conclusion. However, values of blood count are influenced by many factors and the effect of other variables cannot be ruled out, therefore it is difficult to assess the effect of endurance training. In addition, the number of subjects in the study was small (n=12), so the results cannot be generalized for the entire population. However, the research continues in the University of Eastern Finland, so the results can be utilized later as the number of subjects grows.</p>			
Keywords Blood count, endurance training			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	KESTÄVYYSHARJOITTELU JA SEN VAIKUTUS ELIMISTÖN TOIMINTAAN.....	6
2.1	Kestävyysharjoittelu	6
2.2	Kestävyyskunnan testaus	7
2.3	Kestävyysharjoittelun vaikutuksia laboratoriotuloksiin	8
3	TÄYDELLINEN VERENKUVA JA SEN ANALYSOINTI.....	10
3.1	Täydellinen verenkuv.....	10
3.2	Sysmex XS-1000i -verenkuv-analysaattori.....	11
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	14
4.1	Tavoite ja tarkoitus	14
4.2	Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä	14
4.3	Aineiston hankinta	14
4.4	Työn toteutus	15
4.5	Aineiston analysointi	16
5	TULOKSET	18
6	POHDINTA JA TULOSTEN TULKINTA.....	21
6.1	Tulosten tulkinta	21
6.2	Työn luotettavuus ja eettisyys	22
6.3	Oma oppiminen ja ammatillinen kasvu	23
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT:	25
	LIITE 1. TUTKIMUSLOMAKE	27

1 JOHDANTO

Liikunnalla on tutkitusti lukuisia vaikutuksia eri elinjärjestelmiemme toimintaan. Liikunnan vaikutus sairauksien ehkäisyssä, kuntoutuksessa ja toimintakyvyn ylläpitämisessä on merkittävä. Liikuntasuorituksessa useat elinjärjestelmät muodostavat toimintaketjuja, jossa jokaisella osalla on oma tehtävänsä. (Kotiranta ja Seppänen 2016, 32; Vuori 2011, 12.) Liikunnalla on vaikutusta myös veren koostumukseen suoraan sekä välillisesti (Heinonen 2005, 133). Jo yksittäinen harjoituskerta saa aikaan plasmatilavuuden kasvua. Aerobinen harjoittelu kasvattaa veren punasolu- ja plasmatilavuutta sekä hemoglobiinin kokonaismäärää. Näin ollen liikunnalla on merkitystä laboratoriotuloksia tulkittaessa. (Heinonen 2005, 134; Suni ja Taulaniemi 2012, 240.)

Teimme tämän opinnäytetyömme yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston kanssa osana biolääketieteen yksikön sekä kansanterveystieteen ja kliinisen ravitsemustieteen yksikön juoksukoulututkimusta. Juoksukoulututkimus käsittelee pitkäkestoisen kestävyyspainotteisen liikuntaintervention vaikutuksia kestävyyskuntoon, terveyteen, elintapoihin ja hyvinvointiin (Mursu ym. 2017).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako kestävyysharjoittelu verenkuvan parametreihin. Opinnäytetyö tehtiin määrällisen tutkimuksen menetelmin ja tulokset analysoitiin käyttäen tilastollisia menetelmiä. Interventiona tutkittavat osallistuivat juoksukouluun, jossa he noudattivat omaa yksilöllistä harjoitusohjelmaansa. Vertasimme tuloksia ennen ja jälkeen juoksukoulun. Interventiolla tarkoitetaan toimenpidettä tai väliintuloa, jolla on pyrkimys vaikuttaa yksilön tai ryhmän elämään (Lääketieteen sanasto, 2018). Tutkimustietoa pitkäkestoisen kestävyysharjoittelun vaikutuksesta verenkuvan parametreihin löytyy vähäisesti.

Tässä työssä tavoitteena oli myös verenkuvan parametreja tarkastelemalla ja vertailemalla tuottaa uutta tietoa kestävyysliikunnan vaikutuksesta verenkuvaan. Tietoa voidaan hyödyntää tulkittaessa tulkittaessa laboratoriotuloksia sekä ohjatessa potilaita näytteenottoa varten.

Tässä opinnäytetyöprosessissa yliopistoyhteistyöhön kuului veri- ja sylkinäytteidenottoa, EKG-rekisteröintiä, verenpaineenmittausta, veri- ja sylkinäytteiden käsittelyä ja pakastamista ja joidenkin näytteiden analysointia. Tämä opinnäytetyö rajattiin käsittelemään kestävyysliikunnan vaikutuksia verenkuvan parametreihin.

2 KESTÄVYYS HARJOITTELU JA SEN VAIKUTUS ELIMISTÖN TOIMINTAAN

2.1 Kestävyys harjoittelu

Liikunta on tahtoon perustuvaa lihasten toimintaa, jota ohjaa hermosto. Liikunta on tiettyihin tavoitteisiin tähtäävää ja näitä tavoitteita palvelevia liikkeitä, joiden suorittamisesta seuraa energian kulutuksen kasvua. Liikunta kuuluu osaksi fyysistä aktiivisuutta, jolla tarkoitetaan kaikkea lihastyötä, joka nostaa elimistön energiankulutusta lepotasosta. Liikunnan ominaispiirteinä voidaan katsoa olevan tavoitteellisuus ja säännöllisyys, jotka tähtäävät kunnon parantamiseen ja kehittymiseen. Elinjärjestelmät osallistuvat yksinkertaisimpaankin liikuntasuoritukseen monimutkaisina ketjuina, joilla on vaikutuksia elimistön toimintaan. Liikunnan vaikutukset ovat spesifejä kohdistuen erityisesti elimiin, jotka kuormittuvat liikunnan aikana. Erityisesti kestävyysliikunnalla saavutetaan myös vähemmän spesifejä vaikutuksia, eli vaikutukset ulottuvat välillisesti myös muihin kuin liikunnan suoraan rasittamiin kohde-elimisiin. (Kotiranta ja Seppänen 2016, 30; Vuori 2005, 18-20; Vuori 2011, 12.)

Liikunnan vaikutuksissa on tiettyjä lainalaisuuksia, joita voidaan käyttää hyödyksi harjoittelua suunniteltaessa. Harjoitusvaikutusten saavuttaminen vaatii fysiologista kuormitusta, joka merkitsee elimen tai elinjärjestelmän suurempaa kuormittamista tavanomaiseen nähden. Toivotun vaikutuksen saavuttamiseksi kuormituksen määrä suhteutetaan lähtötasoon. Toisin sanoen vähemmän liikkuu neelle riittää pienempi kuormitus kuin paljon liikuntaa harrastaneelle. Harjoittelun jatkuessa sama liikunnan määrä ei rasita elimistöä enää, vaan tapahtuu adaptaatiota. Tällöin elimistö pyrkii sopeutumaan vallitseviin olosuhteisiin. (Kotiranta ja Seppänen 2016, 31; Vuori 2011, 14.) Säännöllinen ja yhtä rasittava liikunta pitää yllä jo saavutettuja hyötyjä, mutta ei enää kehitä niitä paremmiksi. Vaikutusten lisäämiseksi kuormituksen tulee olla progressiivista eli nousujohteista. (Vuori 2005, 26; Vuori 2011, 14.) Liikunnan vaikutukset ovat myös palautuvia. Elimistö pyrkii sopeutumaan vallitsevaan kuormitustasoon ja vaikutus näkyy kaikkialla elimistössä. On hyvä huomioida, että myös perintötekijät voivat vaikuttaa merkittävästikin kuormituksen aikaansaamien muutosten voimakkuuteen tai vaikutusten palautuvuuteen. (Vuori 2005, 27; Kotiranta ja Seppänen 2016, 32-33.)

Elimistön kyky vastustaa liikunnan aiheuttamaa rasitusta tai kyky liikkua pitkäkestoisesti rasituksesta huolimatta on kestävyys harjoittelun määritelmä lyhyesti. Harjoittelu perustuu suuriin liikuntamääriin matalalla intensiteetillä. Harjoitusten välissä tulee myös olla riittävä palautumisaika, jolloin kehitys tapahtuu. Hengästymistä aiheuttava liikunta aiheuttaa lihaksiin suuremman hapen ja energian tarpeen. Elimistö kiihdyttää hapenkuljetus- ja energiantuotantojärjestelmiensä toimintaa, ja elimistön erilaiset säätelyjärjestelmät aktivoituvat. Näin voidaan parantaa tehokkaimmin elimistön rakenteellisia ominaisuuksia. (Kotiranta ja Seppänen 2016, 30.) Kestävyysliikunnalla tiedetään olevan monia suotuisia vaikutuksia elimistön toimintaan terveyden kannalta. Esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelimistön kunto sekä veren rasva- ja sokeriarvot paranevat. Kestävyysliikunta auttaa myös painonhallinnassa. (UKK-instituutti 2018.) Muutosten aikaansaamiseksi tarvitaan riittävän pitkäkestoista, riittävän usein toistuvaa sekä oikealla rasitustasolla tapahtuvaa harjoittelua. Kestävyys harjoittelusta käytetään myös nimitystä aerobinen harjoittelu. (Kotiranta ja Seppänen 2016, 32.)

2.2 Kestävyyskunnan testaus

Kestävyyskuntoa testatessa määritetään elimistön kykyä sietää rasitusta pitkäkestoisen fyysisen suorituksen aikana. Kestävyysominaisuuksia voidaan mitata erilaisilla menetelmillä. Suora maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen on yleisin tapa mitata kestävyyskuntoa. Hapenottokykyä voidaan myös arvioida epäsuorasti tai tehden erilaisia kenttätestejä. (Keskinen 2005, 110-111.)

Kestävyysharjoittelussa keskeisin energian muodostamistapa on aerobinen eli hapen avulla tapahtuva energia-aineenvaihdunnan reaktioketju lihaksissa. Näillä reaktioilla on merkittävä rooli kyvyssä sietää pitkäaikaista rasitusta. Myös hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky vaikuttaa pitkäaikaisen rasituksen sietämiseen. Happea kuljetetaan lihaksiin hengitys- ja verenkiertoelimistön välityksellä. Kestävyyskunnan mittaamisessa määritetään maksimaalinen hapenkulutus VO₂max. Se ilmaisee tehon, jolla elimistö tuottaa aerobista energiaa noin 10 minuutin ajan progressiivisesti nousevassa rasituksessa. (Keskinen 2005, 111; Nummela 2010, 51.) Nummelan (2010, 52) mukaan on kaksi pääseikkaa, jotka vaikuttavat maksimaalisen hapenkulutuksen arvoon: Lihasten kyky tuottaa energiaa hapen avulla sekä hapen kuljetuksen tehokkuus hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihassolujen avulla. Suorassa kestävyyskuntotestauksessa mitataan hengityskaasujen tilavuuksia analysaattorilla. Saaduista tilavuuksista lasketaan kulutetun hapen määrää sisään- ja uloshengityksen erotuksesta. VO₂max voidaan laskea seuraavasti:

$$VO_{2max} = (VI \cdot \%O_{2I}) - (VE \cdot \%O_{2E})$$

missä VI = ilman tilavuus sisäänhengityksessä, %O_{2I} = hapen pitoisuus sisäänhengitysilmastasta, VE = ilman tilavuus uloshengityksessä, %O_{2E} = hapen pitoisuus uloshengitysilmastasta. (Nummela 2010, 53.)

Maksimaalista hapenottokykyä voidaan kehittää kestävyysharjoittelulla. VO₂max arvoa määrittäessä on syytä huomioida, että se on hyvin lajiin sidottu ominaisuus. Kestävyysharjoittelun vaikutukset kohdistuvat lajissa käytettäviin lihaksiin, joten erityisesti niiden hapenkäyttökyky kehittyy. Pyöräilijät saavat siten luotettavimmat tulokset polkupyöräergometrimittauksella ja juoksijat juoksumattotestillä. Testitavan valinnalla on siten merkitystä lopputuloksen luotettavuuden kannalta. (Nummela 2010, 54.)

Kestävyys-suorituksessa suorituskykyyn vaikuttavat muutkin seikat kuin maksimaalinen hapenottokyky. Niitä ovat pitkäaikainen aerobinen kestävyys, suorituksen taloudellisuus ja hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky. (Nummela 2010, 51.) Yleisesti hyväksyttynä kestävyyskunnan kokonaistilan kriteerimittauksena käytetään lähelle uupumusta tehtävää suurten lihasryhmien kuormitusta esimerkiksi polkupyöräergometrillä. Rasituksen aikana analysoidaan hengityskaasuja, josta saadaan VO₂max arvo. Luotettavin arvo saadaan, kun arvo ilmaistaan hapenkulutuksena painokiloa kohden minuutissa. (Mänttari 2012, 225; Suni 2012, 65-66.)

2.3 Kestävyysharjoittelun vaikutuksia laboratoriotuloksiin

Kestävyysharjoittelulla on vaikutusta myös veren koostumukseen. Veri on kudus, jolla on tärkeä tehtävä aineiden kuljettajana elimistössä nopeasti paikasta toiseen verenkiertojärjestelmän avulla. Liikuntasuorituksen aikana punasolut kuljettavat erityisesti happea ja hiilidioksidia. (Bjålie, Haug, Sand, Sjaastad ja Toverud 2000, 268, 366.) Aerobinen matalalla intensiteetillä suoritettu harjoittelu kasvattaa veren punasolu- ja plasmatilavuutta, hemoglobiinin kokonaismäärää sekä veren kokonaistilavuutta (Heinonen 2005, 134). Jo yksittäinen harjoituskerta saa aikaan plasmatilavuuden kasvua. Pitkäaikainen kestävyysharjoittelu voi kasvattaa tilavuutta 10-20 prosenttia. Harjoituksen vaikutukset palautuvat viikon harjoittelutauon jälkeen. Toisaalta äkillinen voimakas rasitus laskee plasmatilavuutta jopa 10 prosenttia. Liikunnalla on siten merkitystä laboratoriotulosten tulkintaan (Heinonen 2005, 132; Suni ja Taulaniemi 2012, 240.) Heinosen mukaan (2005, 132) liikunnan harrastajien tuloksia pitäisi verrata viitearvoihin, jotka on määritetty liikuntaa harrastavilta, koska tulokset voivat poiketa merkittävästi ja virhetulkintojen mahdollisuus lisääntyy. Käytännössä urheilijoiden viitearvoja ei ole määritetty, joten laboratoriotulosten valmistautuminen ilman rasittavaa liikuntaa on merkityksellistä, ja tuloksen tulkitsijalle jää vastuu tulosten tulkinnan oikeellisuudesta esimerkiksi kestävyysliikkujien kohdalla (Heinonen 2005, 132.)

Kestävyysliikuntaa harrastavat pyrkivät nostamaan punasolujen määrää ja välttämään anemiamia. Kestävyysharjoittelussa pyritään veren maksimaaliseen hapenkuljetuskykyyn, jonka takaa paitsi veren suuri tilavuus, myös punasolujen suuri suhteellinen tilavuus sekä hemoglobiinin kokonaismäärä. Kestävyysurheilijan tunnuspiirteinä voidaankin pitää maksimaalista hapenkulutusta sekä veren tehokasta hapenkuljetusta. Veren plasmatilavuuden ja hemoglobiinin muutokset eivät ole välttämättä yhtä suuria. Usein plasmatilavuus suurenee suhteellisesti enemmän kuin hemoglobiini, jolloin urheilijalta voidaan mitata matalia hemoglobiinipitoisuuksia. Tätä kutsutaan ns. laimenemisanemiaksi, joka johtuu nimenomaan plasmatilavuuden kasvusta. (Heinonen 2005, 134; Kotiranta ja Seppänen 2016, 35.) Hyvä on myös huomioida, että androgeenit stimuloivat punasolutuotantoa. Ylirasituksessa androgeenien tuotanto vähenee, mikä pienentää punasolujen muodostumista. (Heinonen 2005, 134.)

Sveitsiläisen tutkimuksen mukaan kestävyysharjoittelun on osoitettu nostavan elimistön erytropoietiinihormonin eli EPO:n pitoisuutta terveillä harjoittelemattomilla aikuisilla tunnin kestävyysharjoittelun jälkeen. Harjoitus toistettiin 25 kertaa kahdeksan viikon aikana kaikille samankaltaisena. Alussa EPO:n tuotanto nousi lineaarisesti harjoitusviikkojen mukaan, mutta tutkimusjakson loppua kohden kehitys tasaantui ja viimeisellä viikolla EPO-tasojen kasvua ei enää ollut havaittavissa. Tutkimuksessa todettiin, että on vielä epäselvää mitkä tekijät varmasti vaikuttavat EPO lisääntymiseen. Todennäköisesti lähtötaso vaikuttaa siihen millaisella kestävyysharjoitteluannoksella saavutetaan EPO:n nousua. Erytropoietiinilla on kiihdyttävä vaikutus luuytimen punasolulinjan tuotantoon, jolla on merkitystä veren punasolujen määrään ja sitä kautta hapenkuljetuskykyyn. (Breenfeldt-Andersen ym. 2017.)

Liikunnan tiedetään tutkimusten mukaan vaikuttavan leukosyyttien määrään liikunnan aikana ja välittömästi suorituksen jälkeen. Eri liikuntamuodoista kestävyysliikunnalla näyttäisi erään tutkimuksen

mukaan olevan suurin vaikutus leukosyyttien määrään. Kestävyysharjoittelu nostaa valkosolujen kokonaisuutta. Valkosoluista neutrofiilit ja lymfosyytit kohoavat suorituksen aikana ja pian harjoittelun päätyttyä lymfosyyttien määrä laskee normaalin alapuolelle. Muutos on tutkimuksessa osoitettu palautuvaksi muutamassa päivässä suorituksen jälkeen. (Brenner, Natale, Moldoveanu, Shephard ja Vasiliou 2003; Suzuki ym. 2003.) Liikunta kohottaa myös trombosyyttien lukumäärää ainakin tilapäisesti, joten liikunnan harrastaminen ennen näytteenottoa, voi aiheuttaa verenkuvaa analysoitaessa korkeita trombosyyttiarvoja (Salonen 2018).

3 TÄYDELLINEN VERENKUVA JA SEN ANALYSOINTI

3.1 Täydellinen verenk kuva

Veri muodostuu nestemäisestä plasmasta, ja siinä olevista soluista, joista jokaisella on oma spesifinen tehtävänsä osana elimistön toimintaa. Veren solut voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: punasoluihin eli erytrosyytteihin, valkosoluihin eli leukosyytteihin sekä verihiutaleisiin eli trombosyytteihin. Suurin osa veren soluista on punasoluja. Punasolujen tärkein tehtävä on hapen kuljetus elimistössä. Happiatomit sitoutuvat punasoluissa hemoglobiinimolekyylien rauta-atomeihin, joista ne vapautuvat elimistön soluihin. Punasolujen ja hemoglobiinin määrä vaikuttaa veren hapenkuljetuskykyyn. Trombosyytit ovat pieniä, tumattomia soluja, joiden tehtävänä on osallistua hemostaasiin, eli verenvuodon tyrehtymiseen. (Bondurant ja Koury 1999, 145; Bjälle ym. 2000, 268-269; Siitonen ja Koistinen 2015.) Valkosolut toimivat osana elimistön puolustusjärjestelmää. Infektion uhatessa elimistöä, vapautuu luuytimestä tavallista suurempi määrä valkosoluja verenkiertoon, josta ne jatkavat matkaansa tulehdusalueelle. Valkosolut jaetaan neutrofiileihin, eosinofiileihin, basofiileihin, monosyytteihin ja lymfosyytteihin. Eri valkosolutyypit ovat erikoistuneet erilaisiin puolustustehtäviin, ja niiden lukumäärän määrittämistä voidaan käyttää apuna sairauksien diagnostiikassa. Neutrofiilit taistelevat erityisesti elimistön bakteeritulehduksia vastaan. Ne siirtyvät verenkierron kuljettamana infektioalueelle, missä ne tuhoavat bakteereja fagosytoimalla eli syömällä ne sisäänsä. Neutrofiilit ovat lyhytikäisiä. Ne elävät parhaimmillaankin vain muutaman vuorokauden siirryttyään verenkierrosta kudoksiin, ja hyökätessään bakteereja vastaan tulehdusalueella ne kuolevat itsekin. Monosyyttien ominaisuudet muuttuvat niiden siirryttyä verenkierrosta kudoksiin, jolloin niitä kutsutaan makrofageiksi. Myös monosyytit fagosytoivat taudinaiheuttajia ja esimerkiksi kuolleita solunosia. Monosyytit ovat neutrofiilejä pitkäikäisempiä ja voivat elää kudoksissa jopa vuosia, ja niiden rooli elimistön puolustusjärjestelmässä on merkittävä. Eosinofiilit ja basofiilit ilmaantuvat usein allergisten reaktioiden yhteydessä. Lymfosyytit osallistuvat elimistön immuunipuolustukseen vasta-aineita tuottamalla. (Bjälle ym. 2000, 274-277; Solunetti 2006.)

Verenk kuva on yleinen terveydenhuollossa käytetty tutkimus, jonka avulla saadaan yleiskuva potilaan verisoluista sekä terveydentilasta. Sitä käytetään monien eri tautitilojen, kuten anemioiden, infektio-tautien ja hematologisten sairauksien diagnostiikkaan ja hoidon seurantaan. (Islab 2018a; Matinlauri ja Vilpo 2010, 299.) Täydellinen verenk kuva sisältää veren punasolujen, leukosyyttien ja trombosyyttien määrän laskennan (B-Eryt, B-Leuk, B-Trom), hemoglobiinipitoisuuden (B-Hb) sekä hemoglobiinin keskimassan (E-MCH) ja keskimassakonsentraation (E-MCHC), punasolujen tilavuusosuuden eli hematokriitin (B-HKR) sekä punasolujen keskitilavuuden (E-MCV) määrittäykset. Lisäksi täydelliseen verenk kuvaan kuuluu leukosyyttien erittelylaskenta, jossa valkosolut luokitellaan ominaisuuksien perusteella ja saadaan selville neutrofiilien, lymfosyyttien, monosyyttien, eosinofiilien ja basofiilien absoluuttiset määrät ja prosentuaaliset osuudet valkosolujen kokonaismäärästä. (Mahlamäki 2004, 269, 273; Sinisalo ja Koski 2010, 2857-2859.)

Verenkuvan arvoihin vaikuttavat monet eri tekijät. Esimerkiksi ikä ja sukupuoli vaikuttavat verenkuvan arvoihin, joten lapsille ja aikuisille, sekä joidenkin tutkimusten kohdalla myös miehille ja naisille

on omat viitearvonsa. Veren kuvan arvoissa tapahtuu myös jonkin verran vuorokausivaihtelua. Lisäksi fyysinen rasitus, ravinto, tupakointi, lääkkeet ja alkoholi voivat aiheuttaa muutoksia veren kuvan tuloksiin. Näitä tekijöitä pyritään vakioimaan ohjeistamalla potilasta näytteenottoa varten. Kokeet suositellaan tehtäväksi aamupaastonäytteestä ja tutkittavan tulisi istua 15 minuuttia ennen näytteenottoa. Kovaa ruumiillista rasitusta ja alkoholia tulisi välttää edeltävän vuorokauden aikana, lisäksi tutkittavan tulisi olla tupakoimatta vähintään tunti ennen näytteenottoa. (Islab 2018a; Mahlamäki 2004, 268; Savolainen ja Tienhaara 2015, 86.)

Perusveren kuvan aikuisten viitearvot on esitetty taulukossa 1. Taulukossa 2. on esitetty naisten ja miesten viitearvot leukosyyttien erittelylaskentaan.

Taulukko 1. Perusveren kuvan naisten ja miesten viitearvot. (Islab 2018a.)

	Naiset	Miehet	Yksikkö
fB-Leuk	3.4–8.2	3.4–8.2	10 ⁹ /l
B-Eryt	3.9–5.2	4.25–5.7	10 ¹² /l
B-Hb	117–155	134–167	g/l
B-Hkr	35–46	39–50	%
E-MCV	82–98	82–98	fL
E-MCH	27–33	27–33	pg
E-MCHC	315–360	315–360	g/l
B-Trom	150–360	150–360	10 ⁹ /l

Taulukko 2. Valkosolujen erittelylaskennan viitearvot aikuiselle. (Islab 2018b.)

	10 ⁹ /l	%
B-NEUT	1.5–7.5	40–75
B-LY	1.0–4.5	20–45
B-MONO	0.2–0.8	2–12
B-EOS	0.1–0.4	1–6
B-BASO	<0.1	0–1

3.2 Sysmex XS-1000i -veren kuva-analysaattori

Sysmex XS-1000i on hematologian veren kuva-analysaattori. Analysaattori antaa perusveren kuvan ja täydellisen veren kuvan arvojen lisäksi myös sellaisia parametreja, jotka eivät ole suomessa yleisesti käytössä, joten niille ei ole määritelty suomalaisia viitearvoja. Taulukossa 3 on kuvattu kaikki Sysmex XS-1000i veren kuva-analysaattorin mittaamat ja laskemat parametrit.

Taulukko 3. Sysmex XS-1000i -verenkuva-analysoitsijan parametrit. (Sysmex s.a.)

Parametri	Selitys
WBC	Valkosolujen kokonaismäärä litrassa kokoverta
RBC	Punasolujen kokonaismäärä litrassa kokoverta
HGB	Hemoglobiinikonsentraatio litrassa kokoverta
HCT	Hematokriitti, punasolujen tilavuusosuus näytteessä
MCV	Punasolujen keskitilavuus
MCH	Punasolujen keskihemoglobiini
MCHC	Punasolujen keskihemoglobiinikonsentraatio
PLT	Trombosyyttien määrä litrassa kokoverta
NEUT%	Neutrofiilien prosenttiosuus
LYMPH%	Lymfosyyttien prosenttiosuus
MONO%	Monosyyttien prosenttiosuus
EO%	Eosinofiilien prosenttiosuus
BASO%	Basofiilien prosenttiosuus
NEUT#	Neutrofiilien kokonaismäärä litrassa kokoverta
LYMPH#	Lymfosyyttien kokonaismäärä litrassa kokoverta
MONO#	Monosyyttien kokonaismäärä litrassa kokoverta
EO#	Eosinofiilien kokonaismäärä litrassa kokoverta
BASO#	Basofiilien kokonaismäärä litrassa kokoverta
RDW-SD	Punasoluhistogrammin leveyden aritmeettinen jakautuminen
RDW-CV	Punasoluhistogrammin leveyden jakauma
PDW	Laskennallinen trombosyyttihistogrammin jakauma
MPV	Trombosyyttien keskitilavuus
P-LCR	Suurten trombosyyttien osuus kaikista trombosyyteistä
PCT	Trombosyyttien tilavuusosuus näytteessä

Sysmex XS-1000i -verenkuva-analysoitsijan mittausmenetelmät ovat fluoresenssivirtausytometria, hydrodynaaminen fokusointi ja spektrofotometria. Solujen pitoisuudet lasketaan virtausytometrian avulla. Valkosolujen erittelylaskenta perustuu fluoresenssivirtausytometriaan. Hemoglobiinikonsentraatio määritetään fotometrisesti. (Sysmex America Inc 2012.)

Fluoresenssivirtausytometrian avulla saadaan tietoa solun koosta ja rakenteesta mittaamalla soluun kohdennetun valon sirontaa sekä soluihin kiinnittyneiden merkkiaineiden fluoresenssia. Verenkuva-analysoitsija suorittaa valkosolujen erittelylaskennan, jossa valkosolut jaetaan näiden ominaisuuksien perusteella lymfosyytteihin, monosyytteihin ja granulosityytteihin. (Savolainen, Pelliniemi ja Koski 2010, 87.) Verenkuva-analysoitsija aspiroi, annostelee ja laimentaa näytteen. Solut leimataan spesifisesti nukleiinihappoihin sitoutuvilla fluoresenssimerkkiaineilla ja kuljetetaan paineistetun vaippa-

nesteen avulla yksitellen virtauskammion lävitse. Virtauskammiossa näytteeseen kohdistetaan lasersäde, jonka valon sirontaa soluista mitataan kolmen eri signaalin avulla: Pienen kulman valonsironta (Forward Scattering FSC), sivusironta (Side Scatter SSC) ja sivufluoresenssi (Side Fluorescent Light SFL). (Sysmex-Europe s.a.) Pienen kulman valonsironnan intensiteetti on verrannollinen solun koon. Sivusironta antaa tietoa solun sisällöstä, kuten tuman monimuotoisuudesta, granuloista sekä tuman ja sytoplasman suhteesta. (Savolainen, Pelliniemi ja Koski 2010, 87; Siitonen ja Penttilä 2015, 139; Sysmex-Europe s.a.)

Fotometriassa näytteen läpi johdetaan valoa tietyllä aallonpituudella. Osa valosta absorboituu eli imeytyy näytteeseen, ja osa menee sen läpi eli transmittoituu. Spektrofotometri mittaa transmittoituneen valon intensiteettiä. (Halonen 2004, 66-67.) Hemoglobiinikonsentraatio määritetään Sysmex 1000i-analysaattorilla fotometrisesti (Sysmex America Inc 2012).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tavoite ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää vaikuttaako kestävyysharjoittelu täydellisen veren kuvan parametreihin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa liikunnan vaikutuksista verenkuvaan pitkällä aikavälillä.

Tutkimuskysymyksenä oli: Miten kestävyysharjoittelu vaikuttaa veren kuvan arvoihin?

4.2 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä

Käytimme opinnäytetyössämme kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen tarkoituksena on selvittää asioiden välisiä riippuvuuksia ja tutkittavassa ilmiössä tapahtuvia muutoksia numeerisen tiedon pohjalta (Heikkilä 2014, 15). Kokeellisessa tutkimuksessa mitataan tietyn muuttujan vaikutus toiseen muuttujaan. Muut muuttujat pyritään vakioimaan, jotta pysyttäisiin tarkastelemaan vain halutun muuttujan vaikutusta. (Heikkilä 2014, 19.)

Tutkittavana ilmiönä opinnäytetyössämme on verenkuva. Seurasimme veren kuvassa mahdollisesti tapahtuvia muutoksia 8 kuukauden liikuntaintervention aikana, sekä pohdimme muuttujan eli kestävyysharjoittelun välistä yhteyttä muutoksiin. Tutkimusasetelma on kokeellinen ja kerätty tieto, eli verenkuva-analyysit sekä polkupyöraergometrillä tehdyllä kuntotestillä mitattu maksimaalinen hapenottokyky ovat numeerisessa muodossa. Tutkimustilanteessa näytteenottotilanteen olosuhteet oli vakioitu, sekä mahdollisten ulkopuolisten muuttujien vaikutusta kartoitettiin kyselylomakkeen avulla jokaisen tutkimuskäynnin yhteydessä. Juoksukoulututkimuksessa oli vain yksi koeryhmä, eikä verrokiryhmää ole käytetty sulkemaan pois muiden kuin koemuuttujan vaikutuksia koehenkilöiden verenkuvaan. Näin ollen koemuuttujan vaikutusta oli haastavaa arvioida. Heikkilä (2014, 19) painottaa, että kokeellisen tutkimuksen tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti.

4.3 Aineiston hankinta

Kvantitatiiviseen tutkimukseen käytettävä tieto voidaan hankkia joko valmiiksi kootuista tilastoista, rekistereistä tai tietokannoista tai se voidaan kerätä itse (Heikkilä 2014, 16). Tässä opinnäytetyössä käytetty numeerinen tieto on kerätty itse yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston kanssa osana juoksukoulututkimusta. Tutkimukseen osallistui 12 tervettä 25-49-vuotiasta erilaisen liikuntahistorian omaavaa miestä (n=4) ja naista (n=8).

Tutkimuksessa voidaan tarkastella koko perusjoukkoa, jolloin kyseessä on kokonaistutkimus tai vain pientä osaa perusjoukosta eli otosta, joka kuitenkin on valittu niin, että se edustaa koko perusjoukkoa mahdollisimman hyvin. Tällöin kyseessä on otantatutkimus. Perusjoukon osajoukkoa voidaan kutsua otokseksi tiettyjen ehtojen alaisuudessa. Tärkein kriteeri on, että jokainen perusjoukkoon

kuuluva yksilö voi tulla valituksi yhtä suurella todennäköisyydellä. Muussa tapauksessa osajoukkoa kutsutaan näytteeksi. (Holopainen ja Pulkkinen 2008, 29.) Juoksukoulututkimus on kokeellinen tutkimus, jonka näytteet eli tiedot kerättiin itse. Tutkimus tehtiin otantatutkimuksena ja tässä opinnäytetyönä tehdyssä tutkimuksessa tutkimusjoukon voidaan katsoa olevan näyte. Näyte edustaa kuitenkin perusjoukkoa melko kattavasti, joskin osallistujamäärä on melko pieni. Tämä otettiin huomioon tämän työn tuloksia tulkittaessa.

Juoksukoulututkimuksen tutkimusjoukko on rekrytoitu kuopiolaisen Rauhalahti Road Runners -juoksuseuran kestävyysjuoksukoulun osallistujien joukosta. Juoksukoulun osallistujat valittiin terveyskriteerit täyttävien hakijoiden joukosta ilmoittautumisjärjestyksessä. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja maksutonta. Tutkittaville tehtiin tutkimuksen alussa terveystarkastus, eikä heillä saanut olla merkittäviä sairauksia tai tutkimustuloksiin mahdollisesti vaikuttavaa säännöllistä lääkitystä. Juoksukouluun sisältyi jokaiselle oma henkilökohtainen 10kk harjoitusohjelma, eikä tutkimukseen osallistuvien ohjelma poikennut juoksukoulun harjoitusohjelmasta. Tutkittavilta kerättiin tietoa muun muassa ottamalla verinäytteitä, mittaamalla verenpaine, määrittämällä kehonkoostumus bioimpedanssimittauksella ja tekemällä kuntotestaus tutkimuksen alussa, 3kk ja 10kk kohdalla. (Mursu ym. 2017.) Näytteenoton ajankohdat olivat tammikuu, toukokuu sekä elokuu ja mittaukset suoritettiin ja verinäytteet otettiin Itä-Suomen yliopiston tiloissa. Verinäytteet analysoitiin Savonia-ammattikorkeakoululla.

4.4 Työn toteutus

Tammikuussa 2018 saimme tiedon mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston juoksukoulututkimuksessa (Mursu ym. 2017). Kokoonnuimme pian ohjaavan opettajan ja yliopiston tutkimusvastaavien kanssa palaveriin yliopistolle, jossa kävimme läpi tutkimuksen kulkua ja osuuttamme tutkimuksen toteuttamisessa. Aloituspalaverissa pohdimme mahdollista opinnäytetyön aihetta, joka tarkentui myöhemmin otsikon kaltaiseksi. Sovimme palaverissa, että saamme käyttööseen perusveren kuvan analyysitulokset sekä kuntotestausten tulokset juoksukoulututkimukseen osallistuvilta tutkittavilta, joita oli alkuvaiheessa viisitoista.

Yhteistyössä tehtävänäimme oli erilaisten veri- ja sylkinäytteiden ottaminen, näytteiden käsittely ja analysointi. Teimme myös erilaisia mittauksia ja rekisteröintejä: EKG (ensimmäinen tutkimuskäynti), verenpaine, vyötärön- ja käsivarrenympärysmitta, kehonkoostumusmittaus sekä valmistautumisen varmistaminen lomakkeen avulla. Tutkittavat oli saaneet yliopistolta ohjauksen tutkimuskäyntiä varten.

Aiheen tarkentuessa teimme aineistohakuja Medic, PubMed ja Google scholar-tietokannoista sekä Savonia Finna-järjestelmästä hakusanoilla verenkuvaa, kestävyysharjoittelu, kestävyysliikunta, kestävyysurheilu, kuntotestaus, liikuntalääketiede, Sysmex 1000i. Englanninkielistä aineistoa haimme hakusanoilla endurance training, blood cells, blood count, immunology system, monocytes.

Ensimmäisen tutkimuskäynnin toteutus aloitettiin Tammi-helmikuun vaihteessa. Tutkittavat tulivat Itä-Suomen yliopistolle Taitostudialle tutkimuskäynneille 7.30-11 välisenä aikana noin kahden viikon aikana. Tutkittavia oli 1-3 päivässä. Verinäytteitä varten otimme seuraavassa järjestyksessä näytteet: Yhden geeliseerumiputken, kolme litiumhepariiniputkea, kaksi EDTA-putkea sekä yhden fluori-disitraattiputken. Näytteet koodattiin näytteenottovaiheessa henkilöllisyyden tarkistamisen jälkeen pelkästään tutkittavien henkilökohtaisilla tutkimusnumerolla, jolloin henkilötietoja ei meidän kirjanpidossamme ollut mukana. Tutkimusnumerot pysyivät samoina kaikilla tutkimuskerroilla ja ne varmistettiin seuraavilla tutkimuskäynneillä toukokuussa ja elokuussa yliopiston kirjanpidosta taustatietojen kyselyn yhteydessä. Näytteiden identifiointi on yksi kriittisiä vaiheita, että laboratoriotyönprosessi on laadukas (Aaltonen ja Rosenborg, 2014).

Kuljetimme verinäytteet Savonia ammattikorkeakoululle autolla. Näytteiden kuljetukseen käytettiin kylmälaukkuja tai muuta eristystä, ettei verinäytteet altistuneet suurille lämpötilan vaihteluille. Koululla kontrollit otettiin ohjeiden mukaan huoneenlämpöön noin 15 minuutin ajaksi ja käynnistettiin analysaattori. Analysaattorin toiminnan varmistamiseksi analysoimme kaupallisen kontrollin Sysmex 1000i-analysaattorille hyväksytyksi ennen jokaista analyysikertaa ja tuloksesta otettiin tuloste tai kirjattiin tulos kansioon. Otimme myös joka tutkimuskerralla vähintään toiselta meistä kokoverinäytteen ja analysoimme sen kahdesta kolmeen kertaa peräkkäin verenkuvan-analyysimenetelmän toistettavuuden todentamiseksi. Lisäksi laitteella analysoidaan Labqualityn ulkoisia laadunarviointinäytteitä säännöllisesti. Sentrifugoimattomasta hyvin sekoitetusta EDTA-verestä analysoimme Sysmex XS-1000i analysaattorilla täydellisen verenkuvan parametrit viimeistään kahden tunnin kuluessa näytteenotosta. Samasta EDTA-putkesta määritimme myös HbA1c arvon Afinion pika-analysaattorilla. Määrittäminen tehtiin vasta verenkuvan analysoinnin jälkeen. Sysmex-analysaattori tulostaa verenkuvan tulokset tulosteeksi, josta laadimme taulukon Excelin avulla. Vastaavasti kontrollit ja toistettavuusanalyysit taulukoimme myös.

4.5 Aineiston analysointi

Tilastollisen tutkimuksen tavoitteena on saada tuloksia, joita voidaan yleistää esiintyväksi koko perusjoukossa (Valli 2015, 103). Kahden ryhmän keskiarvojen vertailuun voidaan käyttää t-testiä. T-testin avulla selvitetään, voidaanko tutkimustuloksen olettaa esiintyvän perusjoukossa, vai onko tulos mahdollisesti sattuman aikaansaannosta. (Valli 2015, 116.) T-testi sopii pientenkin aineistojen analysointiin. Parittaista t-testiä käytetään toisistaan riippuvaisten ryhmien vertailuun, eli esimerkiksi silloin kun ryhmälle on tehty alkumittaus ja loppumittaus. Parittaisessa eli toistettujen tilanteiden t-testissä verrataan alku- ja loppumittauksista saatuja keskiarvoja toisiinsa, tarkastellaan mahdollista tapahtunutta muutosta ja arvioidaan sen tilastollista merkitsevyyttä. (Tähtinen, Laakkonen ja Broberg 2011, 92, 95.)

Tutkimusaineistomme oli pieni, ryhmälle suoritettiin alku- ja loppumittaukset eli ne ovat toisistaan riippuvaisia ja tutkimustulokset numeerisia, joten verenkuvan sekä kuntotestausten numeeristen arvojen analysointimenetelmäksi valikoitui parittainen t-testi. Analyysi tehtiin Excel-ohjelmalla. Kun

analyysi oli suoritettu, laskettiin alku- ja loppumittausten keskiarvot ja tarkasteltiin niissä tapahtuneita muutoksia ja muutosten tilastollista merkitsevyyttä.

Merkitsevyytaso p (probability) ilmaisee, kuinka suurella todennäköisyydellä havaittu muutos johtuu sattumasta. Yleisesti hyväksytty merkitsevyytaso on 0,05 tai sen alle mikä tarkoittaa, että virheen todennäköisyys on 5% tai vähemmän. Tulos voi olla myös suuntaa antava, jos merkitsevyytaso on $>0,05$ mutta $\leq 0,1$. Tilastollisen merkitsevyyden lisäksi on pohdittava myös sitä, onko tuloksella käytännön merkitystä. On otettava myös huomioon, että otoksen ollessa pieni, voivat suuret erot osoitautua virheellisesti sattumasta johtuviksi. (Blomberg, Laakkonen ja Tähtinen 2011, 92; Heikkilä 2014, 185-186.)

5 TULOKSET

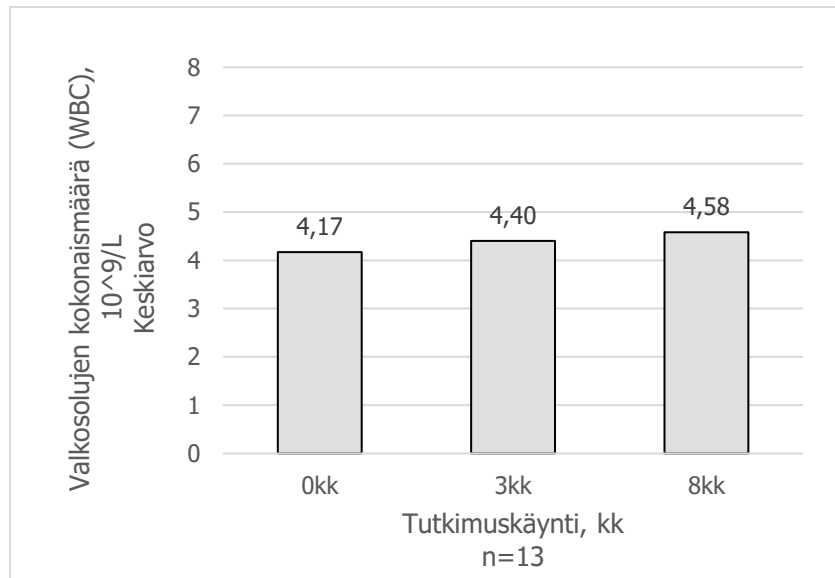
Verenkuva-analyysin parametreistä tehtyjen parittaisten t-testien tulokset on kirjattu taulukkoon 4. Taulukossa on kunkin parametrin kaikkien (n=12) tulosten keskiarvot alku- ja loppumittauksista (0 ja 8 kuukautta), sekä tuloksen merkitsevyytaso (p-arvo). Merkitsevyyssarakkeessa *-symboli ilmaisee, jos tulos on tilastollisesti merkittävä (p<0,05). Tilastollisesti merkitseväksi katsottavaa muutosta tapahtui ainoastaan monosyyttien absoluuttisessa määrässä (p=0,012) (kuvio 2.). Muutosta voidaan havaita tapahtuneeksi myös valkosolujen kokonaismäärässä (WBC) (kuvio 1.), mutta tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä vaan suuntaa antava (p=0,057). Taulukossa 5 esitetään VO2-mittausten tulokset. Tuloksissa ei ole havaittavissa tilastollisesti merkitsevää muutosta. Kuntotestauksen tulosten samankaltaisuutta on havainnollistettu kuvioissa 3. ja 4. Tuloksia tulkittaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että jo ennestään pieni aineisto on VO2-mittausten osalta kutistunut 10 tutkittavaan.

Taulukko 4. Verenkuvan parametrien parittaisten t-testien tulokset ja merkitsevyytasot.

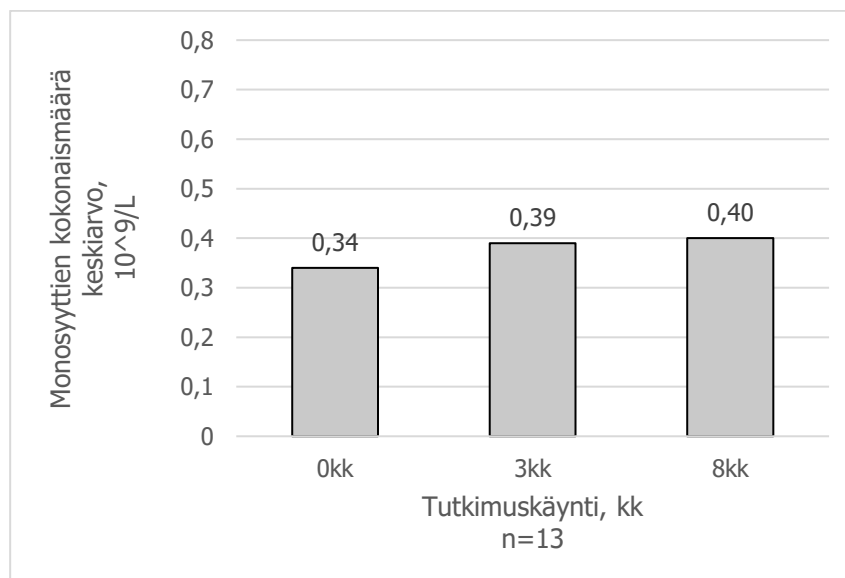
(n=13)	Yksikkö	Keskiarvo 0kk	Keskiarvo 8kk	p-arvo	Merkitsevyytaso
WBC	10 ⁹ /l	4,31	4,699	0,057	
RBC	10 ¹² /l	4,667	4,66	0,921	
HGB	g/l	137,833	137,25	0,754	
HCT	%	42,391	41,917	0,438	
MCV	fl	90,5	89,942	0,192	
MCH	pg	29,408	29,417	0,955	
MCHC	g/l	324,833	327	0,221	
PLT	10 ⁹ /l	221,333	224,583	0,713	
RDW-SD	fl	41,683	42,233	0,256	
RDW-CV	%	12,908	13,158	0,105	
PDW	fl	14,392	14,383	0,975	
MPV	fl	11,592	11,642	0,661	
P-LCR	%	37,742	38,292	0,584	
P-CT	%	0,257	0,26	0,725	
NEUT	10 ⁹ /l	2,236	2,46	0,106	
NEUT	%	52,4	52,2	0,864	
LYMF	10 ⁹ /l	1,523	1,601	0,249	
LYMF	%	34,883	34,325	0,646	
MONO	10 ⁹ /l	0,365	0,44	0,012	*
MONO	%	8,558	9,2	0,265	
EOS	10 ⁹ /l	0,169	0,176	0,742	
EOS	%	3,783	3,433	0,357	
BASO	10 ⁹ /l	0,017	0,022	0,139	
BASO	%	0,375	0,425	0,339	

Taulukko 5. Kuntotestauksen tulosten keskiarvot ja merkitsevyystasot

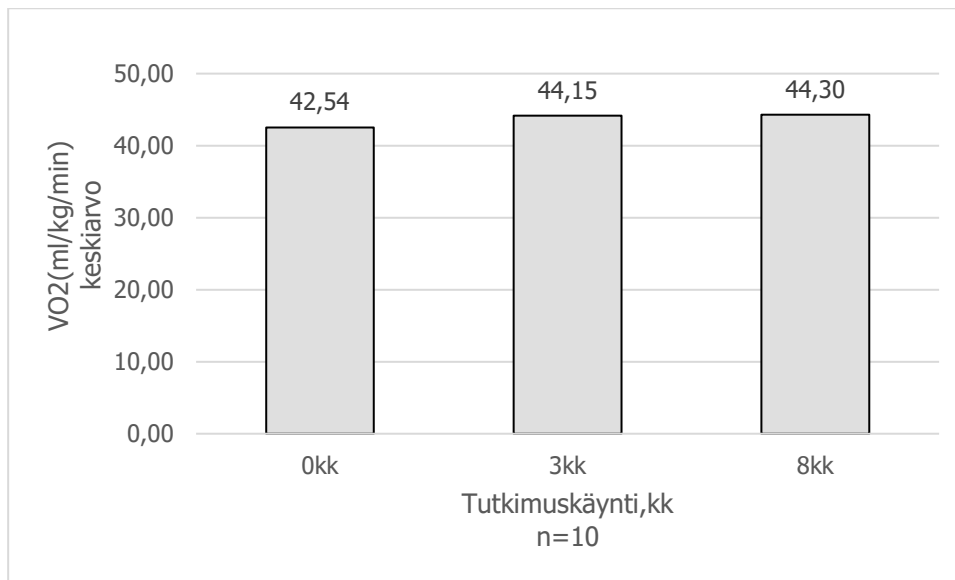
(n=10)	Keskiarvo 0kk	Keskiarvo 8kk	p-arvo
VO2 (l/min)	3,232	3,264	0,663
VO2 (ml/kg/min)	43,7	44,3	0,526



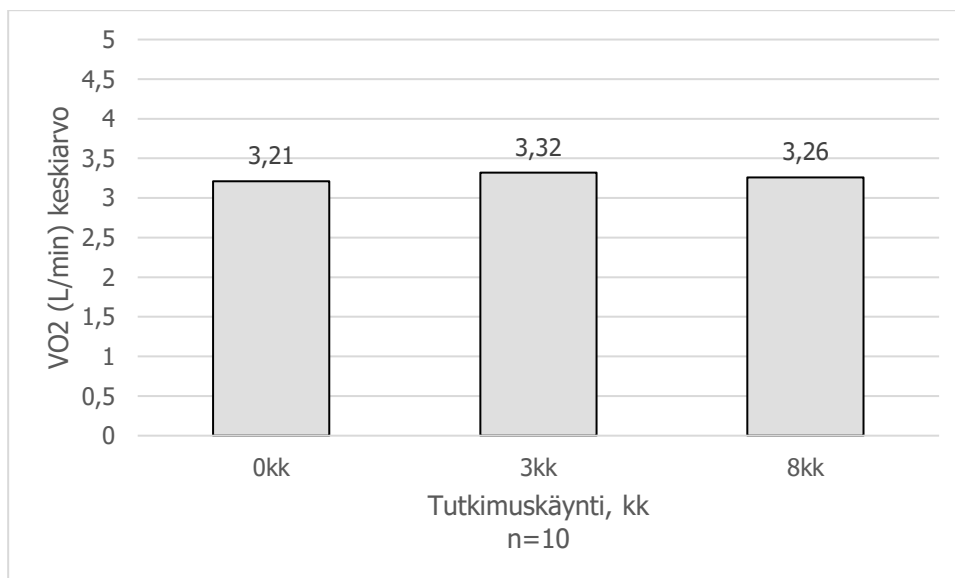
Kuvio 1. Valkosolujen kokonaismäärän muutos keskiarvoina (n=13).



Kuvio 2. Monosyyttien kokonaismäärän muutos keskiarvoina (n=13).



Kuvio 3. Maksimaalisen hapenkulutuksen muutokset keskiarvoina, yksikkönä ml/kg/min. (n=10)



Kuvio 4. Maksimaalisen hapenkulutuksen muutokset keskiarvoina, yksikkönä L/min (n=10)

6 POHDINTA JA TULOSTEN TULKINTA

6.1 Tulosten tulkinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa liikunnan vaikutuksista verenkuvaan.

Tässä työssä tilastollisesti merkitsevää muutosta tapahtui ainoastaan monosyyttien määrässä. Leukosyyttien kokonaismäärässä havaittu muutos oli suuntaa antava, mutta ei tilastollisesti merkitsevä. Kestävyyskunto ei tutkittavilla noussut merkittävästi ja osa tutkittavista ei suorittanut päätepestemittauksia kestävyyskunnan osalta, joka heikensi tulosten luotettavuutta.

Tämän tutkimuksen tutkimusjoukko jäi pieneksi. Yliopiston juoksukoulu-tutkimusta on tarkoitus toteuttaa vuosittain, jolloin tutkimusmateriaalia saadaan tarpeeksi Itä-Suomen yliopiston tarpeisiin. Tutkimus suoritettiin nyt ensimmäistä kertaa, joten tässä opinnäytetyössä oli käytettävissä vain tähän mennessä kerätty aineisto (n=12). Heikkilän (2014, 185) mukaan tutkimusjoukon ollessa pieni, voivat suuretkin erot näyttäytyä sattumasta johtuvina, joten tämän tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää. Lisäksi harjoittelun vaikutusta tuloksiin on vaikea osoittaa. Kuntotestauksen tuloksista suoritettujen parittaisen t-testin mukaan alkua- ja loppumittauksien välillä ei näytä tapahtuneen merkittävää muutosta, jolloin veriarvojen muutoksen ei voida osoittaa johtuneen kestävyyskunnan kohoamisesta. Aikaisempien tutkimusten mukaan kestävyysharjoittelu voi kuitenkin aiheuttaa muutoksia verenkuvaan arvoihin, joita tässä tutkimuksessa ei päästä osoittamaan toteen. Esimerkiksi hemoglobiinin kohoamista olisi voinut olla odotettavissa (Heinonen 2005, 134; Kotiranta ja Seppänen 2016, 35).

Tutkittavilta varmistettiin kyselylomakkeella paaston toteutuminen, särkylääkkeiden käyttö ja raskaan liikunnan välttäminen ennen näytteenottoa jokaisen tutkimuskäynnin yhteydessä. Osa tutkittavista oli harrastanut edellisenä päivänä raskasta liikuntaa, jolla on voinut olla vaikutusta analysoituihin veriarvoihin. Jo yksittäinen aerobinen liikuntasuoritus nostaa plasmatilavuutta, joka saa verenkuvaan arvot näyttämään pienemmiltä ja toisaalta raskas liikunta laskee plasmatilavuutta, jolloin veriarvot käyttäytyvät päinvastaisesti (Heinonen 2005, 132; Suni ja Taulaniemi 2012, 240.)

Merkittävin tulos tässä työssä on monosyyttien määrän tilastollisesti merkittävä nousu kahdeksan kuukauden aikana (p=0,012). Pitkäkestoisen harjoittelun vaikutuksista monosyyttien määrään ei onnistuttu löytämään tietoa. Pitkäkestoisen kestävyysuorituksen aikana leukosyyttien kokonaismäärän tiedetään kuitenkin nousevan ja muutoksen on osoitettu palaavan ennalleen muutamassa päivässä (Brenner, Natale, Moldoveanu, Shephard ja Vasiliou 2003; Suzuki ym. 2003). Toisaalta tiedetään, että jos harjoittelu on nousujohteista, niin elimistö pyrkii sopeutumaan uusiin olosuhteisiin. Voisi vetää varovaisen johtopäätöksen, että jos progressiivisuuden yhdistää tarpeeksi tiheään toistuviin harjoituksiin, voi leukosyyttien kohoaminen olla pysyvää niin kauan kun progressiivisuus ja harjoituskerrojen väli säilyy tarpeeksi tiheänä.

Kestävyysharjoittelu nostaa sekä plasmatilavuutta, että hemoglobiinipitoisuutta. Ne voivat nousta yhtä paljon, jolloin hemoglobiinin muutosta ei tule näkyviin (Heinonen 2005, 134.) Tämä voisi osittain selittää sitä, että tutkittavien hemoglobiini (HGB) hieman laski ($p=0,754$). Tässä tutkimuksessa ei mitattu plasmatilavuuden muutosta, joten mahdollisen plasmatilavuuden nousun vaikutusta hemoglobiinipitoisuuteen ei voida osoittaa.

Sveitsiläistutkimuksessa kestävyysharjoittelun on osoitettu nostavan punasolujen tuotantoa kiihdyttävän erytropoietiinihormonin EPO:n pitoisuutta elimistössä. Kahdeksan viikon tutkimusjakson alussa EPO:n tuotanto nousi lineaarisesti, mutta tutkimusjakson lopussa kasvua ei ole ollut enää havaittavissa. (Breenfeldt-Andersen ym. 2017.) Tässä työssä punasolujen määrässä (RBC) ei tapahtunut merkittävää muutosta kahdeksan kuukauden aikana ($p=0,921$).

Liikuntamuodoista kestävyysliikunnalla on tutkimusten mukaan suurin immuunivastetta aktivoiva vaikutus. Kestävyysharjoittelun on todettu nostavan valkosolujen kokonaismäärää. (Brenner ym. 2003.) Valkosolujen kokonaismäärä nousi tässä työssä suuntaa antavasti ($p=0,057$), joten tulos on samansuuntainen aikaisempien tutkimusten kanssa.

6.2 Työn luotettavuus ja eettisyys

Hyvä tieteellinen tutkimus on hyödyllinen ja tuo esiin uutta tietoa tutkittavasta asiasta. Tutkimustulosten tulee olla luotettavia, ja tutkimuksen luotettavuutta eli reliabiliteettia ja pätevyyttä eli validiteettia tulisikin arvioida tutkimuksen eri vaiheissa. Tutkimuksen validiteettia voidaan arvioida pohtimalla, onko tutkimuksessa onnistuttu mittaamaan sitä, mitä on ollut tarkoituskin mitata. Luotettavan tutkimuksen tulokset eivät ole sattumanvaraisia, vaan mittaukset voidaan toistaa uudelleen samantyyppisillä tuloksilla. Myös otoksen on oltava edustava ja tarpeeksi suuri. (Heikkilä 2014, 27-30; Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 1997, 226; Ketokivi 2015, 98.)

Opinnäytetyössämme tarkastelimme kahdeksan kuukautta kestävästä liikuntaintervention vaikutuksista verenkuvaan parametreihin. Verenkuvaan mitattiin validoidulla Sysmex XS-1000i-verenkuva-analyysilaitteella. Laitteita kontrolloitiin hyväksytysti jokaisena tutkimuspäivänä ennen varsinaisia mittauksia, ja suoritimme myös vertailumittauksia omilla näytteillä varmistaaksemme tulosten toistettavuutta eli laite mittaa luotettavasti. Vertailuajoissa ei ollut nähtävissä tulosten heittoa. Kuten Ketokivi (2015, 98) tuo esiin, jotta mittaustulos olisi reliabeeli, mittaus tulee voida suorittaa samasta kohteesta uudelleen samoin lopputuloksilla. Tältä osin tuloksia voidaan pitää luotettavina. Tutkimuksen validiuden arviointi on haastavampaa. Tutkimuksessa mitattiin verenkuvaan parametreja, johon vaikuttaa lukematon määrä muuttujia. Koska tarkoituksenamme oli tarkastella kestävyysharjoittelun vaikutuksia parametreihin, olemme valinneet muuttujaksi tutkittaville suoritetun kuntotestauksen tulokset. Kuntotestissä mitattiin maksimaalista hapenottoa painokiloa kohden. Kuntotestin tulosten avulla pyrimme selvittämään, johtuivatko mahdolliset verenkuvaan muutokset juuri kestävyysharjoittelusta.

Luotettava ja eettisesti hyväksyttävä tutkimus on tehty noudattaen hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimuseettinen neuvottelukunta on julkaissut ohjeen hyvästä tieteellisestä käytännöstä ja sen loukausepäilyjen käsittelemiseen Suomessa (2012). Sen lähtökohtina ovat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus tutkimustyössä sekä tulosten tallentamisessa, esittämisessä ja arvioinnissa. Lisäksi tiedonhankinnan on tapahduttava eettisesti hyväksyttävällä tavalla ja tulosten julkaisussa on noudatettava avoimuutta.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää tutkimusjoukon pieni koko, mutta keräämäämme aineistoa voi käyttää myöhemmin yliopiston tutkimuksen edetessä, jolloin aineistoa on enemmän ja tulokset siten paremmin yleistettävissä perusjoukkoon. Toisaalta saimme myös tutkimustiedon valossa samansuuntaisia tuloksia, joten jatkotutkimus esimerkiksi monosyyttien kohoamisesta olisi mielenkiintoista nähdä suuremmalla otoksella.

Lähteet ja lähdeviitteet merkittiin asianmukaisesti. Tutkimuksen rekrytoinnissa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Osallistuminen oli vapaaehtoista ja maksutonta. Tutkittavia houkuteltu tai painostettu mukaan tutkimukseen, vaan tutkimuksesta ilmoitettiin julkisten tilojen ilmoitustaululla ja kiinnostuneita pyydettiin saapumaan tiedotustilaisuuteen kuulemaan lisätietoa tutkimuksesta ja ottamaan yhteyttä puhelimitse tai sähköpostitse Juoksukoulu-tutkimuksen henkilökuntaan. Tutkittavien näytteet ja tutkimustulokset käsiteltiin tässä opinnäytetyössä koko prosessin ajan anonymisti. Tutkimuksen alussa jokaiselle tutkittavalle annettiin oma tutkimusnumero näytteenottojärjestyksen mukaisesti. Tutkimusnumeron ja nimen yhteyden varmistaminen tehtiin joka tutkimuskerralla yliopiston taulukoinnin perusteella, kun tutkittava oli paikalla. Näytteet merkittiin ainoastaan tutkimusnumeroilla, päivämäärällä sekä näytelaadulla tai tutkimuslyhenteellä. Näytteenotossa, näytteiden käsittelyssä, analysoinnissa ja säilytyksessä sekä tulosten kirjaamisessa on noudatettu huolellisuutta. Kaikki poikkeukset on kirjattu ylös ja otettu huomioon tuloksia analysoidessa.

6.3 Oma oppiminen ja ammatillinen kasvu

Bioanalytikkokoulutuksesta valmistuvan bioanalyttikon osaamistavoitteisiin kuuluu monipuolinen kliinisen laboratoriotyön osaaminen, sekä tiedon soveltamisen, kehittämisen ja arvioinnin osaaminen. Koulutuksen tavoitteena on myös antaa valmiudet elinikäiselle oppimiselle. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2016.) Tärkeä osa osaamistavoitteiden saavuttamisessa on opinnäytetyöprosessi. Tehdessämme opinnäytetyötä yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston kanssa, työskentelimme itsenäisesti osana moniammatillista tutkimusryhmää. Meiltä odotettiin laboratoriotyön prosessin hallitsemista itsenäisesti alusta loppuun saakka ja oli hienoa huomata, että osaamiseemme luotettiin. Ennen opinnäytetyötä meillä ei ollut juurikaan työkokemusta alalta, ja tällaisen projektin läpi vieminen kasvatti ammatillista itsetuntoamme ja antoi meille valmiuksia tulevaan työelämään. Opinnäytetyössä otimme vastuun onnistuneesta näytteenotosta, näytteiden käsittelystä ja analysoinnista, sekä tulosten vastaanemisesta. Opinnäytetyön prosessin aikana olemme joutuneet miettimään, kuinka toteutamme laadukkaan näytteenoton, miten käsittelemme ja säilytämme näytteet analysointia varten ja kuinka analysoimme näytteet luotettavasti.

Opetussuunnitelman (Savonia-ammattikorkeakoulu 2016) mukaan opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa tilaajan tarpeisiin perustuva, työelämälähtöinen tutkimustyö, sekä osoittaa asiantuntijuutta, joustavuutta ja moniammatillisuutta muiden mukana olevien toimijoiden kanssa. Aineiston kerääminen ja yhteistyö Itä-Suomen yliopiston kanssa sujui hyvin. Saimme arvokasta kokemusta moniammatillisesta yhteistyöstä ja tieteellisen tutkimuksen toteuttamisesta. Osoitimme opinnäytetyön prosessin aikana yhteistyökykyä ja toimimme joustavasti osana tutkimusryhmää. Tutkimuskäynnit tapahtuivat pääasiassa tutkittavien aikataulujen mukaisesti ja ajat varattiin melko lyhyellä varoitusajalla. Osallistuimme tutkimuskäynneille kaikilla kolmella tutkimuskerralla, minkä lisäksi käsitelimme ja analysoimme näytteet sekä toimitimme tulokset tutkimusryhmälle sovittujen aikataulujen mukaisesti.

Opinnäytetyöprosessin aikana opiskelijan tulisi myös kyetä tarkastelemaan kriittisesti työnsä sisältöä ja tuloksia, sekä arvioimaan oman asiantuntijuutensa kehitystä ja ammatillista kasvua (Savonia-ammattikorkeakoulu 2016). Opinnäytetyömme aihe oli meistä alusta alkaen kiinnostava, ja lähdimme innokkaina mukaan yhteistyöhön ja olimme aidosti kiinnostuneita tutkimuksen tuloksista. Liikunta ja sen terveysvaikutukset ovat kiinnostaneet meitä jo pitkään, joten oli hienoa päästä myös itse tutkimaan aihetta. Loppujen lopuksi tulokset eivät olleet mullistavia. Merkittäviä muutoksia ei tapahtunut, mikä laittoi meidät todella pohtimaan koko opinnäytetyön merkitystä. Opinnäytetyön tekeminen vaati tiedonhakumenetelmien hallitsemista ja opetti käyttämään monipuolisesti erilaisia tietolähteitä internetistä sekä kirjallisuudesta. Työ on kasvattanut ammatillista osaamistamme toimimalla monialaisessa yhteistyössä oman ammattikuntamme edustajina ja valmistuvina ammattilaisina. Työn tekeminen on antanut valmiuksia toimia bioanalytikkona tulevilla työtehtävissä.

Jatkotutkimusaiheena voisi tutkia kestävyysharjoittelun vaikutuksia veren kuvan parametreihin niin, että luokittelee tutkittavien harjoittelumääriä ja intensiteettiä ja tekee vertailuja veren kuvan arvojen muutoksista eri luokitteluryhmien välillä. Tässä työssä edellä mainittu analysointitapa ei ollut mielekäs, koska tutkimusjoukko tyypistyi kovin pieneksi ja aktiivisuus sekä harjoittelutietoja ei meillä ollut käytettävissä.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT:

- AALTONEN, Leena-Maija ja ROSENBERG, Per 2014. Potilasturvallisuuden perusteet [verkkojulkaisu]. Helsinki: Duodecim. [Viitattu 2018-10-11]. Saatavissa: <http://www.oppiportti.fi/op/ptp00001/do>
- BJÅLIE, Jan, HAUG, Egil, SAND, Olav, SJAASTAD, Øystein ja TOVERUD Kari 2000. Ihminen. Helsinki: WSOY
- BREENFELDT-ANDERSEN, Andreas, GOETZE, Jens, HAIDER, Thomas, LUNDBY, Carsten, MEINILD-LUNDBY, Anne-Kristine, MONTERO, David ja OBERHOLZER 2017. Erythropoiesis with endurance training: Dynamics and mechanisms [verkkodokumentti]. American journal of physiology. 6/312. s. R894-R902. Viitattu [2018-11-27]. Saatavissa: <https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00012.2017#>
- BRENNER, Ingrid, NATALE, Valéria, MOLDOVEANU, Andrei, SHEK, Pang, SHEPHARD Roy ja VASIOLOU Paris 2003. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise [verkkootikkeli 2002-02-18]. Sao Paulo Medical Journal. [Viitattu 2018-11-15]. Saatavissa: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-31802003000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- DUODECIM 2018. Lääketieteen sanasto [verkkootikkeli]. Duodecim terveyskirjasto. [Viitattu 2019-03-18]. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Iltt01376
- HALONEN, Toivo 2004. Fotometriset menetelmät. Julkaisussa: PENTTILÄ, Ilkka (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY. 66-76.
- HEIKKILÄ, Tarja 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- HEINONEN, Olli 2005. Liikunnan vaikutus kliiniskemiallisiin suureisiin. Julkaisussa: KUJALA, Urho, TAIMELA, Simo ja VUORI, Ilkka. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim. 132-143.
- HOLOPAINEN, Martti ja PULKKINEN, Pekka 2008. Tilastolliset menetelmät. 5. uudistettu painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- ISLAB 2017. Putkikartta – aikuisten verinäytteenotto [verkkodokumentti]. Itä-Suomen laboratorikeskuksen ohjeita ammattilaiselle. [Viitattu 2018-10-11.] Saatavissa: <https://www.islab.fi/documents/7350541/7406959/Putkikartta.pdf/dc8cf35f-d72e-4856-b6fc-268144078d22>
- ISLAB 2018a. B-perusverenkuva + trombosyytit [verkkojulkaisu]. Itä-Suomen laboratorikeskuksen ohjekirja. [Viitattu 2018-05-09.] Saatavissa: <https://ekstra1.kuh.fi/csp/islabohje/labohje.csp?indeksi=629>
- ISLAB 2018b. B-täydellinen verenkuva [verkkojulkaisu]. Itä-Suomen laboratorikeskuksen ohjekirja. [Viitattu 2018-11-15.] Saatavissa: <http://webohjekirja.mylabservices.fi/ISLAB/index.php?test=3696>
- KESKINEN, Kari 2005. Fyysinen kunto ja sen testaaminen. Julkaisussa: (Toim.) KUJALA, Urho, TAIMELA, Simo ja VUORI, Ilkka 2005. Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim. 102-119
- KOTIRANTA, Kalle ja SEPPÄNEN Lasse 2016. Kestävyysliikunta. Fitra Oy.
- MAHLAMÄKI, Eija K. 2004. Veren kuvan tutkimukset. Julkaisussa: PENTTILÄ, Ilkka (toim.) Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: WSOY, 268-282.
- MATINLAURI, Irma ja VILPO, Juhani 2010. Hematopoiesi ja sen tutkiminen. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. 3. Painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 247-254.
- MURSU, Jaakko, VENOJÄRVI, Mika, LINTU, Niina, ERONEN, Timo, NIEMI, Iida, PAANANEN, Jussi, HANHINEVA, Kati ja TIKKANEN, Heikki 2017. Juoksukoulututkimus – Yksilöllisesti suunnitellun 10 kuukauden kestävyyspainotteisen liikuntaintervention vaikutukset kestävyyskuntoon, terveyteen, elintapoihin ja hyvinvointiin.
- MÄNTTÄRI, Ari 2012. Hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnon testaus. Julkaisussa: SUNI, Jaana ja TAULANIEMI, Annika (toim.) Terveyskunnan testaus. Tampere: Sanoma Pro. 225-238

- NUMMELA, Ari 2010. Testimenetelmien kuvaukset. Julkaisussa: HÄKKINEN, Keijo, KALLINEN, Mauri ja KESKINEN, Kari (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura. 51-78.
- SALONEN, Jonna 2018. Trombosytoosi [verkkoartikkeli]. Lääkärikirja Duodecim. [Viitattu 2019-05-05] Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00636
- SAVOLAINEN, Eeva-Riitta, PELLINIEMI, Tarja-Terttu ja KOSKI, Tomi 2010. Laboratoriolaitteet. Julkaisussa: NIEMELÄ, Onni ja PULKKI, Kari (toim.) Laboratoriolääketiede – kliininen kemia ja hematologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 79-92.
- SAVOLAINEN, Eija-Riitta ja TIENHAARA, Anri 2015. Verinäytteet ja morfologiset tutkimukset. Julkaisussa: PORKKA, Kimmo, LASSILA, Riitta, REMES, Kari ja SAVOLAINEN, Eeva-Riitta (toim.) Veritaudit. 4. Painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 84-100.
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2016. TB16SP Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. Opetussuunnitelma [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-05-06.] Saatavissa: <https://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetussuunnitelmat?yks=KS&krtid=1023>
- SIITONEN, Sanna ja PENTTILÄ, Tarja-Leena 2015. Pahanlaatuisten veritautien immunofenotyyppitys. Julkaisussa: PORKKA, Kimmo, LASSILA, Riitta, REMES, Kari ja SAVOLAINEN, Eeva-Riitta (toim.) Veritaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 139-151.
- Solunetti 2006. [verkkoaineisto] Itä-Suomen yliopisto. [Viitattu 2019-04-25] Saatavissa: http://www.solunetti.fi/fi/histologia/monosyytti_uusi/
- SUNI, Jaana 2012. Kuntotestauksen laatuun vaikuttavat tekijät. Julkaisussa: SUNI, Jaana ja TAULANIEMI, Annika (toim.) Terveyskunnan testaus. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 60-82.
- SUZUKI, Katsuhiko, NAKAJI, Shigeyuki, YAMADA, Mutsuo, LIU, Qiang, KURAKAKE, Shigeyoshi, OKAMURA, Noriyoshi, KUMAE, Takashi, UMEDA, Takashi, SUGAWARA, Kazuo 2003. Impact of a Competitive Marathon Race on Systemic Cytokine and Neutrophil Responses [verkkoartikkeli]. Medicine & Science in sports & exercise [viitattu 2019-03-23]. Volume 35, issue 2 p. 348-355. Saatavissa: https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2003/02000/Impact_of_a_Competitive_Marathon_Race_on_Systemic.26.aspx
- Systemex America Inc 2012. XS-1000i Automated Hematology Analyzer [verkkodokumentti]. [Viitattu 2018-05-18.] Saatavissa: <https://www.systemex.com/la/pt/Products/Documents/English/XS-1000i-English.pdf>
- Systemex-Europe. XS-1000i [verkkodokumentti]. [Viitattu 2018-05-17.] Saatavissa: https://www.systemex-europe.com/index.php?eID=product_pdfgenerator&productUid=23&languageIso=undefined&productUrl=https://www.systemex-europe.com/products/xs-1000i-23.html&technicalDataUids=901,902,903,904,905,906,3094&productName=XS-1000i
- TÄHTINEN, Juhani, LAAKKONEN, Eero ja BROBERG, Mari 2011. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos ja Opettajankoulutuslaitos.
- UKK-INSTITUUTTI 2018. Liikuntapiirakka aikuisille. [verkkodokumentti]. UKK-instituutti. [viitattu 9.5.2018] Saatavissa: <http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka/liikuntapiirakka-aikuisille>
- VUORI, Ilkka 2005. Liikunta, kunto ja terveys. Julkaisussa: KUJALA, Urho, TAIMELA, Simo ja VUORI, Ilkka (toim.) Liikuntalääketiede. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 16-29.
- VUORI, Ilkka 2011. Liikunnan vaikutustapa. Julkaisussa: FOGERHOLM, Mikael, VUORI, Ilkka, VASANKARI, Tommi (toim.) Terveysliikunta, 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 12-19.

LIITE 1. TUTKIMUSLOMAKE



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

Juoksukoulututkimus

Tutkimuslo- make

Päivämäärä _____

Perustiedot

Tutkimuskäynti _____

Nimi _____

ID _____

Ikä _____

Sukupuoli

Mies __ Nainen __

Pituus _____cm

Paino _____kg

Valmistautuminen X=ok

Paasto

Särkyläkkeet

Raskas liikunta

Tutkimukset

RR _____

EKG

InBody

Syke _____

Vyötärön ympärys _____cm

Käsivarren ympärys _____cm

Verinäytteiden ottoaika _____

Sylkinäytteiden ottoaika _____