

Polkupyöräergometritestin opas

Epäsuora submaksimaalinen polkupyöräergometritesti

LAB-ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

2025

Anssi Räisänen

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Anssi Räisänen	Opinnäytetyö, AMK	2025
	Sivumäärä	
	37 + 4	
Työn nimi		
Polkupyöraergometritestin opas		
Epäsuora submaksimaalinen polkupyöraergometritesti		
Tutkinto ja koulutusala		
Fysioterapeutti (AMK)		
Toimeksiantajaorganisaatio		
LAB-ammattikorkeakoulu		
Tiivistelmä		
<p>Liian vähäinen fyysinen aktiivisuus lisää useiden kansansairauksien riskiä ja on World Health Organizationin (WHO) mukaan neljänneksi suurin ennen aikaisen kuoleman riskitekijä. Väestön liikkumiseen voidaan vaikuttaa kaikkien hallintoalojen päätöksillä, mutta päätösten tueksi tarvitaan tietoa väestön liikkumistottumuksista sekä toimintakyvystä. Kuntotestaus eri muodoissaan onkin tärkeässä roolissa tämän tiedon keräämisessä. Yhteiskunnallisen tiedonkeruun lisäksi kuntotestauksella on useita yksilötason käyttökohteita, kuten fyysisen kunnon kehittymisen seuranta, leikkaus- ja toimenpideriskien arviointi tai ikääntyneiden henkilöiden terveyden ja toimintakyvyn muutosten ennustaminen.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä kehitettiin opas ja tulostenlaskentataulukko WHO:n moniportaisen polkupyöraergometritestin tekemiseen. WHO:n moniportainen polkupyöraergometritesti on yksi kestävyyskunnan arviointimenetelmistä. Se on epäsuora testi, jossa testattavan henkilön hengityskaasuja ei mitata, vaan maksimaalinen hapenottokyky arvioidaan sykkeen ja nousevan kuormitustehon välistä lineaarista yhteyttä hyödyntäen. Epäsuoran polkupyöraergometritestin vaatima laitteisto on edullisempi kuin suorassa testissä käytettävä ja se on myös helpommin siirrettävissä kenttäolosuhteisiin.</p> <p>Opas ja tulostenlaskentataulukko laadittiin LAB-ammattikorkeakoulun fysioterapiaopiskelijoiden käyttöön. Opas ja tulostenlaskentataulukko annettiin fysioterapiaopiskelijoille testattavaksi ja testin jälkeen niiden sisällöstä, selkeydestä ja käytettävyydestä tehtiin kyselytutkimus. Palaute oli pääasiassa positiivista eikä oppaaseen ja tulostenlaskentataulukkoon tehty muutoksia kyselyn perusteella.</p>		
Asiasanat		
kuntotestaus, polkupyöraergometritesti, maksimaalinen hapenottokyky		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Anssi Räisänen	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	37 + 4	
Title of Publication		
Bicycle Ergo-meter Test Guide		
Submaximal bicycle ergometer test		
Degree, Field of Study		
Physical therapist		
Organisation of the client		
LAB University of Applied Sciences		
Abstract		
<p>Insufficient physical activity increases the risk of several common diseases and is, according to the World Health Organization (WHO), the fourth largest risk factor for premature death. The physical activity of the population can be influenced by decisions from all administrative sectors, but information about the population's exercise habits and functional capacity is needed to support these decisions. Exercise testing in its various forms plays an important role in collecting this information. In addition to collecting social data, exercise testing has several individual-level applications, such as monitoring the development of physical fitness, assessing surgical and procedural risks, or predicting changes in the health and functional capacity of older people.</p> <p>This thesis developed a guide and a spreadsheet for performing the WHO multi-stage bicycle ergometer test. The WHO multi-stage bicycle ergometer test is one of the methods for assessing aerobic capacity. It is an indirect submaximal test in which the respiratory gases of the person being tested are not measured, but the maximal oxygen uptake capacity is estimated using the linear relationship between heart rate and increasing load power. The equipment required for the indirect bicycle ergometer test is less expensive than that used in the direct test, and it is also more easily transferable to field conditions.</p> <p>The guide and the spreadsheet were developed for use by physiotherapy students at LAB University of Applied Sciences. The guide and the spreadsheet were given to physiotherapy students for testing and after the test a survey was conducted on their content, clarity and usability. The feedback was mainly positive, and no changes were made to the guide and spreadsheet based on the survey.</p>		
Keywords		
exercise testing, bicycle ergometer test, maximal oxygen uptake		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
1.1	Opinnäytetyön tausta.....	1
1.2	Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja kehittämistehtävät	2
1.3	Toimeksiantajan esittely	3
2	Fyysinen kunto ja kuntotestaus.....	4
2.1	Fyysisen kunnan määritelmä.....	4
2.2	Kuntotestaus	4
2.3	Kehon koostumus ja antropometriset mittaukset	5
2.4	Kestävyyskunto	5
2.5	Kestävyyskunnan testausmenetelmiä.....	9
2.6	Lihassoima ja lihaskestävyys.....	11
2.7	Liikehallinta ja liikkuvuus	12
3	Epäsuora submaksimaalinen polkupyöräergometritesti	14
3.1	Testivaihtoehdot.....	14
3.2	län mukainen maksimisyke.....	15
3.3	Sykkeen ja kuormitustason lineaarinen yhteys	16
3.4	Kuormitustasot	17
3.5	Tulosten laskeminen.....	18
3.6	Poljentanopeuden vaikutus.....	19
4	Opinnäytetyön toteutus.....	20
4.1	Toiminnallinen opinnäytetyö	20
4.2	Tutkimusasetelma ja -aineisto	20
4.3	Tiedonkeruumenetelmät.....	21
4.4	Tuotoksen kehittämisprosessi	22
4.5	Aineiston analysointi.....	26
5	Tulokset.....	27
5.1	Valmis opas.....	27
5.2	Valmis laskentataulukko	27
5.3	Palautekyselyn tulokset.....	29
6	Yhteenveto ja pohdinta	31
6.1	Tulosten johtopäätökset ja pohdinta	31
6.2	Eettisyys ja luotettavuus	33
6.3	Jatkokehittämisaiheet.....	34
	Lähteet	35

Liite 1. Saatekirje

Liite 2. Kyselylomake

Liite3. Esimerkki asiakkaalle tulostettavasta palautteesta.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

World Health Organizationin (WHO) mukaan fyysinen inaktiivisuus on neljänneksi suurin ennenaikaisen kuoleman riskitekijä (World Health Organization 2010). Lisäksi vähäinen fyysinen aktiivisuus lisää useiden kansansairauksien, kuten sydän- ja verisuonitautien sekä tyypin 2 diabeteksen riskiä. Liian vähäinen liikkuminen lisää sairauspoissaoloja, heikentää työkykyä sekä aiheuttaa kansantaloudelle suuria kustannuksia. (UKK-instituutti 2024.) Liikunnalla on myös positiivisia vaikutuksia mielenterveyteen. Lisäksi riittävä fyysinen aktiivisuus voi viivästyttää dementian puhkeamista ja auttaa ylläpitämään terveellistä ruumiinpainoa sekä yleistä hyvinvointia. (World Health Organization 2020.) Väestön liikkumiseen ja liikuntaan voidaan vaikuttaa kaikkien hallintoalojen päätöksillä. Päätöksenteon tueksi tarvitaankin tietoa väestön liikkumistottumuksista sekä fyysisestä toimintakyvystä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2022.) Suomessa laajoja, lähes koko ikäluokat kattavia, kuntotestejä tehdään peruskouluissa sekä puolustusvoimissa (Opetushallitus 2024; Puolustusvoimat 2024). Liikuntatottumuksia seurataan erilaisten kyselytutkimusten avulla, kuten UKK-instituutin opetus- ja kulttuuriministeriön rahoituksella toteuttamalla Liikuntaraportti 2022 -tutkimuksella (Husu ym. 2022). Myös hallituksessa on herätty vähäisen liikkumisen aiheuttamiin ongelmiin. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman yhtenä kohtana onkin Suomi liikkeelle -ohjelma, jolla pyritään kääntämään liikkuminen kasvuun kaikissa ikäryhmissä. Ensimmäisenä keinona tähän mainitaan liikuntaosaamisen vahvistaminen terveydenhuollossa, johon myös tällä opinnäytetyöllä osaltaan pyritään. (Valtioneuvosto 2024.)

Yhteiskunnallisen tiedonkeräyksen lisäksi kuntotestauksella on useita yksilötason kohde-ryhmiä. Kuntotestaus Suomessa -selvityksen mukaan ns. tavalliset työssäkäyvät ihmiset olivat suurin kuntotestauksen asiakasryhmä. Kilpa- ja huippu-urheilijat sekä kilpakuntoilijat muodostavat vain pienen, mutta vaativan, osan kuntotestattavista. (Helimäki ym. 2000.) Lisäksi tietyissä ammateissa, kuten palo- ja pelastusalalla toimimiseen vaaditaan riittävä fyysinen toimintakyky (Pelastusopisto 2024). Testaaminen ei kuitenkaan saa olla koskaan itse tarkoitus, vaan testaamisen tulee aina palvella asiakkaan tavoitteita. Yleisiä urheilijoiden sekä kuntoilijoiden kuntotestauksen tavoitteita ovat fyysisen kunnon kehittymisen seuranta sekä optimaalisten harjoittelutasojen määrittäminen (Keskinen ym. 2018, 13–15). Kuntotestejä voidaan käyttää myös esimerkiksi leikkaus- ja toimenpideriskien arviointiin, sydänpotilaiden ennusteen arviointiin, hoidon tehon ja kuntoutuksen arviointiin sekä työkyvyn arviointiin. (Työterveyslaitos). Ikääntyneillä henkilöillä kuntotestien avulla kyetään ennustamaan terveyden ja toimintakyvyn muutoksia (Sunni & Taulaniemi 2012, 46).

Tässä opinnäytetyössä keskitytään epäsuoran submaksimaalisen polkupyöräergometritestin suorittamiseen ja tulosten analysointiin. Epäsuora submaksimaalinen polkupyöräergometritesti on yksi kuntotestausmenetelmä aerobisen energiantuottokyvyn testaamiseksi. Fysioterapeutit ovat suurin kuntotestaus toimintaa harjoittava ammattiryhmä (Helimäki ym. 2000). Opinnäytetyössä pyritäänkin tuottamaan tulevien fysioterapiaopiskelijoiden käyttöön oppimateriaalia polkupyöräergometritestin opetteluun tueksi.

1.2 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja kehittämistehtävät

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä fysioterapiaopiskelijoiden tietämystä epäsuoran polkupyöräergometritestin taustalla vaikuttavista ilmiöistä sekä epäsuoran polkupyöräergometritestin tekemisestä asiakkaalle. Opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää opas epäsuoran polkupyöräergometritestin tekemiseen sekä laskentataulukko testitulosten laskemiseksi. Oppaan tarkoitus on tarjota tiiviissä ja helppolukuisessa muodossa kaikki polkupyöräergometritestin tekemisen kannalta oleelliset asiat. Laskentataulukon tarkoitus on helpottaa tulosten analysointia sekä mahdollistaa asiakkaille annettavan palautteen ja harjoitteluohjeiden tulostaminen selkeässä muodossa.

Kehittämistehtävä 1 on tehdä polkupyöräergometritestin opas, joka sisältää ohjeet

- asiakkaalle polkupyöräergometritestiin valmistautumiseen
- testiin liittyvien terveystieteiden arviointiin
- polkupyöräergometritestin tekemiseen manuaalisäätöistä polkupyöräergometriä käyttäen
- testitulosten laskemiseen Excel -laskentataulukkoa käyttäen
- palautteen antamiseen asiakkaalle.

Kehittämistehtävänä 2 on Excel-laskentataulukon kehittäminen, jolla voidaan

- määrittää testissä käytettävät tehotasot
- arvioida testissä käytettyjen tehotasojen ja asiakkaan sykkeen perusteella asiakkaan absoluuttinen sekä painoon suhteutettu hapenottokyky (VO_2max) ja verrata niitä viitearvoihin
- laskea suositellut harjoittelun syketasot
- tulostaa asiakkaalle yhteenveto testin tuloksista sekä suositelluista harjoitteluohjeista.

1.3 Toimeksiantajan esittely

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi LAB-ammattikorkeakoulu. LAB-ammattikorkeakoulu aloitti toimintansa vuonna 2020, kun Lahden ja Saimaan ammattikorkeakoulut yhdistyivät. LAB-ammattikorkeakoulu toimii Lahdessa, Lappeenrannassa sekä verkkokampuksella. Se tarjoaa opintoja viidellä eri koulutusalueella: sosiaali- ja terveysala, tekniikka, liiketalous, hotelli-, ravintola- ja matkailuala sekä muotoilu, kuvataide ja visuaalinen viestintä. (LAB-ammattikorkeakoulu.) Vuonna 2023 LAB-ammattikorkeakoulussa opiskeli 9 837 opiskelijaa ja se oli opiskelijamäärällä mitattuna Suomen seitsemänneksi suurin ammattikorkeakoulu (Suomen virallinen tilasto 2024).

Opinnäytetyötä tullaan hyödyntämään sosiaali- ja terveysalaan kuuluvassa fysioterapiakoulutuksessa. Opinnäytetyön tuloksena syntyneet opas ja tulostenlaskentataulukko tarjoavat helpon ja nopean keinon epäsuoran polkupyöräergometritestin opiskeluun sekä tulosten käsittelyyn. Yhteyshenkilönä LAB-ammattikorkeakoululla toimi Lahden toimipisteessä kuoritusfysiologian opintojaksosta vastaava opettaja.

2 Fyysinen kunto ja kuntotestaus

2.1 Fyysisen kunnan määritelmä

Fyysiselle kunnolle ei ole olemassa yhtä yksiselitteistä määritelmää. Willgoosen (1961) mukaan fyysisen kunto on kykyä sietää fyysistä aktiivisuutta ilman vakavaa fyysistä väsymystä. (Keskinen ym. 2018, 11.) Åstrand jakaa fyysisen suorituskyvyn energian tuottamiseen, hermo-lihas-järjestelmän toimintaan sekä psyykkisiin tekijöihin. Energian tuottaminen kattaa aerobiset ja anaerobiset prosessit. Hermo-lihas-järjestelmän toiminta kattaa voimantuoton sekä suoritustekniikan. Psyykkiset tekijät sisältävät motivaation sekä taktiikan. (Åstrand 1992, Keskinen ym. 2018, 13 mukaan.) UKK-instituutti (2023) jakaa fyysisen kunnan kestävyyskuntoon, liikehallintaan, liikkuvuuteen, lihasvoimaan ja lihaskestävyyteen, luuston lujuuteen ja kehon koostumukseen.

Fyysisen kunnan merkitys riippuu kohderyhmästä. Hyvä fyysinen kunto tarkoittaa huippu-urheilijalle eri asiaa kuin tavalliselle ihmiselle. Tavalliselle ihmiselle hyvä fyysinen kunto voi tarkoittaa sitä, että hän selviää normaaleista arjen toiminnoista kokematta epämiellyttäviä fyysisiä tuntemuksia. Huippu-urheilijalle se merkitsee sitä, että hän voi kilpailla harrastamassaan lajissa huipputasolla. (Keskinen ym. 2018, 11.)

Tässä opinnäytetyössä fyysistä kuntoa tarkastellaan UKK-instituutin jakoa mukaillen kehon koostumuksen, kestävyyskunnan, lihasvoiman ja lihaskestävyyden sekä liikehallinnan ja liikkuvuuden näkökulmista. Liikunta ja urheilu ovat tahdonalaista toimintaa, joten keskushermoston ohjauksella ja kognitiivisilla toiminnoilla on suora vaikutus suoritukseen. Tästä syystä psyykkiset tekijät, kuten motivaatio ja vireystila vaikuttavat suuresti testituloksiin. (Keskinen ym. 2018, 65.) Näitä asioita ei kuitenkaan yleensä mitata kuntotestauksen yhteydessä eikä niitä käsitellä tässä opinnäytetyössä. Luuston lujuus rajataan myös tämän työn ulkopuolelle.

2.2 Kuntotestaus

Fyysisen kunnan testaamisella tai kuntotestauksella tarkoitetaan ihmisen fysiologisten ominaisuuksien kuten aerobisen energiantuoton, sydämen, verenkierto- ja hengityselimistön toiminnan sekä lihasvoiman ja tuki- ja liikuntaelimistön toiminnan mittaamista. Testaaminen ei koskaan saisi olla itsetarkoituksellista, vaan sen tulisi aina palvella asiakkaan tavoitteita. Testaamisen tavoitteet ovat erilaisia eri henkilöillä. Esimerkiksi urheilijan tai tavoitteellisesti kuntoilevan henkilön kohdalla testaamisen avulla pyritään seuraamaan kehitystä sekä ohjaamaan harjoittelua kehittymisen kannalta oikeaan suuntaan. (Keskinen ym. 2018, 12–15.) Ikääntyneen henkilön kohdalla kuntotestaamisella voidaan selvittää esimerkiksi jäljellä

olevaa toimintakykyä sekä pyrkiä ennustamaan terveyden ja toimintakyvyn muutoksia (Suni & Taulaniemi 2012, 46). Sairaudesta tai vammasta toipuvan henkilön kohdalla testaamisella voidaan seurata toipumista sekä kuntoutuksen onnistumista (Keskinen ym. 2018, 64–65).

Suorituskyky- tai kuntotestit ovat vakioidusti suoritettavia objektiivisia mittauksia (Suni & Taulaniemi 2012, 46). Fyysisen kunnon eri osa-alueita testataan erilaisilla fyysisillä suorituskyky- tai kuntotesteillä. Kunkin osa-alueen testaamiseen on kehitetty useita erilaisia laboratorio-olosuhteissa suoritettavia kuntotestejä, kenttätestejä sekä urheilijoille lajikohtaisia suorituskykytestejä. (Keskinen ym. 2018.)

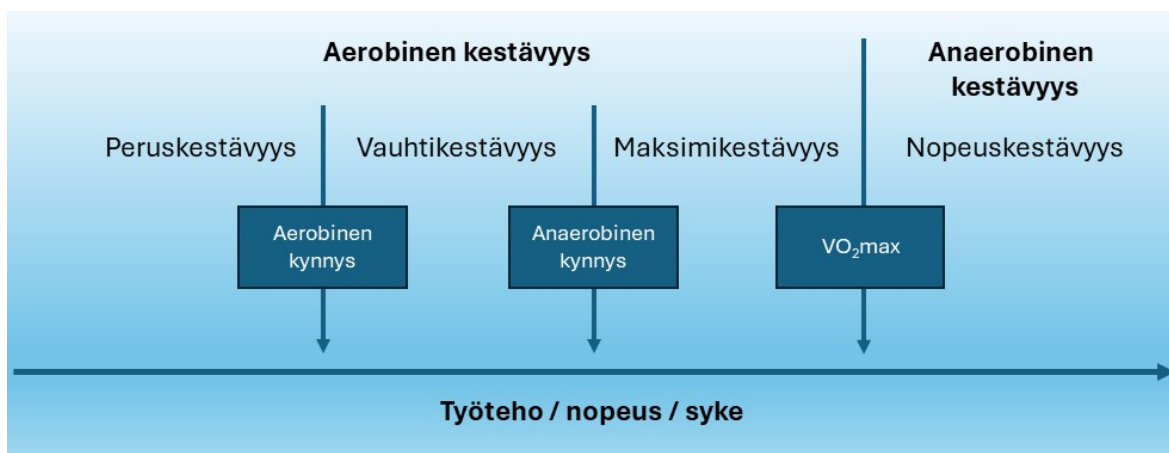
2.3 Kehon koostumus ja antropometriset mittaukset

Antropometrisillä mittauksilla mitataan ensisijaisesti pituuteen, kehon massaan, kehon mitasuhteisiin ja koostumukseen liittyviä tekijöitä. Kehon koostumusta koskevia tietoja käytetään kuvaamaan aliravitsemusta tai lihavuutta. Terveillä aikuisilla antropometriaa voidaan käyttää osana terveydentilan seurantaa ja urheilijoilla osana harjoittelun vaikutusten ja ravitsemuksen riittävyden seurantaa. (Keskinen ym. 2018, 47.)

Esimerkkejä antropometrisistä mittauksista ovat pituuden ja painon mittaus sekä niistä laskettava painoindeksi (BMI = Body Mass Index). Painoindeksi ei ota huomioon kehon koostumusta. Tämän takia etenkin urheilijoilta mitataan usein myös rasvaprosentti, jonka avulla kehon koostumuksesta saadaan tarkempi kuva. Muita yleisiä antropometrisiä mittauksia ovat esimerkiksi vyötärön ja lantion ympärysmitta sekä niistä laskettava vyötärö-lantio -suhde. Erilaiset biosähköisellä impedanssimenetelmällä toimivat kehonkoostumusmittalaitteet ovat yleistyneet viime vuosina. (Keskinen ym. 2018, 47–54.)

2.4 Kestävyyskunto

Kestävyyskunto voidaan ymmärtää elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisen kuormituksen aikana (Keskinen ym. 2007, 51). Henkilön suorituskyky pitkäkestoisen liikuntasuorituksen aikana riippuu pääasiassa kahdesta tekijästä: hapen kuljetuksesta hengitysilmosta työskenteleville lihaksille sekä lihasten kyvystä käyttää happea energiantuottoon. Kestävyysuorituskykyyn vaikuttavat erityisesti maksimaalinen hapenottokyky ($VO_2\max$) sekä ventilaatio ja laktaattikynnykset. (Keskinen ym. 2018, 65.) Suomessa kestävyysurheiluvallennuksessa yleisesti käytetyt aerobinen- sekä anaerobinen kynnys on perinteisesti määritelty ventilaatio- ja laktaattikynnysten avulla. Kuva 1 esittää näiden kynnysten suhdetta työtehoon. Aerobinen- ja anaerobinen kynnys sekä $VO_2\max$ jakavat kestävyysharjoittelussa käytetyn harjoitusalueen perus-, vauhti-, maksimi- sekä nopeuskestävyysalueisiin. (Keskinen ym. 2007, 51.)



Kuva 1. Aerobinen- sekä anaerobinen kynnystaso sekä VO₂max (mukailtu Keskinen ym. 2007)

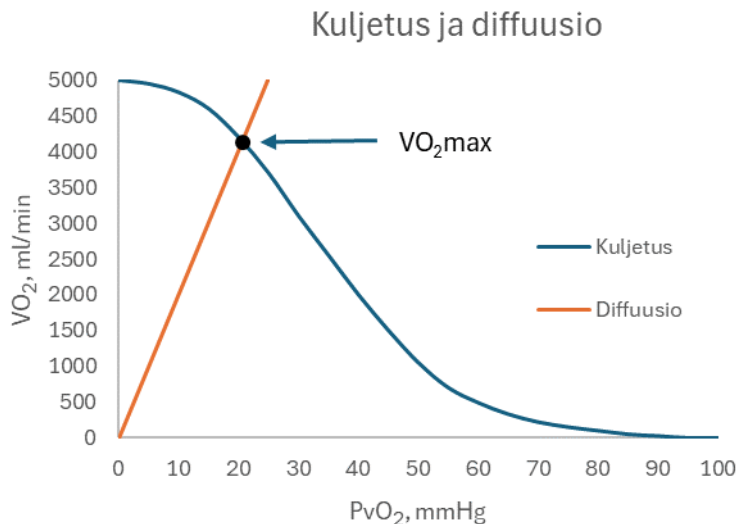
Maksimaalinen hapenottokyky VO₂max

Maksimaalinen hapenottokyky (VO₂max) tarkoittaa maksimaalista hapenkulutusta aikayksikköä kohden, jonka testattava henkilö saavuttaa suorituksessa, jossa isot lihasryhmät tekevät työtä ja suoritusta jatketaan progressiivisesti nousevassa kuormituksessa uupumukseen asti (Keskinen ym. 2007, 52). Maksimaalinen hapenottokyky voidaan ilmoittaa absoluuttisena tilavuutena minuutissa (l/min) tai kehonpainoon suhteutettuna (l/kg/min) (Keskinen ym. 2018, 94). Hengitys ja verenkiertoelimistön kunnon kannalta hapen siirtoketjun toiminnan kuormittavan liikunnan aikana voi pelkistää kahteen tekijään:

- hapen kuljetus hengitysilmaasta työskenteleville lihaksille
- hapen diffuusio lihaksissa kapillaareista mitokondrioihin sekä lihasten kyky käyttää happea energiantuotantoon (Levine 2008; Wagner 2000; 2001; Keskinen ym. 2018 mukaan).

Yksinkertaistettuna maksimaalinen hapenottokyky (VO₂max) voidaan mallintaa piirtämällä hengitys- ja verenkiertoelimistön hapen kuljetuskapasiteetin sekä lihasten diffuusiokyvyn

kuvaajat samaan koordinaatistoon (Kuvio 1). Tällöin $VO_2\text{max}$ sijaitsee kuvaajien leikkauspisteessä. (Keskinen ym. 2018, 67.)



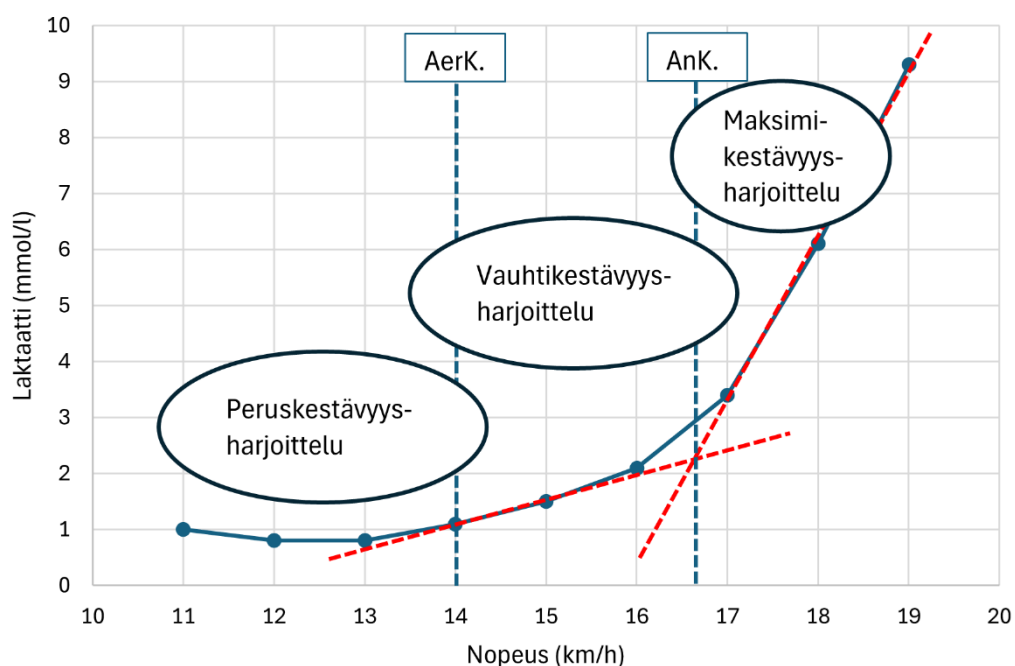
Kuvio 1. Hapen jakeluun vaikuttavien tekijöiden merkitys maksimaaliseen hapenottookykyyn (mukailtu Keskinen ym. 2018, 67)

Ventilaatio- ja laktaattikynnykset sekä aerobinen ja anaerobinen kynnys

Suomessa kestävyysharjoittelussa käytettyjen harjoitusalueiden määrittäminen on perustunut 1970-luvulta lähtien aerobiseen ja anaerobiseen kynnykseen (Nummela 2018). Aikaisemmin aerobisen ja anaerobisen kynnyksen määrittämissä kriteereissä käytettiin sekä laktaattia että ventilaatiokynnyksien määrittämissä kriteereihin. Tämä vaikeutti kynnyksien määrittämistä, koska ventilaatio- ja laktaattikynnykset eivät aina ole samassa kohdassa. Nykyisissä ohjeissa aerobinen ja anaerobinen kynnys määritellään pelkästään laktaattikynnyksien perusteella. (Keskinen ym. 2018.)

Suomessa ensimmäinen laktaattikynnys, ja samalla aerobinen kynnys, on määritetty tehoksi, jolla laktaatin määrä veressä on noussut 0,3 mmol/l matalimmasta tasosta. Tämä kuvaa tehoa, jonka vaatima energia voidaan tuottaa lähes yksinomaan aerobisella energiantuotolla. Aerobisella kynnyksellä sydämen syke on normaalisti 30–40 lyöntiä alle maksimisykkeen ja laktaattipitoisuus on 1,0–2,5 mmol/l. Aerobisen kynnyksen tasolla ja sitä matalammalla teholla tapahtuvaa harjoittelua kutsutaan peruskestävyysharjoitteluksi. Tämän tehoista kuormitusta voidaan ylläpitää yhtäjaksoisesti useita tunteja uupumatta. (Keskinen ym. 2018, 96–97.)

Ensimmäisen laktaattikynnyksen jälkeen veren laktaattipitoisuus nousee lineaarisesti kuormitusintensiteetin kasvaessa, kunnes tulee kohta, jossa laktaattipitoisuuden nousussa havaitaan selvä lisäys (Kuvio 2). Tämä kohta vastaa tehoa, joka voidaan ylläpitää niin, että veren laktaattimäärä ei kasva suorituksen aikana. Tällöin lihasten laktaatin tuotto ja elimistön kyky poistaa laktaattia verenkierrosta ovat tasapainossa. Suomessa tämä piste määritellään veren laktaattipitoisuutta kuvaavan käyrän kahden lineaarisovitteen leikkauspisteen avulla (Kuvio 2). Ensimmäinen lineaarisovite määritetään aerobisen kynnyksen ja sitä seuraavan kuormitusportaan laktaattipitoisuuksien välille. Toinen sovite määritetään testin viimeisten kuormitusportaiden laktaattipitoisuuksien välille, joissa pitoisuus nousee yli 0,8 mmol/l. Aerobisen- ja anaerobisen kynnyksen välissä tapahtuvaa harjoittelua kutsutaan vauhtikestävyys- ja harjoitteluksi. Anaerobista kynnystä suuremmalla teholla tapahtuvaa harjoittelua kutsutaan maksimikestävyys- ja harjoitteluksi. (Keskinen ym. 2018, 97.)

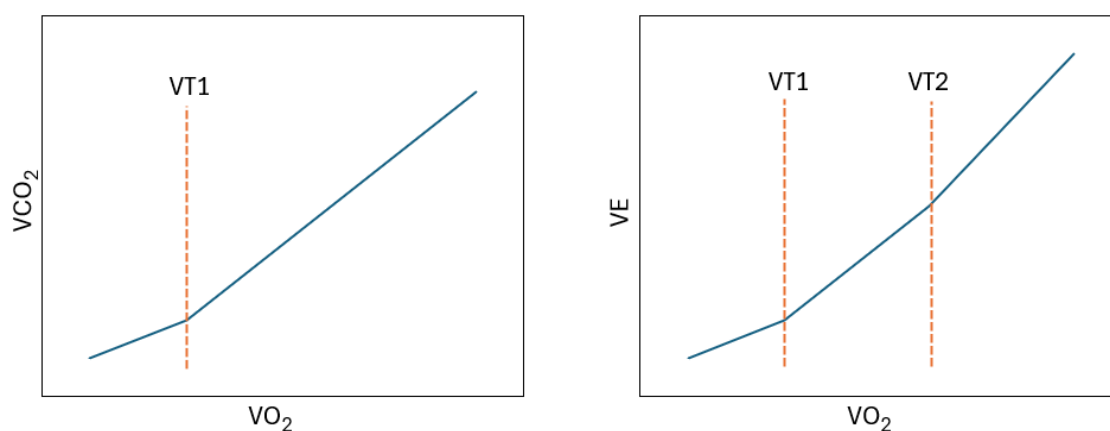


Kuvio 2. Aerobisen- ja anaerobisen kynnyksen juoksumattotestissä (mukailtu Keskinen ym. 2018, 97)

Ventilaatiokynnykset määritellään suorissa kuntotesteissä hengityskaasuanalysaattorin avulla. Kuormitustehon kasvaessa ventilaatio (V_E) ja hiilidioksidin tuotanto (V_{CO_2}) eivät kasva lineaarisesti suhteessa hapenkulutukseen (VO_2). Ensimmäinen ventilaatiokynnys (VT_1) voidaan määrittää vertaamalla hiilidioksidin tuotantoa (V_{CO_2}) tai ventilaatiota (V_E) suhteessa hapen kulutukseen (VO_2). Ensimmäinen ventilaatiokynnys (VT_1) sijaitsee

kohdassa, jossa ventilaatio (V_E) ja hiilidioksidin tuotanto (VCO_2) nopeutuvat suhteessa hapenkulutukseen (VO_2) (Kuvio 3). (Keskinen ym. 2018, 95–96.)

Ensimmäisen ventilaatiokynnyksen jälkeen ollaan isokapnisella tehoalueella, jolloin ventilaatio (V_E) ja hiilidioksidin tuotanto (VCO_2) kasvavat yhtä nopeasti. Toisen laktaattikynnyksen, tai anaerobisen kynnyksen jälkeen elimistön happamuus lisääntyy voimakkaasti. Elimistö pyrkii kompensoimaan tätä lisäämällä ventilaatiota. Tätä pistettä, jossa ventilaatio (V_E) kasvaa suhteessa hiilidioksidin tuotantoon (VCO_2) kutsutaan toiseksi ventilaatiokynnykseksi (VT_2) (Kuvio 3). (Keskinen ym. 2018, 95–96.)



Kuvio 3. Ventilaatiokynnysten määrittely hengitysmuuttujista (mukailtu Keskinen ym. 2018, 95)

Ventilaatiokynnykset voidaan määrittää vain suorassa hapenottokykytestissä hengityskasuanalysointilaitteen avulla (Keskinen ym. 2018, 95). Tämä opinnäytetyö keskittyy epäsuoraan polkupyöräergometritestiin. Tästä syystä ventilaatiokynnyksiä ei käsitellä tarkemmin tässä opinnäytetyössä.

2.5 Kestävyyskunnan testausmenetelmiä

Kestävyyskunnan testaamiseen on kehitetty useita erilaisia kenttätestejä sekä laboratorioissa tehtäviä suoria ja epäsuoria kuntotestejä. Kenttätestit ovat laboratorioissa tehtäviä testejä käytännöllisempiä. Niissä vaadittavat välineet ovat usein halpoja ja niiden avulla voidaan testata suuri joukko testattavia henkilöitä yhdellä kertaa. Juoksu- ja kävelytestit perustuvat usein tiettyssä ajassa kuljettuun matkaan tai tiettyyn matkaan kuluneeseen aikaan. Osa kenttätesteistä on kehitetty ennustekaavoja, joiden avulla VO_{2max} voidaan arvioida.

Lisäksi osaan testeistä on kehitetty suureen testimäärään perustuvia kuntoluokitustaulukoita. (Keskinen ym. 2018, 102.)

Kenttätestit

Kenttätesteistä ehkä tunnetuin ja eniten käytetty on Cooperin 12 minuutin juoksutesti. Testissä testattava juoksee tai kävelee tasaista vauhtia mahdollisimman pitkän matkan 12 minuutin aikana. Testin tulos antaa luotettavan kuvan testattavan kestävyyskyvystä. Cooperin 12 minuutin testiin on luotu ennusteyhtälö VO_2max -arvon arvioimiseksi. (Keskinen ym. 2018, 102.) Toinen Suomessa yleisesti käytetty kenttätesti on UKK-instituutin kehittämä 2 km:n kävelytesti. Tämä testi soveltuu hyvin vähän liikkuville ihmisille. Myös UKK-instituutin 2 km:n kävelytestille on olemassa ennusteyhtälö VO_2max -arvon arvioimiseksi sekä viitearvot kuntoluokille. Muita kestävyyskunnan kenttätestejä ovat muun muassa Cooperin 1,5 mailin juoksutesti, Cooperin 12 min uintitesti, Conconin juoksutesti, Conconin uintitesti, kestävyyskukulajuoksutesti ja Rockportin yhden mailin kävelytesti (Keskinen ym. 2018, 105–117).

Maksimaalinen ja submaksimaalinen testi

Maksimaalisessa testissä kuormitustasoa nostetaan testattavan uupumukseen asti. Maksimisuorituskykyä testattaessa maksimaalinen testi on tarkkin testimuoto. Maksimaalinen testi on kuitenkin testattavalle rasittavampi ja siihen liittyy suuremmat terveydelliset riskit. (Keskinen ym. 2018, 65.)

Submaksimaalisissa testeissä kuormitusta ei nosteta testattavan uupumukseen asti, joten niiden avulla voidaan vain arvioida maksimaalista aerobista tehoa sekä maksimaalista hapenottoa. Submaksimaalinen testi on testattavalle miellyttävämpi suorittaa kuin maksimitesti ja sen terveydelliset riskit ovat pienemmät kuin maksimaalisessa testissä. (Keskinen ym. 2018, 65.)

Suorat testit

Maksimaalisen hapenottoa suorassa testissä hengityskaasut mitataan kuormituksen aikana spiroergometriä eli hengityskaasuanalysointia käyttäen. Tällöin testattavan kasvojen edessä on maski, joka mittaa hengitysilman virtauksen sekä analysoi kaasujen koostumuksen. Suorat maksimaalisen hapenottoa testit tehdään pääsääntöisesti maksimitestinä, eli kuormitusta nostetaan uupumukseen asti. (Keskinen ym. 2007, 64–65.)

Suorien testien tarkkuus on parempi kuin epäsuorien testien. Pitkään harjoitelleiden urheilijoiden kestävyysominaisuudet kehittyvät vain noin 1–3 % vuodessa. Testien tarkkuus urheilijoiden kehitystä seurattaessa pitää olla tätä parempi. Tästä syystä urheilijoiden

testauksessa käytetään pääasiassa suoria testejä. Kunto- ja terveystestien testaamiselta ei vaadita yhtä suurta tarkkuutta, joten epäsuorat testimenetelmät ovat käyttökelpoisia heidän testaamisessaan. (Keskinen ym. 2007, 64–65.)

Suorien testien vaatima laitteisto on kalliimpi kuin epäsuorien testien laitteisto eikä niiden siirtäminen kenttäolosuhteisiin ole yhtä helppoa kuin epäsuoriin testeihin käytettävien laitteistojen (Keskinen ym. 2018, 118). Laitteisto vaatii myös säännöllistä kalibrointia sekä testien tekeminen erikoiskoulutetun henkilökunnan. Tästä syystä suorat testit suoritetaan yleensä testaamista varten perustetuissa testilaboratorioissa. (Keskinen ym. 2007, 63, 78.)

Epäsuorat testit

Epäsuorassa testissä hengityskaasuja ei mitata, vaan maksimaalinen hapenottokyky arvioidaan yleensä sykkeen ja nousevan kuormitustehon välistä lineaarista yhteyttä hyödyntäen (Keskinen ym. 2018, 118). Sykkeen ja hapenkulutuksen (VO_2) välistä yhteyttä voidaan pitää lineaarisena sykealueella 120–170 bpm (Lange Andersen ym. 1971). Epäsuorat testit voidaan suorittaa sekä maksimaalisena että submaksimaalisena testinä (Keskinen ym. 2007, 64).

Sekä suorissa- että epäsuorissa testeissä kuormitus voidaan tehdä eri kuormituslaitteita käyttäen. Yleisiä kuormitukseen käytettyjä laitteita ovat polkupyöräergometri, juoksumatto sekä soutuergometri. Urheilijoille on kehitetty myös muita lajikohtaisia kuormitusmenetelmiä. (Keskinen ym. 2007, 59.)

2.6 Lihasvoima ja lihaskestävyys

Lihasvoima voidaan jakaa hermolihasjärjestelmän motoristen yksiköiden rekrytoinnin määrän ja tavan sekä kulloistenkin energiantuottovaatimusten mukaan maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan (Keskinen ym. 2018, 169). Maksimivoima tarkoittaa suurinta voimatasoa, jonka yksittäinen lihas tai lihasryhmä pystyvät tuottamaan. Maksimivoiman saavuttaminen vie lihakselta noin 1,5–2,0 sekuntia eikä lihas jaksa ylläpitää maksimivoimaa kovin pitkään (<5 s). Maksimivoimaa tarvitaan raskaiden esineiden siirtelyyn. Urheilulajeista esimerkiksi painonnostossa vaaditaan mahdollisimman suurta maksimivoimaa. (Kauranen & Nurkka 2010, 144–145.) Maksimivoimaa voidaan mitata useilla eri tavoilla. Yleisesti käytettyjä tapoja ovat erilaisten voimadynamometrien avulla tehtävät isometriset (nivelkulma ei muutu testin aikana) mittaukset sekä kuntosalilaitteilla tai vapailla painoilla tehtävät maksimivoimatestit, kuten penkkipunnerrus, jalkaprässi tai jalkakyykky (Keskinen ym. 2018, 182–196).

Nopeusvoima kuvaa lihaksen kykyä tuottaa mahdollisimman suuri voimataso mahdollisimman lyhyessä ajassa. Nopeusvoimassa voimantuottoajat ovat hyvin lyhyitä (0,2–0,5 s).

(Keskinen ym. 2018, 169,196.) Nopeusvoimaa kuvataan usein ns. voima-aikakäyrällä. Nopeusvoiman merkitys korostuu erilaisissa heitto- ja ponnistussuorituksissa, joissa pyritään lyhyessä ajassa tuottamaan mahdollisimman suuri voimataso. (Kauranen & Nurkka 2010, 145.) Nopeusvoimaa voidaan testata erilaisten hyppy- ja heittotestien avulla sekä isometrisesti mittaamalla testaajan mittalaitteeseen aiheuttaman voiman voima-aikakäyrä (Keskinen ym. 2018, 182–196).

Kestovoimalla tarkoitetaan lihaksen tai lihasryhmän kykyä ylläpitää tiettyä voimatasoa tai kykyä toistaa tiettyä voimatasoa useita kertoja peräkkäin lyhyellä palautuksella. Kestovoimalla on tärkeä asema päivittäisistä toiminnoista selviämässä sekä yleisessä toimintakyvyssä. Liikuntalajeista kesto-voima korostuu hiihdon, pyöräilyn ja soudun kaltaisissa lajeissa. (Kauranen & Nurkka 2010, 145; Keskinen ym. 2018, 169.) Kestovoimaa voidaan testata erilaisilla dynaamisilla toistotesteillä sekä staattisilla (isometrisillä) testeillä. Esimerkkejä tällaisista testeistä ovat painoilla tehtävä toistotestit, etunojapunnerrukset, vatsa- ja selkälihasten toistotestit ja toistokyykistystestit sekä selkälihasten ja yläraajojen staattiset pitotestit. (Keskinen ym. 2018, 218–226.)

2.7 Liikehallinta ja liikkuvuus

Suni & Taulaniemi (2012) erittelevät liikehallinnasta viisi peruskykyä: tasapainokyky, reaktiokyky, koordinaatiokyky, suuntautumiskyky sekä liikeaistikyky. Keskinen ym. (2018) listaa myös ketteryyden ja rytmikyvyn liikehallinnan peruskyvyiksi. Liikehallintakyvyt luovat pohjan liikunnallisten perustaitojen oppimiselle. Käytännössä liikehallinta tarkoittaa aistien, keskus- ja ääreishermoston ja lihaksiston yhteistyötä ja kykyä selviytyä liikkumisesta sujuvasti, nopeasti, tarkoituksenmukaisesti sekä taloudellisesti. Liikehallintakyvyt ovat vahvasti synnynnäisiä, mutta niihin pystytään jossain määrin vaikuttamaan harjoittelulla. Liikunnallisia perustaitoja voidaan harjoitteleamalla muunnella ja yhdistellä monimutkaisten ja vaativien suoritusten aikaansaamiseksi, jolloin puhutaan motorisista taidoista (Suni & Taulaniemi 2012, 106; Keskinen ym. 2018, 237). Eri testistöt, kuten koululaisille tarkoitettu Move, nuorille urheilijoille suunnattu KTK-testi sekä aikuisille ja ikääntyneille tarkoitettu terveystestit sisältävät testejä motoristen taitojen mittaamiseksi (Keskinen ym. 2018, 238).

Liikkuvuus tai notkeus kuvaa yhden tai useamman nivelen suurinta mahdollista liikelaajuutta sekä lihasten ja sidekudosten vastustavaa voimaa tällä liikelaajuudella. Notkeus voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen notkeuteen. Staattinen notkeus kuvaa yhden tai useamman nivelen yli tapahtuvaa liikelaajuutta. Liikkuvuustestit, kuten selän sivutaivutus tai suoran jalan nostotesti mittaavat staattista notkeutta. Dynaaminen notkeus kuvaa liikkeen joustavuutta tai rakenteen vastusta venytykseen olemassa olevalla liikelaajuudella. Toimintakyvyn kannalta dynaaminen notkeus on tärkeämpi ominaisuus kuin staattinen

notkeus. Dynaamisen notkeuden mittaaminen liikkeen aikana on teknisesti hyvin vaikeaa. (Suni & Taulaniemi 2012, 128.) Notkeutta tai liikkuvuutta testataan erilaisilla liikkuvuustesteillä, kuten kurotustesti, eteentaivutus, selän sivutaivutus, hartianseudun liikelaajuustestit tai suoranjalan nostotestit (Suni & Taulaniemi 2012, 138–141; Keskinen ym. 2018, 229–233).

3 Epäsuora submaksimaalinen polkupyöraergometritesti

3.1 Testivaihtoehdot

Epäsuora submaksimaalinen polkupyöraergometritesti on yksi aerobisen kestävyuden arviointimenetelmistä. Submaksimaalisesta polkupyöraergometritestistä on olemassa useita eri muunnelmia, joissa poljettavien kuormaportaiden määrä sekä kuormitusportaiden kesto vaihtelevat. Useimmissa niistä maksimi työteho sekä maksimaalinen hapenottookyky ($VO_2\max$) arvioidaan sykkeen ja nousevan kuormitustehon välistä lineaarista yhteyttä sekä tunnettua tai iän mukaista maksimisykettä hyödyntäen. Epäsuorat submaksimaaliset polkupyöraergometritestit voidaan jakaa yksi- ja moniportaisiin testeihin. (Keskinen ym. 2007, 82–94.)

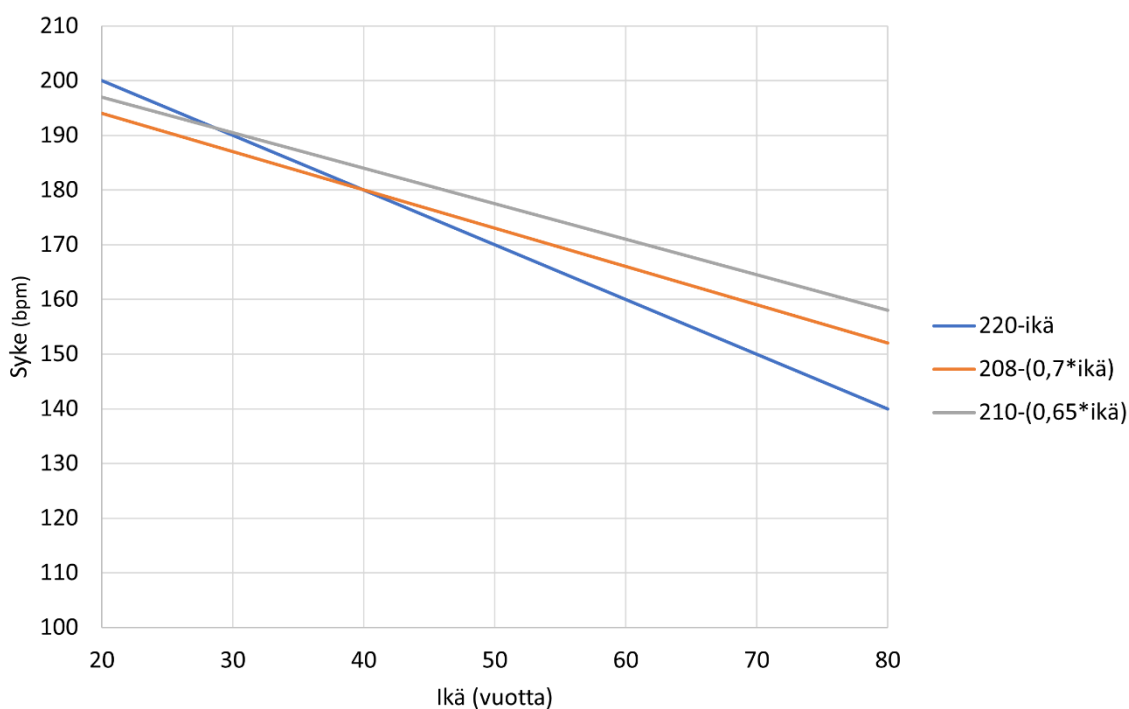
Esimerkki yksiportaisesta testistä on Åstrandin ja Ryhmingin kehittämä yksiportainen polkupyöraergometritesti. Siinä testattava polkee yleensä 6 minuutin ajan vakiokuormalla 50 kierrosta minuutissa tahtia. Testattavan syketaajuus mitataan jokaisen minuutin lopussa. Jos kahden viimeisen minuutin lopussa (5 ja 6 min) mitattujen sykkeiden ero on korkeintaan 5 lyöntiä minuutissa, ja syketaajuudet ovat alle 40-vuotiailla 130–170 lyöntiä minuutissa, voidaan testi lopettaa. Jos sykkeiden ero on yli 5 lyöntiä minuutissa, jatketaan testiä, kunnes kahden viimeksi mitatun sykkeen ero on maksimissaan 5 lyöntiä minuutissa. Yli 40-vuotiailla sykkeen tulee olla 120–150 lyöntiä minuutissa. Jos sykkeen taso on 2–3 minuutin kohdalla selvästi tavoitearvojen ulkopuolella, tulee testi lopettaa ja kuormitusta säätää tavoitesyketason saavuttamiseksi. Tulosten laskemiseksi käytetään avuksi Åstrand-Ryhmingin nomogrammia. Alkuperäinen Åstrandin ja Ryhmingin nomogrammi kehitettiin vertaamalla koehenkilöiden submaksimaalisella kuormalla tekemiä testituloksia suorassa kuntotestissä saatuihin tuloksiin. Nomogrammiin piirretään viiva käytetyn tehon ja mitatun sykkeen välille. Maksimaalinen hapenottookyky luetaan $VO_2\max$ -asteikolta kohdasta, jossa piirretty viiva leikkaa asteikon. (Keskinen ym. 2007, 82–85.)

Moniportaisissa submaksimaalisissa polkupyöraergometritesteissä maksimaalinen hapenottookyky ($VO_2\max$) arvioidaan sykkeen ja nousevan kuormitustehon välistä lineaarista yhteyttä sekä tunnettua tai iän mukaista maksimisykettä hyödyntäen. Näissä testeissä mitataan useampia submaksimaalisia syke-kuorma -pareja, joiden perusteella maksimaalinen hapenottookyky arvioidaan. Esimerkkejä moniportaisista polkupyöraergometritesteistä ovat esimerkiksi WHO:n (Lange Andersen ym. 1971), YMCA (Golding ym. 1989) ja Siconolfin (Siconolfi ym. 1982) polkupyöraergometritestit. (Keskinen ym. 2007, 126.) Tämä opinnäytetyö pohjautuu WHO:n moniportaiseen polkupyöraergometritestiin. Seuraavissa

kappaleissa käsitellään tarkemmin moniportaisen submaksimaalisen polkupyöraergometri-testin keskeisiä osatekijöitä.

3.2 Iän mukainen maksimisyke

Iän mukaista maksimisykettä käytetään epäsuorissa testeissä ekstrapoloitaessa kuormasykepareja maksimisykkeeseen, epäsuorien testien kuormitustasojen arvioinnissa ja liikunnan kuormitustasojen määrittämiseen. Iän mukaisen maksimisykkeen arvioimiseksi on luotu useita eri kaavoja. Tunnetuimpia kaavoja ovat American College of Sports Medicine (ACSM):n ($HR_{MAX} = 220 - \text{ikä}$), Tanakan ($HR_{MAX} = 208 - 0,7 \times \text{ikä}$) ja WHO:n ($HR_{MAX} = 210 - 0,65 \times \text{ikä}$) kaavat. (Keskinen ym. 2007, 79). Kuvio 4 esittää eri kaavojen antamat sykearvot eri-ikäisille henkilöille.



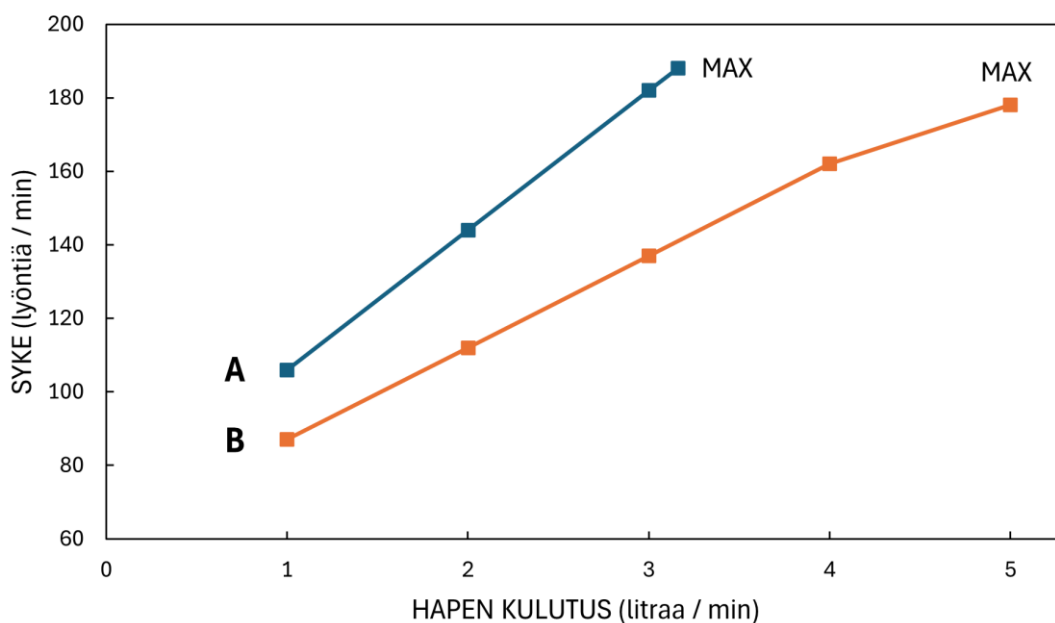
Kuvio 4. Iänmukainen maksimisyke eri kaavoilla laskettuna

Maksimisykkeen iänmukaiset arviot voivat olla riittävän tarkkoja väestötasolla, mutta yksilötasolla ne ovat osoittautuneet epäluotettaviksi (Whaley ym. 1992, Keskinen ym. 2018, 119 mukaan). Jos testattavan henkilön todellinen maksimisyke on tiedossa, sitä tulee aina käyttää testituloksia laskettaessa (Keskinen ym. 2018, 120).

3.3 Sykkeen ja kuormitustason lineaarinen yhteys

Sykkeen päivittäinen vaihtelu on noin 8 % kevyessä kuormituksessa, mutta vähenee noin 2 %:iin kuormituksen noustessa syketasolle 165 bpm (Savies 1986; Greiwe ym. 1995; Shephard & Lavallee 1978, Keskinen ym. 2018, 118 mukaan). Matalilla kuormitustasoilla sykkeen tasoa säätelee lähinnä parasympaattinen hermosto. Syketasoon matalilla kuormilla vaikuttaa mm. nestetasapaino, erilaiset ympäristötekijät ja psyykkiset tekijät. (Keskinen ym. 2007, 78).

Parasympaattisen hermoston sykettä säätelevä vaikutus katoaa noin 65 %:n tasolla maksimisykkeestä tai n. 50 % tasolla maksimaalisesta hapenkulutuksesta ($VO_2\max$). Tätä korkeammilla kuormitustasoilla sykkeen säätelystä vastaa lähinnä sympaattinen hermosto. (Tulppo ym. 1996, Keskinen ym. 2018, 118 mukaan.) Sykealueella 120–170 sykkeen ja hapenkulutuksen (VO_2) välistä yhteyttä voidaan pitää lineaarisena (Kuvio 5) (Lange Andersen 1971).



Kuvio 5. Syke submaksimaalisilla ja maksimaalisilla kuormilla, 20–30-vuotiaat miehet, A = vähän liikkuva henkilö, B = hyväkuntoinen henkilö (mukailtu Lange Andersen 1971)

3.4 Kuormitustasot

WHO:n moniportaisessa polkupyöräergometritestissä kuormatasot (3–4 kpl) pyritään valitsemaan niin, että ne ovat noin 40–80 % tasolla testattavan henkilön maksimaalisesta hapenottokyvystä (n. 60–90 % maksimisykkeestä). Aloituskorma (38 %) on verryttelykuorma, jonka avulla voidaan myös tarkentaa varsinaisten työkuormien tasot. 38 %:n kuorma jää sykkeen lineaarisen osan ulkopuolelle, eikä sitä käytetä maksimaalisen hapenottokyvyn arviointiin. WHO:n moniportaisessa polkupyöräergometritestissä varsinaisina työkuormina käytetään 52 %, 65 % ja 78 %:a testattavan henkilön arvioidusta maksimaalisesta hapenottokyvystä. (Keskinen ym. 2018, 121.)

Jos testattava henkilö tulee ensimmäistä kertaa testiin, tulee käytettävät kuormitustasot arvioida jollakin tavalla. Kuormitustasojen valintaan on kehitetty kuntotason, ikään ja kehon painoon suhteutettuja taulukoita sekä pelkkään ikään ja sykereaktioon perustuvia ohjeita (ACSM 1995; SVUL 1986, Keskinen ym. 2007, mukaan). 1990-luvulla yleistyneet Non-Exercise (NEx) -menetelmät tarjoavat yhden vaihtoehdon kuormitustasojen arvioimiseksi (Jackson ym. 1990; Georg ym. 1997, Keskinen ym. 2018, mukaan). Kaava 1 esittää maksimaalinen hapenottokyvyn (VO_2max) arvioinnin Jacksonin ym. (1990) kehittämällä kaavalla (Keskinen ym. 2018).

$$VO_2max = 56,363 + 1,921 \times (* \text{aktiivisuusluokka}) - 0,381 \times (\text{ikä}) - 0,754 \times (BMI) + 10,987 \times (** \text{sukupuoli}) \quad (1)$$

Missä: *aktiivisuusluokka: 0 = välttää liikuntaa, 1 = liikkuu satunnaisesti, 2 = 10-60min/vko, 3 = yli 1h/vko, 4 = rasittavaa liikuntaa alle 30min/vko, 5 = rasittavaa liikuntaa 30-60min/vko, 6 = rasittavaa liikuntaa 1-3 h/vko, 7 = rasittavaa liikuntaa yli 3h/vko. **sukupuoli: mies = 1, nainen = 0

Laskettua maksimaalista hapenottokykyä vastaava poljentateho voidaan laskea kaavalla 2 (Keskinen ym. 2018).

$$P_{MAX} = \frac{(VO_2max - 3,5)}{12,35} \times (\text{paino}) \quad (2)$$

Kuormitusportaat voidaan laskea kertomalla maksimaalinen poljentateho halutulla kuormitusprosentilla. Esimerkiksi 52 % kuorma saadaan kaavalla 3 (Keskinen ym. 2018).

$$P_{52\%} = \frac{P_{MAX}}{100} \times 52 \quad (3)$$

3.5 Tulosten laskeminen

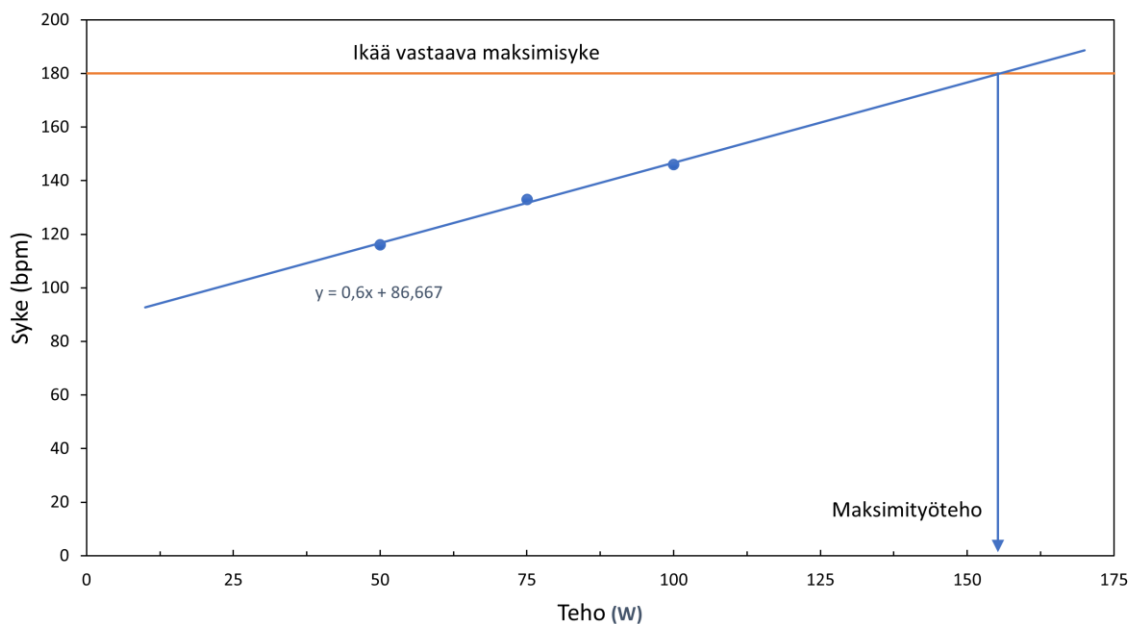
Moniportaisen polkupyöräergometritestin tulokset on perinteisesti arvioitu piirtämällä millimetripaperille x-y koordinaatistoon portaiden 2–4 syke-kuorma -pisteet siten, että y-akselilla on syke (bpm) ja x-akselilla on kuorma (W). Syke-kuorma -pisteiden avulla piirretään suora (lineaarinen regressiosuora), jota jatketaan tunnettuun tai iänmukaiseen maksimisykkeeseen asti. Kohdasta, jossa lineaarinen regressiosuora leikkaa maksimisykkeen piirretään pystysuora viiva x-akselille, josta voidaan lukea maksimisykettä vastaava maksimiteho (P_{MAX}). (Keskinen ym. 2007, 89.) Tämä maksimitehon muuntamiseksi maksimaaliseksi hapenottokyvyksi on luotu eri kaavoja. Kaava 4 esittää Mänttärin ym. (1998, Keskinen ym. 2018 mukaan) kehittämän kaavan.

$$VO_2 \max(ml \times kg^{-1} \times min^{-1}) = \frac{12,35 \times P_{MAX}}{(kehon\ paino)} + 3,5 \quad (4)$$

Kaava 5 esittää puolestaan American College of Sports Medicine (ACSM) kehittämän kaavan (Liguori ym. 2021).

$$VO_2 \max(ml \times kg^{-1} \times min^{-1}) = \frac{11,016 \times P_{MAX}}{(kehon\ paino)} + 7 \quad (5)$$

Nykyään maksimaalisen työtehon ja hapenkulutuksen laskeminen on helpompaa tehdä taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen. Maksimisykettä vastaava maksimityöteho lasketaan muodostamalla testin aikana mitattujen syke-teho -parien lineaarinen regressio. Tämä lineaariregressio ekstrapoloidaan tunnetulle tai iänmukaiselle maksimisykkeelle, jolloin voidaan määrittää maksimisykkeen mukainen maksimaalinen teho (P_{MAX}). Tämä teho voidaan muuntaa $VO_2\max$ -arvoksi joko Mänttärin ym. (4) tai ACSM:n (5) kaavaa hyväksi käyttäen. (Keskinen ym. 2018.) Kuvio 6 esittää esimerkin maksimaalisen työtehon laskemisesta taulukkolaskentaohjelman avulla.



Kuvio 6. Esimerkki maksimaalisen tehon määrittämisestä taulukkolaskentaohjelman avulla submaksimaalisten syke-teho -parien perusteella (mukailtu Keskinen ym. 2018, 126)

3.6 Poljentanopeuden vaikutus

Lange Andersenin ym. (1971) suosituksen mukaan poljentanopeuden tulisi pysyä testin aikana vakiona ja olla 50–60 kierrosta minuutissa (rpm). Tämä suositus perustuu mekaanisella jarrulla varustetun polkupyöräergometrin käyttöön.

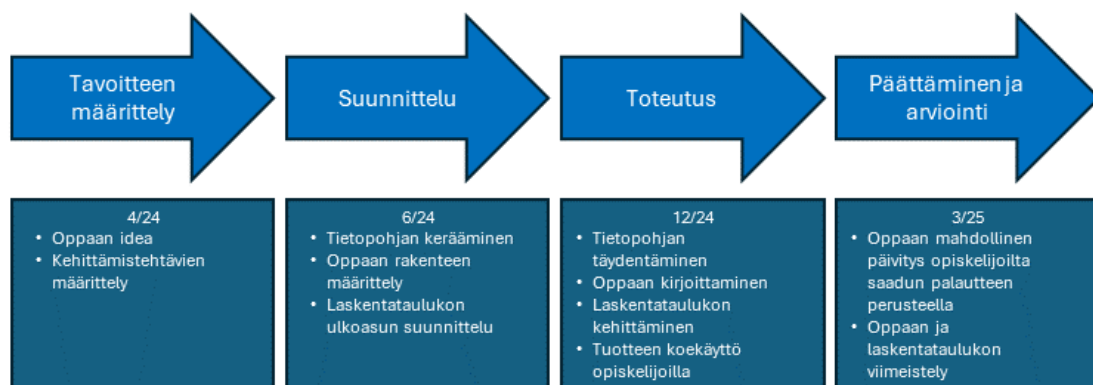
Nykyisillä sähköisesti ohjatuilla ja polkemistehon vakiona pitävillä polkupyöräergometreillä 50–80 rpm polkemisnopeuksilla ei ole havaittu vaikutusta mitattuun tai arvioituun maksimaaliseen hapenottokykyyn (mm Swein ym. 1997; Sidossis 1992, Keskinen ym. 2018 mukaan). Suosituksena voidaankin pitää, että testattava saa itse valita poljentanopeuden 55–75 rpm väliltä (Keskinen ym. 2018).

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Tämän opinnäytetyön muoto on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallinen opinnäytetyö on yksi ammattikorkeakoulun opinnäytetyön muodoista (Vilkkä & Airaksinen 2003). Toiminnallisessa opinnäytetyössä opinnäytetyön tuloksena syntyy jokin tuotos, joka voi olla esimerkiksi opas, esite, perehdytyskansio tai prosessikuvaus (Salonen 2013).

Tämän opinnäytetyön tuotoksien kehittämisprosessi eteni Salosen lineaarisen mallin mukaan (Kuva 2). Toiminnallisen opinnäytetyön alussa syntyy idea työn aikana syntyvästä tuotoksesta. Tavoitteen määrittelyvaiheen aikana arvioidaan tuotoksen toteuttamiskelpoisuus ja määritellään kehittämistehtävät. Suunnitteluvaiheessa näistä kehittämistehtävistä muodostetaan kirjallinen kehittämissuunnitelma. Suunnitteluvaiheessa kerätään myös työn kannalta tarvittava tietopohja eli viitekehys. Toteutusvaiheessa syntyy varsinainen tuotos. Tämä vaihe voi olla koko projektin vaativin ja pisin vaihe. Toteutusvaihe voi myös sisältää tuotoksen koekäytön sekä palautekyselyn. Päätätimis- ja arviointivaiheessa syntynyt tuotos arvioidaan ja viimeistellään saadun palautteen perusteella. Opinnäytetyöprosessissa myös raportin kirjoittaminen voidaan katsoa kuuluvan päätätimisvaiheeseen. (Salonen 2013.)



Kuva 2. Oppaan kehittämisen lineaarinen malli. Mukailtu Salonen (2013).

4.2 Tutkimusasetelma ja -aineisto

Tämän opinnäytetyön kohderyhmä ovat LAB-ammattikorkeakoulussa Lahdessa opiskelevat fysioterapiaopiskelijat. LAB-ammattikorkeakoulussa järjestetään fysioterapiakoulutusta Lahden lisäksi myös Lappeenrannassa. Kohderyhmäksi rajattiin kuitenkin Lahden opiskelijat, koska Lahdessa polkupyöraergometritestit on tehty perinteisesti manuaalisäätöistä

polkupyöräergometria käyttäen. Lappeenrannan toimipisteessä on käytettävissä tietokoneohjatut polkupyöräergometrit sekä myös suoraan polkupyöräergometritestiin tarvittava laitteisto.

Tuotoksiksi rajattiin submaksimaalisen epäsuoran polkupyöräergometritestin opas sekä testitulosten laskentataulukko perusterveiden aikuisten henkilöiden testaamista varten. Testityypiksi valittiin epäsuora testi, koska LAB-ammattikorkeakoulun Lahden yksikössä ei ole suoran polkupyöräergometritestin tekemiseen vaadittavaa laitteistoa. Kuormitustavaksi valittiin submaksimaalinen kuormitus, koska se on turvallisempi tapa kuin maksimaalinen kuormitus, eikä etenäkään terveitä henkilöitä testattaessa vaadi lääkärin valvontaa (Keskinen ym. 2018, 118). Epäsuoran polkupyöräergometritestin tekemiseen löytyy valmiita kaupallisia sovelluksia, kuten Fitware, mutta nämä ovat yleensä kuukausimaksullisia eivätkä näin ole taloudellisesti järkeviä opetuskäyttöön (Ainohealth 2019).

4.3 Tiedonkeruumenetelmät

Opinnäytetyön viitekehys eli tietoperusta luotiin kirjallisuushakujen avulla. Viitekehys selittää olemassa olevaan tietoon nojaten kehittämistehtävän taustalla olevia ilmiöitä ja teorioita (Kananen 2015, 82). Aineisto viitekehystä varten valittiin implisiittisen prosessin mukaan. Implisiittisessä valinnassa ei raportoida aineiston hankintaan käytettyjä tietokantoja tai valintaan käytettyjä sisäänottokriteerejä, vaan aineiston luotettavuus tuodaan esille raportin tekstissä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä aineiston kokoamisessa ei ole oleellista ennalta asetettujen ehtojen mukainen hakuprosessi, vaan mukaan valitun aineiston sisältö suhteessa kehittämistehtäviin. Tällöin sekä kehittämistehtävä että siihen vastaamaan valittu aineisto tarkentuvat koko prosessin ajan. (Kangasniemi ym. 2013.)

Kirjallisuushaussa painettua kuntotestausta käsittelevää kirjallisuutta haettiin Outi kirjastojen sekä LAB Primon hakukoneilla. Hakukohteet valikoituivat käytännön syistä. Opinnäytetyön tekijällä on kirjastokortit ko. kirjastoihin ja materiaalin lainaaminen näistä kirjastoista on mahdollista. Opinnäytetyön luonteen vuoksi (kehittämistehtävä) suurin osa viitekehysten lähdemateriaalista koostui fyysisen kunnan testaamiseen keskittyvästä painetusta kirjallisuudesta. Lisäksi tietoa haettiin polkupyöräergometriä valmistajien kotisivuilta, polkupyöräergometriä käyttäoppaista ja internetlähteistä Google -hakukonetta käyttäen. Internetistä haetuista lähteistä pyrittiin valitsemaan vain luotettavaksi arvioituja lähteitä, kuten UKK-instituutti, Liikuntatieteellinen seura sekä Duodecim. Oppaan ja laskentataulukon kehittämisvaiheessa tietopohjaa täydennettiin vielä hakemalla työn kannalta relevantteja tutkimusartikkeleita manuaalista hakua käyttäen eri tieteellisistä tietokannoista. Tässä vaiheessa haettiin myös ensimmäisessä vaiheessa käytetyissä painetuissa kirjoissa mainittuja ensisijaisia lähteitä.

Toisena tiedonkeruumenetelmänä oli fysioterapiaopiskelijoille tehty palautekysely. Kysely on yksi tutkimuksen aineistonkeruumenetelmä. Siinä kohdehenkilöt muodostavat otoksen tutkittavasta perusjoukosta. (Hirsjärvi ym. 2010.) Kyselyn tavoitteena oli löytää tulostenlaskentataulukosta sekä oppaasta mahdolliset selvät virheet sekä saada palautetta niiden helppokäyttöisyydestä sekä visuaalisesta ilmeestä.

Oppaan ja tulostenlaskentataulukon valmistuttua ne annettiin koekäyttöön LAB-ammattikorkeakoulun Lahden yksikön kuormitusfysiologian opintojaksoa suorittaville opiskelijoille. Opiskelijat tekivät oppitunnilla toisilleen epäsuoran polkupyöräergometritestin oppaan avulla ja laskivat tulokset tulostenlaskentataulukkoa apuna käyttäen. Koekäytön jälkeen heille tehtiin kysely oppaan ja laskentataulukon käytettävyydestä, selkeydestä sekä pyydettiin kehittämisideoita. Kysely oli puolistrukturoitu, jossa selkeyttä ja käytettävyyttä käsittelevät kysymykset olivat Likert-asteikolla olevia. Kuusi ensimmäistä kysymystä koskivat tulostenlaskentataulukkoa. Seuraavat kuusi kysymystä koskivat opasta. Lopuksi oli yksi avoin kysymys, jolla opiskelijat pystyivät antamaan vapaata palautetta sekä kehittämisideoita. Kyselyn sisältö on liitteessä 2.

Palautekysely tehtiin Excel -ohjelmistolla, josta tulostettiin paperiset kyselykaavakkeet palautteen antamista varten. Kyselykaavakkeet ja saatekirje jaettiin opiskelijoille oppitunnin alussa ja he täyttivät palautteen heti oppitunnin lopuksi. Tällä toivottiin saavutettavan parempi vastausprosentti, kuin jos kysely olisi tehty sähköisenä ja oppilaat olisivat saaneet vastata siihen omalla ajallaan oppitunnin jälkeen. Vastaaminen palautekyselyyn oli vapaaehtoista ja palaute annettiin nimettömänä.

4.4 Tuotoksen kehittämisprosessi

Opinnäytetyön idea syntyi fysioterapiaopintoihin kuuluvan kuormitusfysiologian opintojakson aikana, jolloin Lahden toimipisteessä tehtiin epäsuora polkupyöräergometritesti. Testin tulokset laskettiin vielä perinteisesti millimetripaperia ja viivainta apuna käyttäen. Tästä syntyi idea laskentataulukon kehittämiseksi tulosten laskemisen helpottamiseksi. Myös epäsuoran polkupyöräergometritestin ohjeistus koettiin epäselväksi, joten oppaan tekeminen muodostui toiseksi kehittämistehtäväksi.

Tavoitteen määrittely

Idea opinnäytetyön aiheesta esitettiin opinnäytetöistä vastaavalle opettajalle sekä kuormitusfysiologian opintojaksosta Lahden toimipisteessä vastaavalle opettajalle. Molemmat pitivät aihetta toteuttamiskelpoisena. Tämän jälkeen kehittämistehtävät rajattiin kappaleessa 1.2 esitettyihin tehtäviin.

Oppaan tuli soveltua sekä opetuskäyttöön, että myöhemmin mahdollisesti kaupallisesti tarjottavaan polkupyöräergometritestien tekemiseen. Oppaan tuli sisältää tiiviissä muodossa kaikki tarvittavat tiedot polkupyöräergometritestin tekemiseksi sekä tulosten laskemiseksi ja tulkitsemiseksi. Oppaan avulla kenen tahansa opiskelijan tai henkilökuntaan kuuluvan henkilön piti kyetä tekemään polkupyöräergometritesti asiakkaalle, sekä antaa palautetta testin tuloksesta.

Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa määriteltiin tarkemmin oppaan ja laskentataulukon sisältö. Opinnäytetyön viitekehys eli tietopohja kerättiin suunnitteluvaiheessa. Oppaan tietopohjan runko luotiin pääasiassa kirjallisuushaun avulla löydetyn painetun kuntotestausta käsittelevän kirjallisuuden perusteella. Suunnitteluvaiheessa suunniteltiin myös alustava runko toisena tiedonkeruumenetelmänä olevalle fysioterapiaopiskelijoille tehtävälle kyselylle.

Polkupyöräergometritestiksi valittiin WHO:n moniportainen polkupyöräergometritesti, koska se on ollut kuormitusfysiologian opintojaksolla käytössä aikaisemminkin. Laskentataulukon tekemiseen valittiin Excel -ohjelmisto. Opas päätettiin tehdä Word -tekstinkäsittelyohjelmalla. Oppaasta päätettiin luoda lopuksi pdf -tiedosto. Myös oppaan Word-tiedosto annetaisiin opintojakson opettajalle myöhempää hyödyntämistä ja kehittämistä varten. Suunnitteluvaiheessa tehtiin kirjallinen kehittämissuunnitelma, johon kirjattiin kehittämistehtävät, työn viitekehys, kohderyhmät, tiedonkeruumenetelmät ja aineiston analysointimenetelmät sekä alustava projektin aikataulu.

Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa opas ja laskentataulukko tehtiin suunnitteluvaiheessa kerätyn tietopohjan perusteella. Koska opas tulisi sisältämään myös laskentataulukon käyttöohjeet, aloitettiin toteutusvaihe laskentataulukon kehittämisellä. Näin valmiista laskentataulukosta voitiin ottaa tarvittavat kuvat oppaaseen. Opinnäytetyöntekijällä oli jo ennen laskentataulukon kehittämisen aloittamista kohtalaiset taidot Excel -ohjelmiston käytöstä, mutta laskentataulukon monimutkaisuus osoittautui odotettua vaativammaksi. Yhdeksi toteutusvaiheen aikaa vievimmäksi tehtäväksi muodostuikin Excel -taulukkolaskentaohjelman käytön ja laskenta-kaavojen opiskelu.

Koska Excel -taulukko tuli sisältämään paljon eri toimintoja ja tietoja, päätettiin se jakaa loogisten kokonaisuuksien mukaan eri välilehdille. Tämä lisäsi taulukon selkeyttä ja paransi sen käytettävyyttä. Polkupyöräergometritestin tekemiseen vaadittavat asiat kerättiin kolmelle ensimmäiselle välilehdelle. Kuormitusportaat -välilehdellä käytetyt kuormitusportaiden aviointiin tarvittavat kaavat on esitelty kappaleessa 3.4. Kaavat täytyi muuntaa Excel -

ohjelmiston ymmärtämään muotoon sekä kerätä asiakkaalta tarvittavat tiedot kuormitusportaiden laskemista varten. Arvioidut kuormitustasot sekä niitä vastaavat arvioidut sykkeet tulostuvat Kuormitusportaat -välilehden lisäksi automaattisesti myös Tulokset -välilehdelle sekä Mittauspöytäkirja -välilehdelle. Koska arviointi voi antaa testattavan kuntoon nähden liian suuret tai pienet kuormitustasot, ei näitä arvoja käytetä suoraan maksimaalisen hapenkulutuksen tai kuntoluokkien laskennassa. Tällaisessa tilanteessa testaajan tulee muuttaa kuormitustasoja testin aikana, minkä vuoksi tulosten laskennassa tulee aina käyttää todellisia testissä käytettyjä tehotasoja.

Tulokset -välilehden ulkoasun suunnitteluun käytettiin paljon aikaa. Tämä sivu voidaan tulostaa asiakkaalle mukaan, joten sen tuli olla mahdollisimman selkeä. Liitteessä 3 on esimerkki Tulokset -välilehdeltä asiakkaalle tulostettavasta palautteesta. Sivun ylälaitaan päätettiin kerätä asiakkaan perustiedot. Asiakkaan nimi ja testin päivämäärä voidaan syöttää niille varatuille paikoille. Asiakkaan ikä, pituus ja paino kopioidaan automaattisesti Kuormitusportaat -välilehdeltä. Tietoihin päätettiin lisätä myös pituuden ja painon avulla laskettava painoindeksi (BMI) sekä painoindeksin perusteella annettava sanallinen palaute asiakkaan mahdollisesta ali- tai ylipainosta. Sanallinen palaute perustuu Pelttarin (2024) artikkelissa mainittuihin rajoihin. Asiakkaan perustietojen alle päätettiin sijoittaa testin kuormitusprofiili sekä siitä muodostettu graafinen esitys. Graafisen esityksen alle päätettiin kerätä kaikki testin tulokset. Maksimaalisen hapenkulutuksen laskemiseen käytetyt kaavat on esitelty kappaleessa 3.5. Maksimaalinen hapenkulutus päätettiin myös muuntaa MET-arvoksi. Koska yksi MET on hapenkulutuksena ilmaistuna 3,5 ml/kg/min, saadaan MET arvo kaavasta $VO_{2max}/3,5$ (Kaikkonen 2024). Yksi laskentataulukon kehittämisen vaikeimmista tehtävistä oli maksimaalisen hapenkulutuksen vertaaminen iän ja sukupuolen mukaisiin viitearvoihin. Tämä vaati sekä Viitearvot -välilehdellä olevan viitearvotaulukon muokkaamisen Excelin vertailufunktion ymmärtämään muotoon, että monimutkaisen funktion kehittämisen. Toiminto saatiin kuitenkin toimivaksi ja laskentataulukko tulostaa tuloksiin viitearvojen mukaisen kuntoluokan sekä sanallisen arvion siitä. Vertailussa käytetty viitearvotaulukko perustuu Shvartzin ja Reiboldin vuonna 1990 keräämään aineistoon (Keskinen ym. 2018, 104).

Tulokset -välilehden alaosaan päätettiin sijoittaa asiakkaan maksimi- ja leposykkeen perusteella laskettavat perus- vauhti- ja maksimikestävyysharjoittelun sykealueet. Sykealueiden alle päätettiin varata tila kirjallisia harjoitteluohjeita varten. Toteutusvaiheessa laskentataulukkoon päätettiin lisätä ominaisuus, jossa taulukko antaa kirjalliset harjoitteluohjeet automaattisesti asiakkaan kuntoluokan perusteella. Idea tähän syntyi erääseen kaupalliseen sovellukseen tutustumisen aikana, jossa oli myös tämä ominaisuus. Koska laskentataulukko vertasi jo asiakkaan maksimaalista hapenkulutusta viitearvoihin, haluttiin tätä

kuntoluokkaa hyödyntää myös palautteen antamisessa. Liikuntasuositukset -välilehdellä onkin jokaista kuntoluokkaa varten omat ohjeet, jotka kopioituvat automaattisesti Tulokset -välilehden alaosaan. Tämän ominaisuuden voi halutessaan kytkeä pois päältä, jolloin asiakkaalle voi kirjoittaa itse henkilökohtaiset harjoitteluohjeet. Tulokset välilehden loppuun varattiin vielä tila muistiinpanoille, johon voi halutessaan kirjata ylös testiin mahdollisesti vaikuttaneita asioita, kuten edeltävä harjoittelujakso, lääkitykset, tai sairaudet.

Kuormitusfysiologian opintojakson opettajien kanssa käydyssä Teams-palaverin aikana laskentataulukon päätettiin lisätä erillinen Mittauspöytäkirja -välilehti, jota voidaan käyttää tulosten kirjaamiseen polkupyöräergometritestin aikana. Tämä nähtiin tarpeelliseksi, koska tulosten laskennassa käytetään vain kunkin kuormitustason lopussa mitattua sykearvoa. WHO:n polkupyöräergometritestin ohjeistuksessa neuvotaan kuitenkin kirjaamaan syke sekä kuormitustason puolella välissä että lopussa. Lisäksi mittauspöytäkirjaan haluttiin lisätä mahdollisuus kirjata verenpaine, vaikka sen arvoa ei laskennassa käytetäkään hyväksi.

Oppaan suunnittelussa pyrittiin saavuttamaan tasapaino riittävän tietomäärän ja helpon luettavuuden välillä. Oppaaseen haluttiin sisällyttää riittävä määrä teoriaa, jotta opiskelijat voisivat opiskella halutessaan epäsuoran polkupyöräergometritestin tekemisen lisäksi myös testin taustalla vaikuttavia ilmiöitä ja teorioita. Oppaan sisältö koottiin kolmen pääkappaleen alle. Ensimmäisessä kappaleessa oleva teoriaosuus koostettiin pääasiassa suunnitteluvaiheessa kootusta viitekehyksestä. Toteutusvaiheessa tietopohjassa havaittuja puutteita täydennettiin hakemalla aihetta käsitteleviä tutkimusartikkeleita eri tietokannoista. Toiseen kappaleeseen kerättiin epäsuoran polkupyöräergometritestin tekemiseen tarvittavat ohjeet. Tämän kappaleen sisältö pyrittiin pitämään tiiviinä ja selkeänä jotta testin tekeminen olisi mahdollisimman helppo opetella ja toteuttaa. Myös tämän kappaleen sisältö pohjautuu suurelta osin suunnitteluvaiheessa kerättyyn viitekehykseen. Kolmanteen kappaleeseen tehtiin kuvalliset ohjeet laskentataulukon käytöstä. Tämä kappaleen sisältö on pääasiassa opinnäytetyöntekijän itse tuottamaa materiaalia. Opas päätettiin tehdä Word -tekstinkäsittelyohjelmalla, josta muodostettiin lopuksi pdf -tiedosto. Näin opas on helppo avata ilmaisilla ohjelmistoilla ja se on myös mahdollista tulostaa paperille.

Toteutusvaiheessa tehtiin yhteistyötä kuormitusfysiologian opintojaksosta vastaavien opettajien kanssa. Oppaan ja laskentataulukon ensimmäisten versioiden valmistuttua ne lähetettiin opettajille tutustumista varten. Tämän jälkeen oppaan sisällöstä ja laskentataulukon käytöstä pidettiin Teams-palaveri, jonka aikana opettajat pystyivät esittämään kysymyksiä sekä antamaan palautetta niiden sisällöstä. Opasta ja laskentataulukkoa muokattiin

opettajilta saadun palautteen perusteella. Toteutusvaiheen aikana viimeisteltiin myös palautekysely.

Päätämisen- ja arviointivaihe

Opas valmistui lokakuussa 2024. Oppaan koekäyttö tapahtui saman kuun aikana. Kuormitusfysiologian opettaja toimitti oppaan ja laskentataulukon kuormitusfysiologian opintojaksoson opiskelijoille viikkoa ennen polkupyöräergometritestien tekoa, jotta heillä oli aikaa tutustua niihin.

Polkupyöräergometritestien teon jälkeen opiskelijoilta pyydettiin palautetta oppaasta ja laskentataulukosta. Oppilaille annettiin paperisena saatekirje sekä kyselykaavake, joka täytettiin tunnin lopuksi luokassa. Opettaja keräsi täytetyt paperiset kyselykaavakkeet sekä toimitti ne opinnäytetyön tekijälle. Paperisista kyselykaavakkeista tehtiin yhteenveto Excel -laskentataulukoon, jonka jälkeen alkuperäiset paperiset kyselykaavakkeet hävitettiin polttamalla.

4.5 Aineiston analysointi

Kirjallisuushaun avulla löydetyn aineiston analysointimenetelmänä käytettiin teemoittelua. Teemoittelussa aineistosta etsitään tutkittavan ilmiön kannalta olennaisia aiheita eli teemoja. Tutkijalla ei ole teemat ennakkoon mietittynä, vaan teemat syntyvät analyysin tuloksena. (Juhila 2021.) Analyysiin valitut materiaalit silmäiltiin ensin läpi otsikkotasolla, jolloin pääteemoiksi muodostuivat epäsuoran polkupyöräergometrin taustalla vaikuttavat fysiologiset tekijät, epäsuoran polkupyöräergometrin suorittaminen sekä tulosten analysointi. Aineiston tarkemman läpikäynnin yhteydessä teemoja tarkennettiin ja niistä muodostui oppaan ensimmäisen ja toisen kappaleen sisältö.

Palautekyselyn Likert-asteikolla olevista kysymyksistä laskettiin frekvenssit sekä prosenttiarvot ja tulokset koottiin taulukoon. Avoimen kysymyksen vastaukset oli tarkoitettu teemoittelulla vastauksissa toistuvien teemojen perusteella. Avoimen palautteen pienen määrän takia teemoittelua ei kuitenkaan tehty, vaan kaikki vastaukset käsiteltiin yksitellen.

5 Tulokset

5.1 Valmis opas

Opas on kirjoitettu suomen kielellä ja opas liitteineen sisältää 29 sivua. Opas koostuu kolmesta pääkappaleesta. Ensimmäinen kappale sisältää teoriaosuuden, joka muodostui pääasiassa opinnäytetyötä varten kerätystä tietopohjasta. Teoriaosuuteen on tiivistetty epäsuoran polkupyöraergometritestin kannalta oleelliset asiat, kuten lyhyt esittely eri polkupyöraergometritesteistä, kuvaus polkupyöraergometritestien taustalla vaikuttavista fysiologisista ilmiöistä, testitulosten luotettavuuden arviointi, kestävyyskunnan sekä maksimaalisen hapenottokyvyn määritelmät sekä terveystarkistuksen arviointi.

Toisessa kappaleessa käsitellään tarkemmin WHO:n moniportaisen polkupyöraergometritestin tekemistä asiakkaalle manuaalisäätöistä polkupyöraergometriä käyttäen. Se sisältää ohjeet testitulosten valmisteluun, testin suorittamiseen sekä asiakkaan testiin valmistautumiseen. Lisäksi se sisältää testin keskeyttämisen kriteerit. Tämän kappaleen sisältö pyrittiin pitämään mahdollisimman tiiviinä ja helppolukuisena, jotta polkupyöraergometritestin tekeminen olisi mahdollisimman nopea ja helppo toteuttaa.

Kolmas kappale sisältää tulosten laskentataulukon käyttöohjeet. Siinä käsitellään muun muassa testissä käytettävien kuormitustasojen valintaa, mittauspöytäkirjan pitämistä, tulosten laskentaa sekä tulosten vertaamista viitearvoihin. Kappale sisältää kuvalliset ohjeet laskentataulukon käytöstä. Ohjeet on pyritty pitämään mahdollisimman tiiviinä ja selkeinä. Opas pyrittiin koostamaan niin, että WHO:n moniportaisen polkupyöraergometritestin voi suorittaa lukematta ensimmäisen kappaleen teoriaosuutta. Näin testin tekemisen opettelu on nopeaa ja testin taustalla oleviin ilmiöihin voi tutustua halutessaan myöhemmin.

5.2 Valmis laskentataulukko

Tulosten laskentataulukko (WHO pp-ergo laskuri v1.00.xlsx) koostuu 12 välilehdestä, joista vain kolme ensimmäistä tarvitaan polkupyöraergometritestin tekemiseen. Neljäs välilehti sisältää asiakkaalle annettavat harjoitteluohjeet, joita voi halutessaan muokata. Loput välilehdet sisältävät laskentataulukon tarvitsemia tietoja sekä muuta aiheeseen liittyvää tietoa, kuten kuntoluokitusten viitearvotaulukot, esimerkkejä MET-arvoista, RPE-taulukon, maksimaalisen hapenkulutuksen ja sykkeen välisen suhteen yms.

Ensimmäinen välilehti on nimeltään Kuormitusportaat ja sitä käytetään WHO:n moniportaisen polkupyöraergometritestin kuormitusportaiden arvioimiseen non-exercise -menetelmää käyttäen. Taulukkoon syötetään asiakkaan tiedot, joiden perusteella taulukko laskee

testissä käytettävät kuormitusportaat. Kuormitusportaiden laskennassa käytettävät aktiivisuusluokat on myös kuvattu tällä välilehdellä.

Toinen välilehti on nimeltään Tulokset ja sitä käytetään varsinaisten tulosten laskentaan. Tämä välilehti voidaan myös tulostaa asiakkaalle mukaan annettavaksi palautteeksi. Tulosteesta tulee kaksi A4 kokoista sivua, joista ensimmäiselle sivulle tulostuvat asiakkaan tiedot sekä testin tulokset. Toiselle sivulle tulostuu asiakkaalle annettavat harjoitteluohjeet. Tulokset -välilehdellä esitetään asiakkaan perustiedot, testissä käytetty kuormitusprofiili sekä kuormitusportaita vastaavat sykkeet, kuorma-syke-parien avulla lasketut arviot maksimaalisesta hapenkulutuksesta sekä WHO:n että ACSM:n kaavoja käyttäen. Taulukko vertaa myös maksimaalista hapenkulutusta Viitearvot -välilehdellä olevaan viitearvotaulukkoon ja tulostaa hapenkulutusta vastaavan iänmukaisen kuntoluokan tälle välilehdelle. Maksimaalinen hapenkulutus muunnetaan myös sitä vastaavaksi MET-arvoksi. Tulokset -välilehdelle tulostuu myös harjoittelun tehoalueita vastaavat sykerajat sekä harjoitteluohjeita. Harjoitteluohjeet kopioituvat Liikuntasuosituksien välilehdeltä. Esimerkki asiakkaalle tulostettavasta palautteesta on liitteessä 3.

Kolmas välilehti on Mittauspöytäkirja, jota voidaan käyttää testin aikana tulosten kirjaamiseen. Halutessaan tämän sivun voi myös tulostaa kynällä ja paperilla tapahtuvaa tulosten kirjaamista varten. Taulukossa on omat sarakkeensa kuormitustehon, sykkeen, RPE-arvon sekä verenpaineen kirjaamista varten. Näistä kuitenkin vain kuormitustehoa ja sykettä käytetään maksimaalisen hapenkulutuksen laskentaan.

Liikuntasuosituksien välilehdelle on mahdollista kirjoittaa asiakkaalle tulostettavia harjoitteluohjeita. Laskentataulukko mahdollistaa teknisesti myös automaattisesti kuntoluokkaa vastaavien harjoitteluohjeiden tulostamisen Tulokset -välilehdelle, mutta opinnäytetyön aikana ei löytynyt kuntoluokkia vastaavia liikuntasuosituksia tai -ohjeita, joten nämä suositukset vaativat päivittämistä myöhemmin. Loppuja välilehdistä ei käytetä testin tekemiseen, mutta ne sisältävät joko laskentataulukon laskennassa käyttämiä tietoja tai muita asiaan liittyviä tietoja.

Laskentataulukko sisältää paljon eri kaavoja, joilla automatisoidaan testin aikana tapahtuvaa laskentaa. Yhdenkin kaavan muuttaminen estää laskentataulukon toiminnan ja johtaa virheellisiin tuloksiin. Tästä syystä laskentataulukko on suojattu salasanalla ja vain testin kannalta vaadittaviin soluihin voi syöttää tietoja. Tulosten laskentataulukko (WHO pp-ergo laskuri v1.00.xlsx) tehtiin sekä testattiin Microsoft Excel for Microsoft 365 MSO (version 2408 Build 16.0.17928.20114) -ohjelman 64-bittisellä työpöytäversiolla. Toimivuutta muilla versioilla, etenkin online-versiolla, ei voida taata.

5.3 Palautekyselyn tulokset

Oppitunnilla paikalla olleista 27 oppilaasta palautekyselyyn vastasi 21 opiskelijaa. Vastausprosentti oli näin ollen 78 %. Kaikki vastaajat eivät kuitenkaan vastanneet kaikkiin kysymyksiin. Kaksi vastaajista ei ollut lukenut opasta eikä näin ollen vastannut oppaaseen liittyviin kysymyksiin ollenkaan. Likert -asteikolla esitettyjen kysymysten yhteenveto löytyy taulukoista Taulukko 1 ja Taulukko 2. Eri kysymyksiin vastanneiden n-määrät ovat suluissa kysymyksen perässä.

Yksi vastaajista raportoi taulukossa olleen virheen, mutta ei antanut avoimeen palautteeseen tarkennusta missä virhe olisi ollut. 95 % vastanneista oli joko täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että taulukko oli helppokäyttöinen ja 100 % vastanneista oli joko täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että he pystyivät tekemään epäsuoran polkupyöräergometritestin oppaan avulla.

Kysymys	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Oliko taulukossa selvä virhe? Jos, kuvaile virhe avoimeen palautteeseen. (n=21)	20 (95 %)				1 (5 %)
Oliko taulukko helppokäyttöinen? (n=21)		1 (5 %)		5 (24 %)	15 (71 %)
Oliko eri välilehdet loogisesti jaoteltu? (n=21)				5 (24 %)	16 (76 %)
Oliko taulukko visuaalisesti selkeä? (n=21)				6 (29 %)	15 (71 %)
Oliko tulosten esittäminen selkeä? (n=21)			2 (10 %)	3 (14 %)	16 (76 %)
Oliko asiakkaalle tulostettava palaute selkeä? (n=19)				4 (21 %)	15 (79 %)

Taulukko 1. Laskentataulukkoa koskevat kysymykset

Kysymys	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
Pystyitkö tekemään epäsuoran polkupyöräergometritestin oppaan avulla? (n=19)				7 (37 %)	12 (63 %)
Etenikö opas loogisessa järjestyksessä? (n=19)				7 (37 %)	12 (63 %)
Oliko tietoa riittävästi? (n=19)				5 (26 %)	14 (74 %)
Oliko tietoa liikaa? (n=19)	7 (37 %)	8 (42 %)	1 (5 %)	2 (11 %)	1 (5 %)
Jäikö jokin asia epäselväksi? (n=19)	12 (63 %)	3 (16 %)	1 (5 %)	1 (5 %)	2 (11 %)
Oliko opas visuaalisesti selkeä? (n=19)				6 (32 %)	13 (68 %)

Taulukko 2. Opasta koskevat kysymykset

Avointa palautetta antoi kahdeksan opiskelijaa. Kaksi vastaajista antoi kehittämissuositusten ja loput vastaajista antoivat vain suullista palautetta oppaan ja laskentataulukon käytettävyydestä. Ensimmäinen kehittämissuosituksesta koski laskentataulukon tulosten esittämistä, johon kaivattiin yksinkertaisempaa versiota, josta tulokset olisivat nopeammin havaittavissa. Toinen kehittämissuositus koski kintoluokitusta, johon olisi kaivattu lisää selventämistä. Sanallinen palaute oppaasta ja laskentataulukosta oli pelkästään positiivista.

6 Yhteenveto ja pohdinta

6.1 Tulosten johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä fysioterapiaopiskelijoiden tietämystä epäsuoran polkupyöräergometritestin taustalla vaikuttavista ilmiöistä sekä helpottaa epäsuoran polkupyöräergometritestin opettelua. Aihe koettiin tärkeäksi, koska kuntotestauksella on useita yhteiskunnallisia sekä yksilötason käyttötarkoituksia. UKK-instituutin (2024) mukaan liian vähäinen fyysinen aktiivisuus lisää useiden kansansairauksien riskiä ja on World Health Organizationin (2010) mukaan neljänneksi suurin ennenaikaisen kuoleman riskitekijä. Liikkumattomuuden arvioidaan aiheuttavan Suomessa yhteiskunnalle vuosittain yli 3 miljardin euron kustannukset (UKK-instituutti 2024). Väestön liikkumiseen voidaan vaikuttaa kaikkien hallintoalojen päätöksillä, mutta päätösten tueksi tarvitaan tietoa väestön liikkumistottumuksista sekä toimintakyvystä (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2022). Kuntotestaus eri muodoissaan onkin tärkeässä roolissa tämän tiedon keräämisessä. Tämän opinnäytetyön kohdeyhmäksi valittiin LAB-ammattikorkeakoulussa Lahdessa opiskelevat fysioterapiaopiskelijat. Helimäen ym. (2000) mukaan fysioterapeutit ovatkin suurin kuntotestaustoimintaa harjoittava ammattiryhmä.

Opinnäytetyön ensimmäisenä kehittämistehtävänä oli kehittää opiskelijoille opas polkupyöräergometritestin tekemisestä asiakkaalle. Oppaan tuli sisältää ohjeet asiakkaalle polkupyöräergometritestiin valmistautumiseen, testiin liittyvien terveystietojen arviointiin, polkupyöräergometritestin tekemiseen manuaalisäättöistä polkupyöräergometria käyttäen, testitulosten laskemiseen Excel -laskentataulukkoa käyttäen sekä palautteen antamiseen asiakkaalle. Ensimmäisen kehittämistehtävän tavoitteet saavutettiin. Oppaan koekäyttöön osallistuneista ja palautekyselyyn vastanneista 100 % oli joko täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että he pystyivät tekemään epäsuoran polkupyöräergometritestin oppaan avulla. Myös muu palaute oppaaseen liittyen oli pääosin positiivista. 16 % kyselyyn vastanneista oli kuitenkin sitä mieltä, että jokin asia oli jäänyt epäselväksi. Näissä palautteissa ei kuitenkaan määritetty, mikä asia oli jäänyt epäselväksi, joten oppaaseen ei tehty tämän palautteen perusteella mitään muutoksia. Myös oppaan visuaaliseen ilmeeseen oltiin tyytyväisiä.

Opinnäytetyön toinen kehittämistehtävä oli kehittää Excel-laskentataulukko, jolla voidaan määrittää WHO:n epäsuorassa moniportaisessa polkupyörätestissä käytettävät tehotasot ja arvioida testissä käytettyjen tehotasojen ja asiakkaan sykkeen perusteella asiakkaan absoluuttinen sekä painoon suhteutettu maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}). Laskentataulukon tuli myös laskea suositellut harjoittelun syketasot. Laskentataulukosta piti kyetä

tulostaa asiakkaalle yhteenveto testin tuloksista sekä suositelluista harjoitteluohjeista. Myös toisen kehittämistehtävän tavoitteet saavutettiin täysin. Laskentataulukko toteuttaa kaikki suunnitteluvaiheessa määritellyt tavoitteet. Laskentataulukkoon lisättiin myös toteutusvaiheessa uusia ominaisuuksia, kuten maksimaalisen hapenottokyvyn vertailu viitearvoihin sekä kuntoluokkaan perustuvien harjoitteluohjeiden anto. Yksi palautekyselyyn vastanneista opiskelijoista raportoi havainneensa laskentataulukossa virheen, mutta hän ei kertonut avoimessa palautteessa virheen sijaintia, vaan antoi palautetta tulosten esittelyn muotoilusta. Vastaaja on saattanut ymmärtää kysymyksen vastausvaihtoehdot väärin tai vastauksella oli tarkoitettu muotoiluun liittyvää, eikä varsinaiseen tulosten laskentaan liittyvää virhettä. Virheeseen liittyvän kysymyksen vastausvaihtoehdot olisi kannattanut olla kyllä/ei Likert-asteikon sijaan. Tämä olisi vähentänyt väärinymmärryksen vaaraa. Myös muu palaute laskentataulukosta oli enimmäkseen positiivista. 95 % vastanneista oli joko täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että laskentataulukko oli helppokäyttöinen. Myös avoin palaute laskentataulukosta (n=3) oli enimmäkseen positiivista. Laskentataulukko koettiin hyödylliseksi sekä helppokäyttöiseksi. Laskentataulukkoon liittyvät kehittämisideat liittyivät tulosten esittämisen selkeyteen sekä kuntoluokituksen tarkempaan selvittämiseen. Laskentataulukkoon ei kuitenkaan tehty muutoksia näiden palautteiden perusteella.

Opinnäytetyön toteutusvaiheessa laskentataulukon ominaisuuksiin päätettiin lisätä mahdollisuus antaa asiakkaalle harjoitteluohjeita automaattisesti kuntoluokan perusteella. Laskentataulukkoon saatiinkin rakennettua tämä ominaisuus teknisesti toimivaksi, mutta kuntoluokkia vastaavia harjoitteluohjeita ei löydetty. On tärkeää erottaa terveyden kannalta riittävät liikuntasuositukset, kuten WHO:n kansainväliset liikuntasuositukset ja UKK-instituutin Suomessa ylläpitämät liikuntasuositukset harjoitteluohjeista (UKK-instituutti 2025; World Health Organization 2020). Liikuntasuositukset ovat kaikille samat, ja saavuttaakseen niillä tavoitellut terveyshyödyt kaikkien tulisi liikkua vähintään liikuntasuositusten mukainen määrä. Todella huonokuntoisille ja vähän liikkuville näiden suositusten mukaiset liikuntamäärät voivat kuitenkin olla liian vaativat. Tämän vuoksi heille tarvittaisiin kevyempiä harjoitteluohjeita, joiden avulla kuntoa pystyttäisiin parantamaan kohti tasoa, jolla liikuntasuositusten mukaisiin liikuntamääriin voidaan päästä. Myös Kujala tutkimusryhmineen (2017) peräänkuuluttaa Jyväskylän yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston johdolla tehdyssä tutkimuksessaan harjoitteluohjeiden määrittelemistä yksilöllisesti suhteessa liikkujan omaan fyysiseen kuntoon.

Vastaava tilanne on todella hyväkuntoisten henkilöiden kohdalla. Jos he alkavat liikkua virallisten liikuntasuositusten mukaan, laskee heidän kuntonsa aiempaa vähäisemmän liikunnan vuoksi. Tästä syystä myös todella hyväkuntoiset tarvitsevat yleisiä liikuntasuosituksia haastavammat harjoitteluohjeet ylläpitääkseen nykyisen kuntotasonsa tai kehittääkseen

sitä. Ongelma on kuitenkin pahempi todella huonokuntoisten kohdalla. He muodostavat ihmisryhmän, joka hyötyisi vähäisestäkin liikunnasta eniten (Kujala ym. 2017). Liikkumaan motivoituminen voi kuitenkin olla vaikeaa, jos ei ikinä saavuta harjoitteluun annettuja tavoitteita. Asettamalla liikunnan tavoitteet riittävän matalalle tavoitteet voidaan saavuttaa ja saada siitä syntyvä onnistumisen kokemus. Tämä voi lisätä pystyvyyden tunnetta ja auttaa jatkamaan liikunnan harrastamista. Todella hyväkuntoiset tietävät todennäköisesti itse, kuinka heidän tulee liikkua säilyttääkseen tai parantaakseen kuntotasoaan. He ovat saavuttaneet nykyisen kuntotasonsa vuosia kestäneen säännöllisen harjoittelun avulla.

6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin noudattamaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2023) ohjetta hyvästä tieteellisestä käytännöstä (HTK-ohje) sekä Arene Ry:n Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä suosituksia soveltuvin osin. Ammattikorkeakoulujen eettiset suositukset kuvaavat eettisen ja hyvän tieteellisen käytännön mukaisen opinnäytetyöprosessin. Suosituksissa otetaan kantaa opiskelijan, opinnäytetyön ohjaajan sekä oppilaitoksen oikeuksiin, velvollisuuksiin ja vastuisiin tutkimuseettisestä näkökulmasta. Suosituksessa käsitellään muun muassa opiskelijan ja opinnäytetyötä ohjaavan oikeutta tutkimuseettiseen koulutukseen, opiskelijan oikeutta laadukkaaseen ohjaukseen, henkilötietojen käsittelyä, plagiointia, HTK-loukkausepäilyjen käsittelyä sekä opinnäytetyöhön sovellettavaa eettistä normistoa. Ammattikorkeakoulujen eettisissä suosituksissa käydään myös läpi opinnäytetyötä säätelevää lainsäädäntöä esimerkiksi tietosuojan, lääketieteellisen sekä ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen, tekijänoikeuksien sekä yksityisyyden suojan osalta. Suositukset on tarkoitettu ensisijaisesti tutkimuksellisille opinnäytetöille, mutta niitä voidaan soveltaa osin myös kehittämistehtäviin. (Arene Ry. 2019.)

HTK-ohjeen mukaan hyvän tieteellisen käytännön peruseriaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus sekä vastuunkanto. Käytännössä tämä tarkoittaa tiedeyhteisön tunnustamien hyvien toimintatapojen noudattamista tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa. Tutkimuksissa noudatetaan tieteellisen tiedon luonteeseen kuuluvaa avoimuutta sekä vastuullista tiedeviestintää. Tutkijat kunnioittavat toisten tutkijoiden työtä viittaamalla heidän julkaisuihinsa asianmukaisella tavalla. Tutkijat ilmoittavat kaikki sidonnaisuutensa sekä pidättäytyvät kaikista tieteeseen ja tutkimukseen liittyvistä arviointi- sekä päätöksentekotilanteista, jos on syytä epäillä heidän olevan esteellisiä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023.)

Tässä opinnäytetyössä tehty kyselytutkimus toteutettiin anonymisesti eikä siinä käsitelty tietosuoja-asetuksen mukaisia henkilötietoja. Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista. Kyselyn mukana toimitettiin saatekirje, jossa kerrottiin kyselyn tarkoituksesta sekä tietojen

käsittelystä. Kyselytutkimuksessa käytetty kyselykaavake on liitteessä 2 ja kyselyn mukana toimitettu saatekirje on liitteessä 1. Koska suoria henkilötietoja ei ole kerätty, ei tietosuojailmoitusta tehty (LAB-ammattikorkeakoulu 2020). Tietosuojaan liittyvät asiat on kuitenkin käyty vastaajien kanssa läpi ennen kyselyyn vastaamista. Kyselytutkimus ei myöskään kuulunut lääketieteellisen tutkimuksen tai ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen säätelyn piiriin eikä kyselyn toteuttamiseen vaadittu erillistä lupaa eettiseltä toimikunnalta (Arene Ry. 2019). Työssä kunnioitettiin muiden työtä viittaamalla heidän julkaisuihinsa asianmukaisesti. Opinnäytetyön tekijä ja toimeksiantaja (LAB-ammattikorkeakoulu) solmivat opinnäytetyösopimuksen ennen työn aloittamista.

Palautekyselyyn saatiin hyvä vastausprosentti (78 %). Palautekysely tehtiin myös suoraan opinnäytetyön kohderyhmältä. Kyselyn tuloksia voidaankin pitää hyvin luotettavina opinnäytetyön tavoitteiden täyttymisen arvioinnissa. Opasta ja laskentataulukkoa on kuitenkin testattu vasta yhdellä opiskelijaryhmällä, jolloin testaaajien määrä on edelleen suhteellisen pieni. Varsinkin laskentataulukon monimutkaisten laskentakaavojen takia sitä olisi hyvä testata vielä lisää. Vaikka laskentataulukon tekovaiheessa laskentakaavoja pyrittiin testaamaan mahdollisimman kattavasti myös eri raja-arvoja vastaavilla herätteillä, on siihen voinut jäädä piileviä virheitä, jolloin se antaa tietyillä herätteillä vääriä tuloksia.

Tämä opinnäytetyö tehtiin yksilötyönä, joten kaikki siinä esitetyt mielipiteet ovat yhden henkilön mielipiteitä. Myös materiaalin läpikäynnin sekä tulosten käsittelyn on tehnyt ja tarkistanut vain yksi henkilö, mikä voi lisätä inhimillisen virheen tai virhetulkinnan mahdollisuutta.

6.3 Jatkokehittämisasiheet

Laskentataulukko sisältää mahdollisuuden antaa asiakkaalle harjoitteluohjeita automaattisesti testitulokseen perustuvan kuntoluokan perusteella. Kuntoluokkiin perustuvia harjoitteluohjeita ei kuitenkaan löydetty. Jos tällaisia harjoitteluohjeita tulee saataville, olisi ne hyvä päivittää laskentataulukkoon. Toisena vaihtoehtona voisi olla tällaisten ohjeiden kehittäminen itse esimerkiksi omana opinnäytetyönä.

Opas ei sisällä ohjeita verenpaineen eikä laktaatin mittaamiseen testin aikana. Jos testistä halutaan tarkempia tuloksia, olisi nämä hyvä mitata myös testin aikana. Tämä vaatisi ohjeistuksen päivittämisen lisäksi muutoksia laskentataulukkoon, jotta nämä arvot saataisiin myös tulostettua palautteeseen sekä otettua huomioon harjoittelun tehoalueita määrittäessä.

Lähteet

Ainohealth. 2019. Fit for work and life. Viitattu 25.4.2024. Saatavissa

<https://ainohealth.com/testsw/>

Arene Ry. 2019. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu

26.5.2024. Saatavissa <https://arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>

Helimäki, E., Keskinen, K., Alén, M., Komi, P. & Takalo, T. 2000. Kuntotestaus Suomessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita, 15.–16. uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Husu, P., Tokola, K., Vähä-Ypyä, H. & Vasankari, T. 2022. Liikuntaraportti. Suomalaisten mitattu liikkuminen, paikallaanolo ja fyysinen kunto 2018-2022. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164370>

Juhila, K. 2021. Teemoittelu. Teoksessa Jaana, V. (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 28.5.2024.

Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus>

Kaikkonen, P. 2024. MET - energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden mittari.

Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 11.3.2025. Saatavissa

<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01039>

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S-M., Pietilä, A-M. Jääskeläinen, P. & Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. Hoitotiede 4/2013, 291–301.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2018. Fyysisen kunnan mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaajille. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kujala, U. Pietilä, J. Myllymäki, T. Mutikainen, S. Föhr, T. Korhonen, I. Helander, E. 2017. Physical Activity. Absolute Intensity versus Relative-to-Fitness-Level Volumes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol 49 (3). 474–481. Viitattu 24.2.2025. Saatavissa

https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2017/03000/physical_activity_absolute_intensity_versus.11.aspx

LAB-ammattikorkeakoulu. 2020. Tietosuojaohjeistus opiskelijoille. Viitattu 24.2.2025.

Saatavissa https://elab.lab.fi/sites/default/files/category-page/2022-08/LAB_Tietosuojaohjeistus%20opiskelijoille_LAB_220822.pdf

LAB-ammattikorkeakoulu. Tietoa meistä. Viitattu 19.2.2025. Saatavissa

<https://lab.fi/fi/info/tietoa-meista>

Lange Andersen, K., Shephard, R., Denolin, E., Varnauskas, E. & Masironi, R. 1971. *Fundamentals of Exercise Testing*. World Health Organization. Viitattu 22.4.2024.

Saatavissa <https://iris.who.int/handle/10665/40145>

Liguori, G., Feito, Y., Fontaine, C. & Roy, B. 2021. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 11th edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health

Nummela, A. 2018. ANAEROBINEN KYNNYS, AEROBINEN KYNNYS, VENTILAATIOKYNNYS, LAKTAATTIKYNNYS – MITÄ IHMETTÄ? Liikuntatieteellinen seura. Viitattu 08.5.2024. Saatavissa <https://www.fkm.fi/tutkittua-sovellettua/artikkeli/anaerobinen-kynnys-aerobinen-kynnys-ventilaatiokynnys-laktaattikynnys-mita-ihmetta>

Opetushallitus. 2024. Move! Viitattu 22.4.2024. Saatavissa <https://www.oph.fi/fi/move>

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2022. Liikunta- ja liikkumisvaikutusten arvioinnin kehittämistyöryhmän loppuraportti. Viitattu 22.4.2022. Saatavissa

<https://www.liikuntaneuvosto.fi/liva/>

Pelastusopisto. 2024. Pelastajatutkinto. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa

<https://www.pelastusopisto.fi/tutkinnot/pelastajatutkinto/>

Peltari, H. 2024. Painoindeksi (BMI). Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 11.3.2025.

Saatavissa <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01001>

Puolustusvoimat. 2024. Varusmiesten kuntotilastot. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa

<https://puolustusvoimat.fi/web/sotilasliikunta/varusmiesten-kuntotilastot>

- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Turku. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.4.2024. Saatavissa <https://www.theseus.fi/handle/10024/821112>
- Suni, J. & Taulaniemi, A. 2012. Terveyskunnan testaus – menetelmä terveystoiminnan edistämiseen. Helsinki: Sanoma Pro Oy
- Suomen virallinen tilasto. 2024. Opiskelijat ja tutkinnot 2023. Helsinki: Tilastokeskus Viitattu 10.3.2025. Saatavissa <https://stat.fi/julkaisu/clin35ne7rakpr0cutwroh2nyp>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö. Viitattu 27.5.2024. Saatavissa <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>
- Työterveyslaitos. Spiroergometriatutkimus suorituskyvyn, työkyvyn ja toimenpidekelpoisuuden arviointiin. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa <https://www.ttl.fi/palvelut/tyolaaketiede-ja-tyokyky/spiroergometriatutkimus>
- UKK-instituutti. 2023. Kunnan osa-alueet. Viitattu 23.4.2024. Saatavissa <https://ukkinstituutti.fi/fyysinen-kunto/kunnan-osa-alueet/>
- UKK-instituutti. 2024. Liikkumattomuuden kustannukset Suomessa. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa <https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumattomuuden-kustannukset/liikkumattomuuden-kustannukset-suomessa/>
- UKK-instituutti. 2025. Liikkumisen suositukset. Viitattu 12.3.2025. Saatavissa <https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumisen-suositukset/>
- Valtioneuvosto. 2024. Vahva ja välittävä Suomi, Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa <https://valtioneuvosto.fi/hallitukset/hallitusohjelma#/>
- World Health Organization. 2010. Global recommendations on physical activity for health. Viitattu 22.4.2024. Saatavissa <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>
- World Health Organization. 2020. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Viitattu 12.3.2025. Saatavissa <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>

Liite 1. Saatekirje

Hyvinvointiyksikkö

Saatekirje

Moi,

Olen Anssi Räisänen, fysioterapia opiskelija HLTIFYS22KM ryhmästä. Opinnäytetyöni tavoitteena on lisätä fysioterapiaopiskelijoiden tietämystä epäsuoran polkupyöraergometri testin taustalla vaikuttavista ilmiöistä sekä epäsuoran polkupyöraergometri testin tekemisestä asiakkaalle. Opinnäytetyöni tarkoitus on kehittää opas epäsuoran polkupyöraergometritestin tekemiseen. Olenkin tehnyt opinnäytetyönäni kuormitusfysiologian kurssin yhteydessä käyttämäne oppaan epäsuoran polkupyöraergometritestin tekemisestä sekä tulosten laskentaan käytettävän Excel-taulukon.

Olette ensimmäinen ryhmä, joka on käyttänyt tätä opasta ja siksi toivoisinkin teiltä palautetta oppaaseen ja laskentataulukkoon liittyen. Palautteenne perusteella voin viimeistellä oppaan sekä tarvittaessa tehdä muutoksia oppaan selventämiseksi. Toivoisinkin että voisitte täyttää oheisen paperisen kyselylomakkeen. Kyselyn tekemiseen menee vain 5-10 minuuttia. Kyselyyn vastaaminen on vapaaehtoista eikä kyselyssä pyydetä henkilötietoja. Voitte palauttaa kyselyn opintojaksonne opettajalle, joka toimittaa kyselykaavakkeet minulle.

Mikäli teillä on kysyttävää kyselyyn liittyen, minuun voi ottaa yhteyttä sähköpostitse: anssi.raisanen@student.lab.fi

Ystävällisin terveisin,

Anssi Räisänen

Liite3. Esimerkki asiakkaalle tulostettavasta palautteesta.

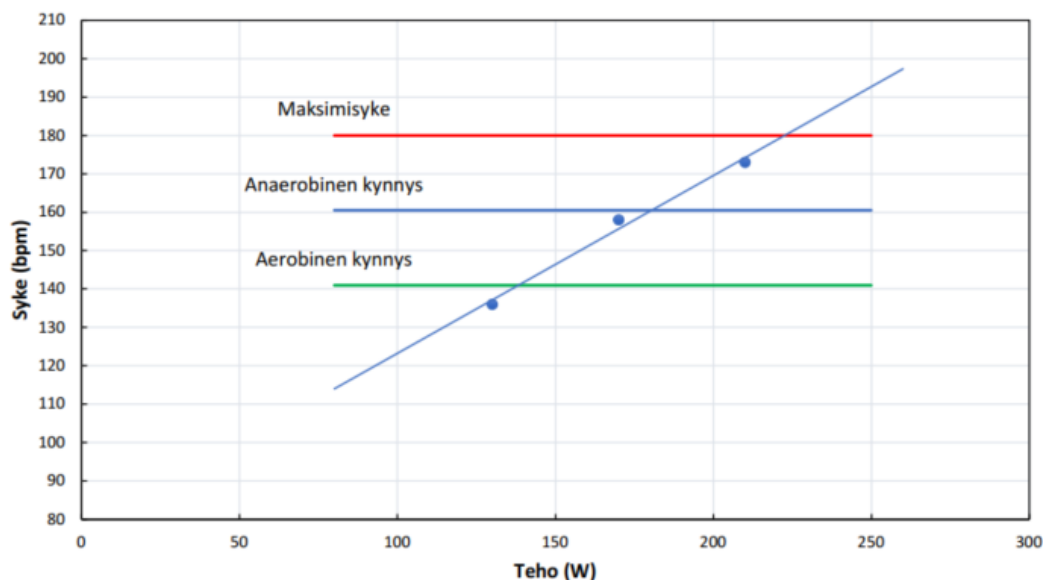
Pvm/aika: 20.08.2024/10:45

Asiakastiedot

Nimi: Anssi Asiakas Ikä (vuotta): 44
 Pituus (cm): 185 Paino (kg): 90
 Bmi (kg/m²): 26,3 Lievä ylipaino

Kuormitusprofiili

	Lasketut kuormat (W)	Lasketut sykkeet (bpm)	Todelliset kuormat (W)	Mitatut sykkeet (bpm)	RPE (6-20)
verryttely	86	106	80	110	10
1. porras	127	124	130	136	12
2. porras	166	140	170	158	14
3. porras	204	158	210	173	16
(4. porras)					



Tulokset:

Maksimi syke:	180 bpm	
Maksimi teho:	222 W	Maksimisykettä vastaava teho.
Maksimaalinen hapenkulutus (1):	2,45 l/min	Absoluuttinen maksimaalinen hapenkulutus (ACSM 200)
Maksimaalinen hapenkulutus (2):	2,75 l/min	Absoluuttinen maksimaalinen hapenkulutus (WHO)
VO ₂ MAX (1):	34,2 ml*kg ⁻¹ *min ⁻¹	ACSM (2000) kaavan mukaan
VO ₂ MAX (2):	34,0 ml*kg ⁻¹ *min ⁻¹	WHO:n kaavan mukaan
MET-arvo	9,7 MET	Maksimaalinen hapenkulutus MET arvoksi muunnettuna
Kuntoluokka	3	kohtalainen

Sykerajat

Maksimi syke:	180	Anaerobinen kynnyks:	161
Leposyke:	50	Aerobinen kynnyks:	141
		Peruskestävyyden alaraja:	108

Harjoittelun tehoalueet

	Sykealue (bpm)	Teho (W)	Kesto (min)	Harjoituskerrat
Peruskestävyys harjoittelu:	108 - 141	68 - 139	30 - 60	2 - 5 krt/vko
Vauhtikestävyys harjoittelu:	141 - 161	139 - 180	10 - 30	1 - 2 krt/vko
Maksimikestävyys harjoittelu:	161 - 180	180 - 222	10 - 20	0 - 1 krt/vko

Harjoitteluohjeita

Voit käyttää UKK-instituutin virallisia liikuntasuosituksia harjoittelusi perusteena. Reipasta liikuntaa, joka vastaa peruskestävyys harjoittelua, pitäisi tulla vähintään 2t 30min viikossa. Et välttämättä tarvitse sykemittaria tämän tason löytämiseksi. Harjoittelun taso on sopiva kun hengästyit harjoittelun aikana, mutta pystyt siitä huolimatta puhumaan kokonaisia lauseita. Voit jakaa harjoittelun lyhyempiin jaksoihin, esimerkiksi puoli tuntia reipasta kävelyä viitenä päivänä viikossa riittää tavoitteen saavuttamiseen.

Halutessasi voit korvata peruskestävyys harjoittelun rasittavalla liikunnalla. 1t 15min rasittavaa liikuntaa antaa vastaavan terveyshyödyn kuin 2t 30min reipasta liikuntaa. Voit myös yhdistellä näitä harjoittelumuotoja haluamallasi tavalla. Esimerkiksi 1t 30min peruskestävyys harjoittelua (esim kolme puolen tunnin kävelylenkkiä) ja yksi kovatehokkaampi puolen tunnin harjoite riittää täyttämään liikuntasuositukset.

Kestävyyskunnon lisäksi lihaskuntoa ja liikehallintaa tulisi harjoitella vähintään 2 kertaa viikossa. Hyviä keinoja tähän ovat kuntosaliharjoittelu, ryhmäliikuntatunnit, porraskävely, pallopelit sekä raskaat pihatyöt ja muut askareet.

Vältä pitkiä paikallaan oloja ja liikuskele mahdollisimman usein. Tautota pitkiä istumisjaksoja, kuten näyttöpäätetyöskentelyä ja aktivoi lihaksia taukojen aikana. Pyri myös hyödyntämään arkiaktiivisuutta. Käytä portaita hissien sijasta ja pysäköi auto markettin parkkipaikalla kauimmaiseen ruutuun lähimmän sijasta. Jos kuljet työ- tai koulumatkat bussilla, jää yhtä pysäkkiä liian aikaisin pois ja kävele loppumatka. Lyhytkin liikuskelu on hyväksi terveydelle ja auttaa kohottamaan kuntoa.

Muista myös huolehtia riittävästä palauttavan unen määrästä. Unen aikana aivot jäsentävät ajatuksiasi ja palautut päivän rasituksista. Mieti illalla, onko yhden suosikkisarjasi jakson katsominen tai tuttavien somepäivitysten lukeminen todellakin tärkeämpää kuin riittävä uni ja palutuminen.

Muistiinpanoja

Tähän voi laittaa muistiinpanoja, esim edeltävä harjoittelujakso, sairaudet, lääkitykset, palautumisen sykkeet yms...
