



# **TYÖIKÄISTEN MONIONGELMAIS- TEN SUBMAKSIMAALINEN AERO- BISEN KESTÄVYYDEN ARVIOIN- TIMENETELMÄ**

Jenni Nummela

Elina Perkiömäki

Opinnäytetyö  
Elokuu 2013  
Fysioterapian koulutusoh-  
jelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

NUMMELA, JENNI & PERKIÖMÄKI, ELINA:

Työikäisten moniongelmaisten submaksimaalinen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmä

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Elokuu 2013

---

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kartoittaa Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ja kuntoutustutkimusyksikön asiakkaiden submaksimaalisen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmätarpeita. Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää testimenetelmä, joka mahdollistaa jatkossa moniongelmaisten työikäisten aerobisen kestävyuden arvioinnin fysiatrian poliklinikalla nykyistä tehokkaammin ja soveltuvammin.

Tarvekartoituksen pohjalta selvitettiin, mikä markkinoilla tällä hetkellä olevista kuntosivälineistä täyttää yhteistyökumppanin tarpeet parhaiten. Lisäksi selvitettiin Tampereen yliopistollisen sairaalan laitehankintaprosessia. Aineisto kerättiin haastattelujen, kirjallisuuskatsauksen ja sähköpostikyselyn avulla. Seitsemästä kuntotestauslaitteiden maahantuojasta ja valmistajasta viisi pystyi suosittelemaan tarvekartoituksen perusteella soveltuvaa kuntotestausvälinettä.

Tarvekartoituksemme perusteella ilmeni, että yhteistyökumppanimme toiveita ja tarpeita vastaisi parhaiten polkupyöräergometri. Ergometrin vähimmäisvaatimuksiksi selvennyivät runsaat säädöt, soveltuvuus helppoon siirtymiseen, portaiden keston ja kuormituksen muuttaminen kesken testin sekä testipalautemahdollisuudet.

Suomen markkinoilla olevista polkupyöräergometreistä kolme oli selvityksemme perusteella tarvekartoituksen mukaisia. Polkupyöräergometriä käytettävyyden arviointia olisi kuitenkin parantanut mahdollisuus tutustua niihin käytännössä. Suosittelemmekin, että ennen hankintapäätöstä Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan henkilökunta tutustuu lupaavimpiin polkupyöräergometrivaihtoehtoihin käytännössä.

Opinnäytetyömme tuloksiin vaikutti submaksimaalisista aerobisen kestävyuden arviointimenetelmistä saatavilla oleva tieto. Testimenetelmä- ja tätä kautta testivälinevalinta tarkentui submaksimaaliseen polkupyöräergometritestiin, sillä siitä löytyy jonkin verran tietoa myös erityisryhmien osalta. Erityisryhmien aerobisen kestävyuden mittaukseen tarvittaisiin kuitenkin lisää erilaisia mittareita, joiden avulla sairausryhmien vaatimukset olisi mahdollista huomioida entistä paremmin ja aerobisesta suorituskyvystä saataisiin totuudenmukaisia arvioita.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

NUMMELA, JENNI & PERKIÖMÄKI, ELINA:  
Submaximal Exercise Testing Method of Individuals with Multiple Health Conditions

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 5 pages  
August 2013

---

The purpose of this study was to discover exercise testing equipment that would enable a more effective and appropriate aerobic capacity evaluation of individuals with multiple health conditions at the Department of Physical Medicine and Rehabilitation. The aim of this study was to establish the submaximal exercise testing equipment needs of the Department of Physical Medicine and Rehabilitation and the Rehabilitation Outpatient Unit at Tampere University Hospital.

Based on the needs analysis, exercise testing equipment currently in the market was evaluated to establish which equipment would meet the requirements for testing individuals with multiple health conditions. Additionally, the equipment acquisition process of Tampere University Hospital was studied. The data were collected by using interviews, an analysis of literature as well as an e-mail questionnaire. Out of seven exercise testing equipment importers and manufacturers, five were able to make a recommendation based on our needs analysis.

Out of bicycle ergometers currently in the Finnish market, three met the requirements of our needs analysis. However, the possibility to test the bicycle ergometers would have improved the quality of our assessment of these bicycle ergometers. Therefore, we believe that the staff at the Department of Physical Medicine and Rehabilitation would benefit from testing these bicycle ergometers before deciding on purchasing any of them.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus.....	6
1.2	Opinnäytetyön toteutus.....	7
2	TESTIMENETELMÄVAATIMUKSET TAMPEREEN YLIOPISTOLLISESSA SAIRAALASSA.....	9
2.1	Asiakas- ja potilasryhmien vaikutus testimenetelmän valintaan.....	9
2.2	Testaajien asettamat vaatimukset.....	12
2.3	Lakien ja direktiivien asettamat vaatimukset.....	13
2.4	Nykyiset testimenetelmät Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla.....	15
3	FYYSINEN TOIMINTAKYKY JA AEROBISEN KESTÄVYYDEN ARVIOINTI.....	17
3.1	Toimintakyky ja työkyky.....	17
3.2	Aerobisen kestävyyskunnan arviointi.....	19
3.2.1	Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti.....	21
3.2.2	Kuuden minuutin kävelytesti.....	25
3.3	Erityisryhmien testaaminen.....	26
4	LÄÄKINTÄLAITTEEN HANKINTAPROSESSI TAMPEREEN YLIOPISTOLLISESSA SAIRAALASSA.....	28
4.1	Hankinnan valmisteluvaihe.....	28
4.2	Hankinnan toimeenpano.....	29
5	ERGOMETRIEN VERTAILU.....	31
5.1	Polkupyöräergometriä valinta vertailuun.....	31
5.2	Säädettävyys, siirtyminen ja istuin.....	32
5.3	Näyttämä ja vastus (jarrutteisuus).....	33
5.4	Testin muunneltavuus, ohjelmat ja liitettävät laitteet.....	34
5.5	Sertifiointi ja standardit.....	35
5.6	Huolto.....	36
5.7	Muut tiedot.....	37
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
7	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET.....	47
	Liite 1. Esimerkki asiantuntijahaastatteluissa käytetystä haastattelurungosta.....	47
	Liite 2. Ergometriä maahantuojuille lähetetty sähköposti.....	48
	Liite 3. Ergometriä vertailu.....	49

## LYHENTEET JA TERMIT

Aerobinen kestävyys	Viittaa yksilön kykyyn suoriutua rasittavasta pitkäkestoisesta fyysisestä työstä.
Aerobinen toimintakyky	Viittaa yksilön aerobiseen kestävyYTEEN sillä tasolla mikä on toimintakyvyn kannalta riittävä. Aerobista toimintakykyä arvioidaan submaksimaalisilla mittareilla.
Arviointi	Mittaustulosten ja havaintojen pohjalta tehtyjen päätelmien luoma kuva yksilön toimintakyvystä työkykyä ajatellen.
Ergometri	Lihastyön mittalaite, joka pystyy muuntamaan tehon wateiksi (W).
Mittaaminen	Testattavan ominaisuuden mittaaminen välineillä niin, että saadaan vertailtavia arvoja.
Moniongelmainen	Henkilö, jolla on useita toimintakykyyn vaikuttavia sairauksia tai tiloja (esimerkiksi ylipaino ja tuki- ja liikuntaelinperäiset kivut).
Protokolla	Kuntotestauksessa protokollalla tarkoitetaan tapaa, jolla testi suoritetaan. Protokollan avulla varmistetaan, että kaikki testaajat tekevät testin samalla tavalla.
Submaksimaalinen	Kestävyys-suorituksen tehotaso, joka jää alle maksimisuorituskykytason. Submaksimaalisen tehotason yläraja on 85% maksimihapenottokyvystä ( $VO_2max$ ). (Plowman & Smith 2008, 356.)
Toimintakyky	Fyysinen suorituskyky ja kyky selviytyä päivittäisistä toiminnoista. (Taimela 2010, 171).
Työkyky	Ihmisen yksilöllisen toimintakyvyn riittävyys työn vaatimukseen nähden, mutta myös ihmisen kokonaisterveydentila ilman työntekoa estävää tai haittaavaa sairautta.
$VO_2max$	Maksimihapenottokyky, eli kehon kyky kuljettaa ja käyttää happea lisääntyvän rasituksen aikana.

## 1 JOHDANTO

Työikäisen väestön toimintakyvyn testaamiseen on nykyaikana tullut uusia haasteita muun muassa erilaisten työhön ja elämäntapoihin liittyvien sairauksien seurauksena. Erityisryhmät asettavat paineita testaustahoille siinä, mikä testausväline ja -menetelmä palvelisi parhaiten näitä ryhmiä ja huomioisi myös tulevaisuuden toimintakykykartoituspaineet.

Moniongelmaiset työikäiset muodostavat ryhmän, jonka toimintakyvyn testaaminen työkykyisyyden arvioimiseksi on tärkeää, mutta haasteellista. Moniongelmaisilla ylipaino, tuki- ja liikuntaelinongelmat, keuhkojen toimintavajaukset (mm. keuhkoahauma) ja kipu vaikeuttavat fyysisen toimintakyvyn arviointia paitsi liikuntaelinten, myös aerobisen toimintakyvyn kohdalla. Aerobisen kestävyuden kartoittaminen on kuitenkin tärkeä osa yleistä toimintakykyarviointia, jotta esimerkiksi moniongelmaisten työikäisten toimintakyvystä saadaan työkyvyn arviointia palvelevaa informaatiota.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään Tampereen yliopistollisen sairaalan kuntoutustutkimusyksikön ja fysiatrian poliklinikan moniongelmaisten työikäisten asiakkaiden aerobisen kestävyuden mittaamisen tarpeita ja vaatimuksia osana aerobisen toimintakyvyn arviointia. Lisäksi kartoitetaan asiakaslähtöisesti testausmenetelmävaihtoehtoja hankintaprosessi huomioiden.

### 1.1 Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ja kuntoutustutkimusyksikön asiakkaiden submaksimaalisen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmätarpeita. Tavoitteena tällä opinnäytetyöllä on löytää testimenetelmä, joka mahdollistaa jatkossa aerobista kuntoa mittaavan testin tekemisen myös huonompikuntoisille ja heille, joiden terveydentila ei mahdollista fysiatrian poliklinikalla tällä hetkellä käytössä olevan submaksimaalisen polkupyöräergometritestin tekemistä. Asiakasmateriaalia paremmin palveleva testausmenetelmä mahdollistaisi asiakkaiden tarkoituksenmukaisemman aerobisen toimintakyvyn arvioimisen osana kokonaistoimintakyvyn tutkimista.

Opinnäytetyössä pyritään selvittämään seuraavia asioita:

- Mitkä ovat Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ja potilaita heille toimintakykyarviointiin lähettävän kuntoutustutkimusyksikön tarpeet uuden testausmenetelmän suhteen?
- Mikä markkinoilla oleva testiväline soveltuu mahdollisimman monen erityisryhmän aerobisen kestävyuden mittaamiseen ja/tai arviointiin?
- Mitä vaatimuksia lääkintälaitteikäyttöön tarkoitetuille välineille on laissa ja direktiiveissä asetettu ja mitkä standardit ja sertifikaatit niitä koskevat?
- Miten hankintaprosessi lääkintälaitteiden osalta Tampereen yliopistollisessa sairaalassa etenee ja mitkä ovat hankinnan eri vaiheet?

## 1.2 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan kanssa. Aloitimme työn syksyllä 2012 opinnäytetyölupamenettelyllä, jonka tarkoituksena oli virallistaa yhteistyö Tampereen yliopistollisen sairaalan kanssa. Alkusyksystä 2012 järjestettiin työelämäpalaveri opinnäytetyön tiimoilta. Palaveriin ottivat osaa meidän lisäksi fysiatrian poliklinikan liikunfafysiologi, Tampereen yliopistollisen sairaalan opetushoitaja sekä opinnäytetyömme ohjaaja. Ennen opinnäytetyön aloittamista opinnäytetyöyhteistyön hyväksyi opetusylihoitaja työelämäpalaverimuistion ja alustavan opinnäytetyösuunnitelman pohjalta. Opetusylihoitajan hyväksynnän jälkeen yhteistyö Pirkanmaan sairaanhoitopiiriin (PSHP) kanssa oli virallista. Jatkossa yhteyshenkilönä PSHP:n suuntaan toimi opetushoitaja.

Ensimmäiseksi tehtäväksi selventyi fysiatrian poliklinikan ja potilaita heille toimintakykyarviointiin lähettävän kuntoutustutkimusyksikön tarpeiden kartoittaminen. Valitsimme välineeksi henkilökohtaiset haastattelut, joissa molemmat opinnäytetyöntekijät olivat aina paikalla. Hyödynsimme perusrungoltaan yhtenäistä, mutta jokaiselle asiantuntijalle erikseen räätälöityä haastattelurunkoa (liite 1). Haastattelujen rakenne oli kuitenkin joustava ja avoin siinä mielessä, että vastausten pohjalta muodostuville lisäkysymyksille oli resursoitu aikaa. Haastattelujen kesto oli keskimäärin 45 minuuttia haastateltavaa kohden ja ne jakaantuivat syksylle 2012 ja keväälle 2013. Haastateltaviksi valittiin toimintakyvyn arviointiin ja testivälineistön hankintaan liittyvää henkilöstöä.

Haastattelujen puhtaaksikirjoittamisen jälkeen selventyivät uudet opinnäytetyömme kannalta selvitettävät asiat. Näitä olivat esimerkiksi lakien asettamat vaatimukset terveydenhuollon laitteille ja tarvikkeille, sekä haastattelujen perusteella rajattujen asiakas- ja potilasryhmien erityispiirteet ja niiden vaikutus testimenetelmän valintaan. Lakien, asiakas- ja potilasryhmien erityisvaatimusten, sekä Tampereen yliopistollisen sairaalan lääkintälaitteiden hankintaprosessin selvittäminen mahdollistivat olemassa olevien submaksimaalista aerobista suorituskykyä mittaavien testimenetelmien ja -välineiden rajaamisen. Erityisryhmien testaamiseen tutustuminen kirjallisuuskatsauksen avulla tarkensi myös sitä, mihin testimenetelmiin ja -välineisiin opinnäytetyössä olisi parasta keskittyä. Testivälineiden ja -menetelmien vertautuvuutta ja soveltuvuutta arvioidessa hyödynnettiin sekä haastatteluista saatua tietoa, että eri tahojen suosituksia testivälineiden ja -menetelmien turvallisuudesta ja soveltuvuudesta eri testausryhmille.

Testivälineiden etsimisessä hyödynnettiin internethakua, jossa hakusanaa ”ergometri” käyttäen poimittiin kaikki vaatimukset täyttävät välineet. Näin saatujen esitietojen pohjalta lähetimme eri maahantuojille sekä ainoalle suomalaiselle ergometrivalmistajalle sähköpostitse tiedustelun heidän asiantuntijoidensa suosituksesta vaatimustemme mukaiseksi testivälineeksi (liite 2). Kaikkiin seitsemään sähköpostiimme vastattiin ja viisi maahantuojaa antoi perustellun suosituksensa parhaista ergometreistään. Kahdesta paikasta ilmoitettiin, ettei heidän välineistään löytynyt yhteistyökumppanimme tarpeiden mukaisia ergometrejä.

Etukäteisselvityksen perusteella koottujen vaatimusten mukaisen vertailun jälkeen teimme Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalle oman ehdotuksemme parhaimmista testivälineistä. Lopullisen päätöksen hankittavasta välineestä tekee fysiatrian poliklinikan henkilökunta seuraavalla hankintakerroksellaan.



## **2 TESTIMENETELMÄVAATIMUKSET TAMPEREEN YLIOPISTOLLISESSA SAIRAALASSA**

Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ylilääkärin mukaan tulevaisuudessa aerobisen suorituskyvyn testaustarve kasvaa, ja sen vuoksi poliklinikalla tarvitaan paremmat valmiudet suorittaa aerobisen kestävyuden testejä. Yhteistyö työterveyshuollon ja kuntoutustutkimusyksikön, sekä tulevan tuki- ja liikuntaelinsairaalan kanssa sisältävät muun muassa työkykyarviointeja, joissa tavoitteena on kuvata henkilön toimintakykyä ja verrata sitä työn toimintakykyvaatimukseen. Fysiatrian poliklinikan osuutena on aerobisen suorituskyvyn mittaaminen työterveyden ja kuntoutustutkimusyksikön ottaessa vastuun henkilön psykososiaalisen toimintakyvyn arvioinnista. (Kankaanpää 2013.)

Fysiatrian poliklinikalla aerobisen suorituskyvyn testauksesta vastaa osaston liikuntafysiologi, testaukseen lähetettävistä henkilöistä taas vastaavat kuntoutustutkimusyksikön lääkärit. Hankittavalle aerobisen kestävyuden mittarille erityisvaateita asettavat sen käyttäjät fysiatrian poliklinikalla sekä testattavat henkilöt.

### **2.1 Asiakas- ja potilasryhmien vaikutus testimenetelmän valintaan**

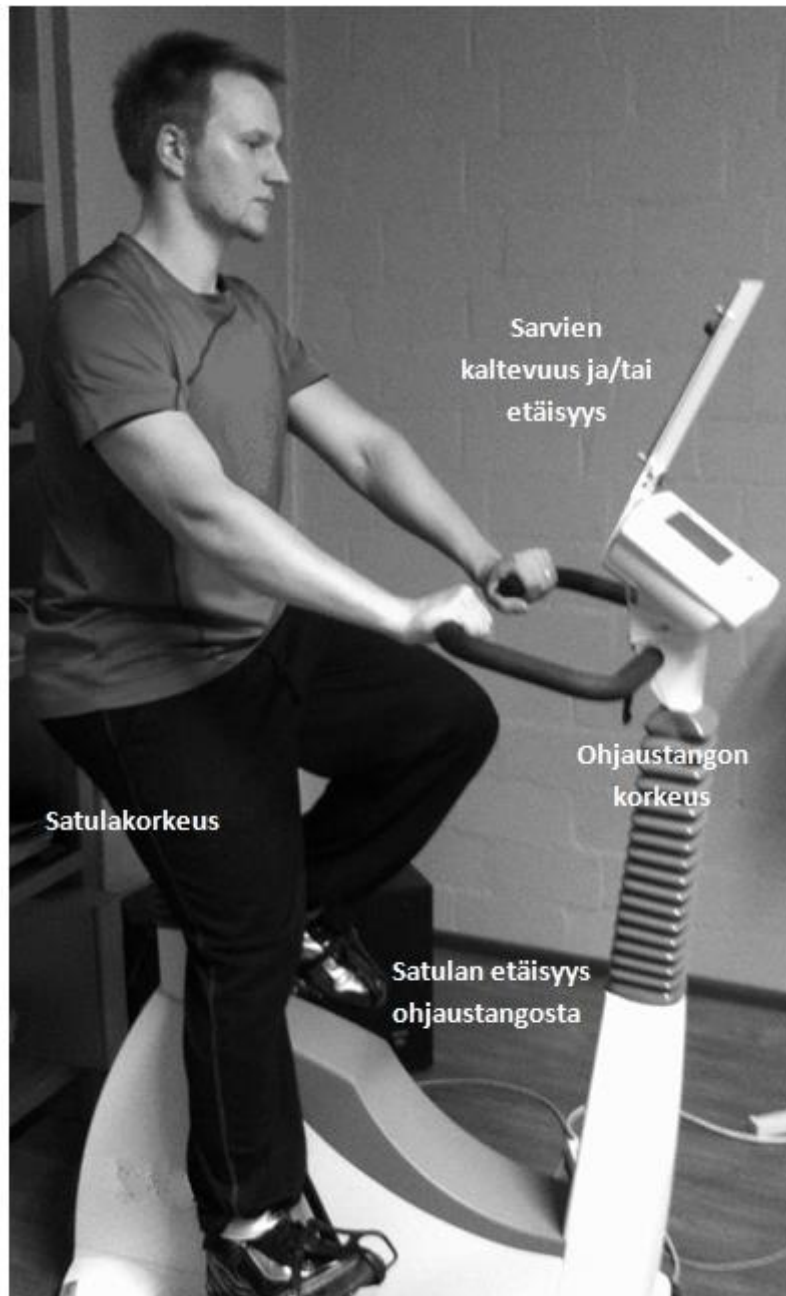
Kuntoutustutkimusyksikössä tapahtuvan seurannan tarkoitus on tehdä asiakkaille kuntoutussuunnitelma ja työkykyarvio. Aerobisen suorituskyvyn testaaminen kuuluu kuntoutustutkimukseen oleellisesti, sillä vakava sairaus aiheuttaa yleiskunnon laskua ja testin avulla voidaan saada konkreettinen kuva henkilön suorituskyvystä. Kaikkia kuntoutustutkimusyksikön asiakkaita ei kuitenkaan lähetetä fysiatrian poliklinikalle aerobisen suorituskyvyn testaukseen, vaan lähetyspäätökseen vaikuttavat testin hyötysuhde ja saatavuus sekä se, muuttaako testin antama lisäinformaatio kuntoutussuunnitelmaa tai tuo ko se siihen oleellisen lisän. Kuntoutustutkimusyksikön kannalta aerobisen suorituskyvyn testaamisen tarkoitus on saada luokitus henkilön kunnosta. Tärkeää on myös, että asiakas saa itse informaatiota omasta suorituskyvystään ja saadaan siten mahdollisuus vaikuttaa asiakkaan motivaatioon. Jos aerobisen suorituskyvyn testi tehdään, menee sen tulos suoraan B-lausunnon liitteeksi. (Heikkinen 2012.)

Aerobisen kestävyuden arviointiin lähetettävät henkilöt ovat pääsääntöisesti työterveys- tai perusterveydenhuollosta lääkärin läheteellä tulevia työelämästä paljon sairaslomien vuoksi poissaolevia tai työttömiä henkilöitä, joilla on hyvin vaihtelevat sairaus- ja toimintakykytaustat. Yleisimmin aerobista kestävyyskuntoa mittaavaan testiin lähetetään yli 50-vuotiaita ihmisiä, jotka eivät enää jaksaa töissä, ja joilla monesti on nivelrikkoa, selkärangan degeneraatiota ja muita tuki- ja liikuntaelinongelmia. Muita kuntoutustutkimusyksikössä yleisesti tavattavia toimintakykyä laskevia tekijöitä ovat näön ja kuulon ongelmat, ylipaino, kardiologiset sairaudet, allergiat ja keuhkosairaudet. Lisäksi masennus ja muut psyyken ongelmat aiheuttavat oman erityisvaateensa kuntotestaamiselle ja kuntoutussuunnitelman laatimiselle. Masentuneen ihmisen kuntotestauksessa testi voi kuitenkin olla myös motivaatiota kohottava tekijä, jolla kyetään osoittamaan henkilölle hänen todellinen suorituskykynsä taso ja seuraamaan sen kehitystä. (Heikkinen 2012.)

Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalle aerobisen kestävyuden testaukseen tulevilla henkilöillä yleisimpiä testaamiseen vaikuttavia erityistarpeita ovat ylipaino, tuki- ja liikuntaelinsairaudet, sydän- ja verenkiertoelimistön sairaudet, keuhkosairaudet sekä kipu. (Kaistila 2012.) Sydän- ja verenkiertoelimistön sairaudet, kuten sydämen vajaatoiminta, aiheuttavat ahdistuksen tunnetta rasituksen aikana. Liian rasittava, äkillinen fyysinen rasitus lisää kardiovaskulaaristen komplikaatioiden vaaraa, jolloin myös erityisesti lämmittelyn ja jäähdyttelyn tärkeys korostuvat. (Mustajoki 2012.) Suurin komplikaatoriski on niillä, joilla sydän- ja verenkiertoelimistön sairautta ei ole vielä diagnosoitu (Honkalehto 2001, 16). Astmaa tai keuhkohtaumatautia sairastaville ei suositella rasittavaa liikuntaa, joka lisää hengittämisen määrää sen aiheuttaman hengitysteiden supistumisriskin vuoksi. Se ei kuitenkaan poissulje polkupyöräergometritestin tekemistä, mutta lisää riskiä testin keskeytymiselle näiden oireiden ilmaantuessa. (UKK-instituutti: astma 2011.)

Tuki- ja liikuntaelinsairauksista yleisimpiä ovat nivelrikko, nivelreuma, selkä- ja niskahartiaseudun vaivat sekä osteoporoosi. Nämä ovat yleisimpiä sairauspoissaoloja ja kipua aiheuttavia, sekä toimintakykyä alentavia sairauksia Suomessa. Usein TULE -sairaille henkilöille juuri polkupyöräergometritesti on esimerkiksi kävelytestiä kuormittamattomampi vaihtoehto ja siksi sen toteuttaminen mieleisempää. Selkä- tai niskakivusta tai polven jäykkyydestä kärsivälle polkupyörä voi kuitenkin olla epämiellyttävä ja siksi ergometrin hankinnassa tulee kiinnittää huomiota sen säädettävyyteen ja istumaergonomiaan. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 229–230.)

Polkupyöräergometrin käytettävyyttä ja vakioitavuutta parantaa, jos testiväline on säädettävissä kaikille testattaville soveltuvalla tavalla (kuva 1). Polkuasennossa polkupyöräergometrin satulan tulisi olla sellaisella korkeudella, että testattavan polvinivel jää polkimen ollessa ala-asennossa n. viiden asteen kulmaan. Testattava istuu pystyasennossa suoraan poljinten yläpuolella, käsitukien ollessa mukavassa asennossa. (Keskinen, Mänttari, Aunola & Keskinen 2007b, 83.)



KUVA 1. Polkupyöräergometrin tärkeimmät säädöt ja optimaalinen polkuasento. (Kuva: Elina Perkiömäki)

Testattavista potilasryhmistä johtuvia testivaatimuksia ovat siis tuki- ja liikuntaelinsairaiden osalta testivälineen säätömahdollisuudet sekä mahdollisuus vain vähän tuki- ja liikuntaelimestöä kuormittavaan asentoon testausvälineessä. Lisäksi vaateita tulee testivälineen muotoilulle mahdollisimman helpon siirtymisen mahdollistumiseksi, ja jos kyseessä on istuimen sisältävä testiväline, tulee istuinmallia ajatella myös ylipainoisten näkökulmasta. Tärkeimpiä ominaisuuksia ovat kuitenkin suuresta testin keskeytymisen riskistä aiheutuen vastuskuormien säätömahdollisuus testin aikana ja mahdollisuus saada testin myötä saatua tietoa ulos laitteesta, vaikka asiakas ei jaksaisikaan polkea koko testiä loppuun tai saavuttaisi protokollan asettamia syketavoitteita.

## 2.2 Testaajien asettamat vaatimukset

Aerobista kestävyyttä arvioivaa testimenetelmää käyttävät pääsääntöisesti Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan liikuntafysiologi sekä fysioterapeutit. Liikuntafysiologi on huomannut nykyisen polkupyöräergometrin käytössä ongelmia, joita ei uuden välineen kanssa saisi olla. Tärkeimpänä hänkin mainitsee keskeytetyn testin tietojen tallentumisen ja analysointimahdollisuuden. Hän kertoo olleen liian yleistä, että asiakas tulee testiin, eikä saakaan tarvittavaa lausuntoa aerobisesta kestävydestään tai testiprotokolla ei mahdollista diagnoosin erittelyä, kun testi on jouduttu jostakin syystä keskeyttämään. Lisäksi testimenetelmän pitäisi olla nopea ja helppo suorittaa fysiatrian poliklinikalla tai sen läheisyydessä olevissa tiloissa, eli esimerkiksi kaikki pitkää kävelyrataa vaativat testimenetelmät on karsittava vertailusta pois. (Kaistila 2012.)

Testivälineen pitäisi olla myös riittävän mukautettavissa oleva erilaisten säätöjen avulla, kuten esimerkiksi polkupyöräergometrissä käsien asennon muuttaminen ohjaustangon säädöillä ja selän erilaiset asennot mahdollistava satulan säätö, sekä helppo siirtyminen laitteeseen ja siitä pois. Minimitietoina uudessa välineessä tulisi olla syke, aika ja vastuskuormat, mutta happisaturaatiokin olisi tarpeellinen. Lisäksi suora tulostemahdollisuus tai sähköinen tulostus helpottaisivat tietojen liittämistä suoraan potilastietoihin. (Kaistila 2012.)

Fysiatrian poliklinikan ylilääkärin mukaan sykkeen seuranta testivälineessä on keskeisin ominaisuus, mutta tulevaisuutta ajatellen olisi hyvä jos testiprotokollaan saataisiin liitet-

tyä happianalysoijan antama informaatio. Happianalysoijan hankinnasta on fysiat-  
rian poliklinikalla käyty alustavaa keskustelua. Ylilääkärin mukaan testimenetelmistä  
polkupyöräergometri olisi turvallisin vaihtoehto, sillä ainakin juoksumattoon verrattuna  
kaatumisriski olisi pienempi. (Kankaanpää 2013.)

### 2.3 Lakien ja direktiivien asettamat vaatimukset

Lait ja direktiivit vaikuttavat standardien ja sertifiointien, eli tyyppihyväksyntien, syn-  
tyyn. Euroopan Unionin jäsenmaissa standardit ovat usein sidoksissa Euroopan Unionin  
säädöksiin, joihin kuuluvat asetukset, direktiivit ja päätökset. Lisäksi jäsenmaiden omat  
lait ja säädökset vaikuttavat standardeihin. Jokaisella valtiolla on oma standarditunnuk-  
sensa, joka voidaan yhdistää esimerkiksi toisen järjestön standarditunnukseen. Näin  
saatu kirjainyhdistelmä kertoo, mitkä eri tahot ovat ko. standardin vahvistaneet. Tauluk-  
koon 1 on koottu esimerkkejä erilaisista standarditunnuksista. Yhdistelmästandarditun-  
nus SFS-EN-ISO merkitsee sitä, että standardi on kaikkien kolmen organisaation hy-  
väksymä ja näin ollen voimassa Suomen ohella myös Euroopassa sekä laajemmin kan-  
sainvälisesti. (SFS ry 2013.)

TAULUKKO 1. Esimerkkejä yleisimmistä standarditunnuksista.

Standardi	Organisaatio	Esimerkkistandardi
ISO	Kansainvälinen standardoimisjärjestö (International Organization for Standardization)	ISO 9000 -sarja: Laadunhallinta ja laadunvarmistus.
EN	Euroopan standardikomitea (CEN)	EN ISO 11553: Safety of machinery. Laser processing machines.
DIN	Saksalainen standardoimisjärjestö (Deutsches Institut für Normung)	DIN 13080: Division of hospitals into functional areas and functional sections.
SFS	Suomen standardisoimisliitto (SFS ry)	SFS 5060: Lääketieteellisten kojeiden luokittelu (fi).
esim. SFS-EN-ISO	SFS ry, CEN ja ISO	SFS-EN ISO 105-A01: Tekstiilit. Värinkestot. Osa A01: Testauksen yleiset periaatteet.

Sertifikaatit ovat todistuksia siitä, että laite täyttää jonkin tietyn sovitun standardin.  
Standardeja hyväksyvät tahot eivät myönnä sertifikaatteja, mutta useat kansainväliset  
toimijat vastaavat sertifiointien myöntämisestä laitteille. Tällaisia toimijoita ovat muun

muassa TÜV (Technischer Überwachungsverein), UL (Underwriters Laboratories), SGS (Société Générale de Surveillance) ja VTT (Valtion teknillinen tutkimuskeskus). Nämä tahot suorittavat mm. erilaisia laitetestauksia ja tutkivat tarvittaessa myös laitteen valmistusprosessin ennen sertifikaatin myöntämistä. (UL 2013; SGS 2013; TÜV SÜD; VTT 2010.)

Lain terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista (629/2010) tarkoituksena on ylläpitää ja edistää terveydenhuollon laitteiden ja tarvikkeiden sekä niiden käytön turvallisuutta. Lain kuudennessa pykälässä eritellään terveydenhuollon laitteiden olennaisia vaatimuksia: Laitteiden tulee täyttää niitä koskevat olennaiset vaatimukset, eli niiden täytyy olla suunniteltu, valmistettu ja varustettu niitä koskevien kansallisten standardien mukaisesti. Laitteiden tulee myös olla käyttötarkoituksiinsa sopivia ja oikein käytettyinä saavuttaa niille suunniteltu toimivuus ja suorituskyky, eikä laitteiden asianmukainen käyttö saa tarpeettomasti vaarantaa potilaan, käyttäjien tai muiden henkilöiden terveyttä tai turvallisuutta. Lisäksi laitteissa on oltava vaatimusten mukaisuutta osoittava CE -merkintä. (Laki terveyden huollon laitteista ja tarvikkeista (629/2010), 6§.) Kirjainyhdistelmä CE tulee ranskankielisestä nimestä *Conformité Européenne*, ja merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote on Euroopan Unionin asettaminen turvallisuutta, terveyttä, ympäristöä ja kuluttajansuojaa koskevien vaatimusten mukainen (Euroopan komissio 2011; Tukes 2012).

Kun laitetta halutaan käyttää lääketieteelliseen käyttöön, on sen oltava Euroopan Unionin lääkintälaitedirektiivin (93/42/ETY) mukainen. (European Commission. *Harmonized Standards: Medical Devices* 2013.) Euroopan yhteisöjen neuvosto on asettanut lääkinnällisistä laitteista direktiivin, jossa käsitellään muun muassa lääkinnällisten laitteiden yleisiä ominaisuuksia, suunnittelua ja rakennetta, vaatimusten mukaisuutta, sekä EY -tyyppi- eli sertikaattitarkastuksia. Direktiivin liitteessä lääkintälaitteen yleisistä ominaisuuksista todetaan muun muassa, että laitteet on suunniteltava ja valmistettava siten, että ne eivät suunnitelluissa olosuhteissa ja oikein käytettyinä vaaranna kenenkään terveydentilaa tai turvallisuutta. Lisäksi laitteiden on saavutettava valmistajan suunnittelema suorituskyky, eikä se saa muuttua ilmoitettuna käyttöaikana tavanomaisesta kuormituksesta tai varastoinnista ja kuljetuksesta johtuen. Direktiivissä mainitaan myös, että lääkintälaitteen vaatimustenmukaisuuden tarkastamiseksi on käytettävä eurooppalaisella tasolla yhdenmukaistettuja standardeja, joiden hyväksymisestä vastaavat Euroopan standardikomitea (CEN) ja Euroopan sähkötekniikan standardointikomitea (CENE-

LEC). Lääketieteelliseen käyttöön tarkoitettu laite tulee tarkastuttaa EY - tyyppitarkastusmenettelyn kautta. Menettelyssä todistetaan laitteen täyttävän lääkintälaitedirektiivin sitä koskevat säännökset erilaisten asiakirjojen, tarkastusten ja tarvittavien testien perusteella. EY-tyyppitarkastuksen voi suorittaa eurooppalainen ilmoitettu laitos, esimerkiksi Suomessa Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). (Neuvoston direktiivi lääkinnällisistä laitteista 93/42/ETY; Lavonen 2011.)

Euroopan Unionin alueella lääkintälaitteiden tulee olla ainakin standardien ISO 13485 (laadunhallintajärjestelmästandardi) sekä ISO 14971 (standardi riskienhallintajärjestelmän vaatimuksista) mukaiset. Niiden lisäksi sähkökäyttöisten laitteiden tulee täyttää IEC 60601 (tuotteen turvallisuus ja suorituskyky) -standardisarjan ja ohjelmistoja sisältävien laitteiden IEC 62304 -standardin vaatimukset sekä tuotteeseen soveltuvat harmonisoidut EN -standardit, kuten esimerkiksi CEN EN 957-4:1996 (Kuntoiluvälineet - Osa 5: Kuntopyörät, lisäturvallisuusvaatimukset ja testausmenetelmät) ja CEN EN 89/336. (Lavonen 2011; European Commission. Harmonized Standards: Electromagnetic Compatibility 2013.)

#### **2.4 Nykyiset testimenetelmät Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla**

Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla käytössä olevan polkupyöräergometrin käyttöliittymään kuuluu muiden ohjelmien ja toimintojen lisäksi moniportainen kuntotesti, joka arvioi submaksimaalisesti epäsuoralla menetelmällä testattavan maksimaalista hapenkulutusta. Ennen testin aloittamista laitteeseen luodaan käyttäjä, jolle testattavan sukupuoli, ikä, paino ja maksimisyke kirjataan. Jos testattavan maksimisyke ei ole tiedossa, arvioi laite testattavalle iänmukaisen maksimisykkeen kaavalla 220 - ikä. Testin oletustavoitesykkeenä käytetään 85% käyttäjätietoihin asetetusta maksimisykkeestä, mutta tavoitesykkettä on mahdollista vaihtaa ennen testin aloittamista. (Polkupyöräergometri K: Käyttöohje.)

Kuntotestissä on myös valittavana kolme kuormitusprotokollaa miehille ja naisille testattavan liikunta-aktiivisuuden perusteella. Näissä aloituskuormat ja kuormaportaiden nostot on ennalta määrätty, eikä kuormia voi kesken testin muuttaa. Kun testi käynnistyy, se jatkuu portaittain kunnes asetettu tavoitesyke saavutetaan. Tämän jälkeen testi

voidaan lopettaa, mutta sitä on myös mahdollista jatkaa, jos riskikartoituksessa ei ole ilmennyt maksimaalisen testin estäviä tekijöitä, ja näin saadaan lisätietoa esimerkiksi testattavan maksimisykkeestä. Testin aikana laite tallentaa keskiarvosykkeitä, joiden mukaan se piirtää regressiosuoran. Muodostetun suoran avulla voidaan ennustaa testihenkilön maksimaalinen hapenkulutus. (Polkupyöräergometri K: Käyttöohje.) Testidataa voidaan muokata testin jälkeen erityisen tietokoneohjelman avulla, jonne polkupyöräergometritestissä saatu raakadata voidaan siirtää. Ohjelma antaa testihenkilölle myös liikuntaohjeen. (Kaistila 2012).

Kyseisen polkupyöräergometrin käyttö on fysiatrian poliklinikalla oleellisesti vähentynyt sen huonojen käyttökokemusten vuoksi. Käyttäjien mukaan suurin ongelma polkupyöräergometrin käytössä on se, ettei kuormaportaita tai tavoitesykkeitä voida muuttaa kesken testin. Tällöin voi käydä niin, että testattava henkilö ei kykene polkemaan kunto testiä loppuun, jolloin tiedot häviävät, koska laite ei mahdollista jo kerätyn tiedon tulostamista testin keskeytyessä. Toisen ongelman aiheuttaa polkupyöräergometrin säädettävyyden, jonka on todettu olevan riittämätön: istuinosa voi säätää korkeus-, kaltevuus- ja vain hieman etäisyysuunnassa, käsitukia korkeus- ja kaltevuussuunnassa. (Kaistila 2012; Polkupyöräergometri K: Käyttöohje.)

Fysiatrian poliklinikalla on tällä hetkellä mahdollista hyödyntää myös juoksumattoa esimerkiksi kävellen tehtävissä aerobisen kestävyuden arvioinneissa. Poliklinikalla voidaan lisäksi suorittaa kuuden minuutin kävelytestejä. (Kaistila 2012.)



### **3 FYYSINEN TOIMINTAKYKY JA AEROBISEN KESTÄVYYDEN ARVIOINTI**

Toimintakyvyllä tarkoitetaan ihmisen fyysistä, psyykkistä ja sosiaalista suoriutumiskykyä. Toimintakykyä arvioidaan usein arjessa selviytymisen vaatimusten mukaan niin, että ihmisen toimintaympäristö pyritään huomioimaan. Toimintakyvyn eri osa-alueet ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa.

#### **3.1 Toimintakyky ja työkyky**

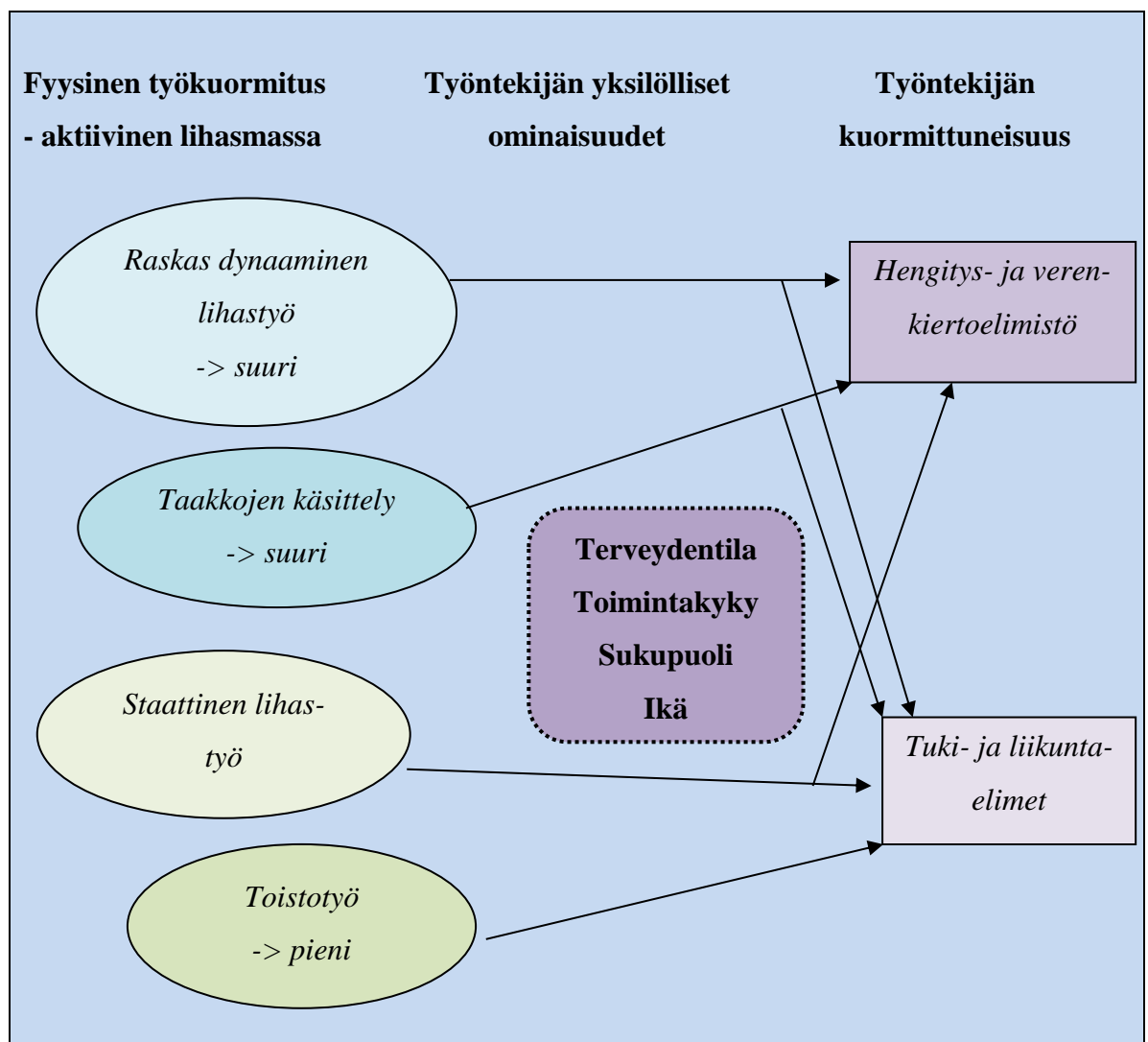
Toimintakyvyllä tarkoitetaan yleensä fyysistä suorituskykyä sekä selviytymistä päivittäisistä toiminnoista, vaikka toimintakyvyn ulottuvuuksia ovat myös psyykinen ja sosiaalinen toimintakyky. Fyysinen toimintakyky kattaa suuren osan toimintakyvystä, ja sen osa-alueita ovat yleinen suorituskyky, lihasten voima ja kestävyys, nivelten liikkuvuus ja stabiilitetti, liikekoordinaatiokyky sekä tasapaino. Toimintakykyä laajemmin arvioidessa voidaan hyödyntää ICF -viitekehystä, joka sisältää toimintakykyyn sisältyvien osa-alueiden ohella myös osallistumisen ja aktiviteetit sekä kehon vajavuuksien vaikutukset sekä mahdolliset esteet osallistumiselle ja suoriutumiselle. (Taimela 2010, 171.)

Toimintakykyä voidaan myös arvioida terveystilanteen käsitteen kautta. Terveystilanteella tarkoitetaan niitä fyysisen tilanteen osa-alueita, jotka ovat yhteydessä terveyteen tai toimintakykyyn, ja jotka hyötyvät fyysisestä aktiivisuudesta ja taas vastaavasti heikkenevät fyysisen aktiivisuuden vähentyessä. Kestävyystilanteo vaikuttaa positiivisesti sydän- ja verenkiertoelimistön toimintaan, ja monipuolisella lihaskuntotyypillisellä harjoittelulla on toimintakykyä edistävää vaikutusta. (Suni 2007, 212.)

Työkykyä taas on määritelty työjärjestelmän, yksilöllisen sekä lääketieteellisen työkykykäsityksen näkökulmista. Lääketieteellisen ajattelutavan mukaan terve yksilö on työkykyinen, jolloin työkyvyn arviointi perustuu pitkälti työkykyyn vaikuttavien sairauksien hoitoon ja niiden diagnosointiin. Tasapainomalli taas arvioi yksilöllistä toimintakykyä ja sen riittävyyttä suhteessa työn vaatimuksiin, jolloin työkyvyn kannalta keskeistä on toimintakyvyn riittävyys työstä selviytymiseen. TYKY- eli työkykyä edistävän toi-

minnan taustalla ovat perinteisesti vaikuttaneet molemmat edellä mainituista malleista. Työkykyä voidaan myös koettaa hahmottaa ns. integroidun käsityksen kautta. Tässä ajattelutavassa työkyky liittyy sosiaalisempaan kontekstiin osana yhteisöllistä ja työtoiminnan muodostamaa järjestelmää. Integroidun mallin mukainen työkyvyn arviointi painottuukin järjestelmätasoon, jolloin yksilölliset toimintakyvyn ulottuvuudet jäävät sivummalle. (Taimela 2010, 172.)

Työkykyyn liittyy myös työkuormituksen käsite. Työkuormitus sisältää yksilöllisen kuormituksen sekä työssä jaksamisen ja hyvinvoinnin. Työ kuormittaa yksilöä fyysisesti, psyykkisesti ja sosiaalisesti. Työn fyysinen kuormitus koostuu erilaisista kuormitustekijöistä, jotka on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Fyysisen työkuormituksen muodot ja niiden kohdistuminen hengitys- ja verenkiertoelimistöön ja/tai liikuntaelimiin (Lindströmin ja muiden 2002 mukaan, Rutenfranz 1981, 13).

Työ kuormittaa laadustaan riippuen sekä hengitys- ja verenkiertoelimistöä, että tuki- ja liikuntaelimiä. Raskas dynaaminen lihastyö, taakkojen käsittely ja staattinen lihastyö kuormittavat hengitys- ja verenkiertoelimistöä ja kuvaavat aerobisen kestävyuden tarvetta kaikenlaisessa työssä.

Koska toimintakykyyn vaikuttavat fyysisen suoriutumiskyvyn ohella myös toimintakyvyn psyykkiset ja sosiaaliset ulottuvuudet, on tärkeää muistaa niiden aiheuttaman kuormituksen vaikutukset fyysiseen suoriutumiskykyyn. Esimerkiksi psykososiaalinen stressi vaikuttaa psykofysiologisesti suoraan myös fyysiseen toimintakykyyn pitkäaikaisesti jatkuessaan ja myötävaikuttaa mm. sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksien ja rasitusvammojen syntyyn. (Lindström ja muut 2002, 15.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään fyysisen toimintakyvyn yhteen osa-alueeseen, aerobiseen kestävyyskuntoon, ja sen arviointiin.

### **3.2 Aerobisen kestävyyskunnan arviointi**

Asiakkaan toiminta- ja työkykykartoituksessa fyysistä toimintakykyä voidaan arvioida mittaamalla aerobista kestävyyskuntoa, lihaskuntoa, liikkuvuutta ja motorista kuntoa. Fyysistä toimintakykyä voidaan arvioida kyselyin ja haastatteluin, havainnointi- ja arviointimenetelmin, toimintatestein ja laboratoriomittauksin (Pohjolainen 2007, 10). Tässä opinnäytetyössä tarkastelun alla ovat laboratoriomittaukset jatkossa määritellyin osin.

Aerobinen kestävyyskunto, tai aerobinen kestävyys, on yksi tärkeimmistä kehon kokonaistoimintakykyyn vaikuttavista tekijöistä. Aerobinen kestävyys kertoo kehon kyvystä työskennellä pidempiä aikoja väsymättä ja se antaa viitteitä myös kehon energia-aineenvaihdunnan toiminnasta. Aerobista kestävyyttä voidaan mitata suoraan tai arvioida epäsuorasti erilaisin menetelmin. Koska suorien aerobisen kestävyuden mittausten menetelmien riski esimerkiksi sydänperäisten tapahtumien osalta on suurempi, aerobista kestävyyttä arvioidaan usein submaksimaalisilla testeillä (tavoitetaso 85% maksimihaapenottokyvystä) erityisesti riskiryhmien kohdalla. Submaksimaaliset testit sisältävät pienemmät terveystriskit, ovat edullisempia suorittaa sekä miellyttävämpiä testattavan kannalta. Vaikka suorat testit ovatkin tarkempia, on submaksimaalisilla testeillä saatu hapenottokykyarvio usein riittävä kuntotason arvioimiseen (ACSM 2000, 70). Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain epäsuorien menetelmien käyttöön testauksessa.

Yleisimpiä aerobisen kestävyuden mittausvälineitä ovat polkupyöräergometrit ja juoksumatot. Step -laudat ovat Suomessa testikäytössä harvinaisempia, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa käytössä ovat mm. Åstrand & Ryhming - sekä 3 minuutin YMCA - testit. (ACSM 2000, 75-76.) Myös käsiergometriä voidaan hyödyntää silloin, kun testattava ei pysty käyttämään jalkojaan. Käsiergometrin käytön ovat pitkälti syrjäyttäneet farmakologiset testit, jotka eivät vaadi liikkumista aerobisen kestävyuden arvioimiseen. Näissä testeissä liikunnan aikaansaamat vaikutukset simuloidaan lääkeaineiden avulla. (ACSM 2000, 97.) Hapenottokyvyn ennustaminen onnistuu ilman liikkumista myös Non-exercise -menetelmällä, jonka pääasiallinen tarkoitus on auttaa arvioimaan varsinaisessa testissä tarvittavaa kuormitusta (Keskinen, Mänttari, Aunola & Keskinen 2007a, 80). Teknologian ja Non-exercise -menetelmän yhdistelmää taas hyödyntää Polarin kuntotesti. Testi arvioi hapenottokykyä neuroverkkolaskennan avulla muodostaen hapenottokykyarvion levossa mitattujen sykeintervallien keskiarvon, sykevariaatiomuuttujien ja testattavan syöttämien tietojen pohjalta. (Laukkanen 2007, 81.)

Testattavien testivalmius vaikuttaa siihen millainen testaustapa on soveltuva. Moniongelmaisten työikäisten kohdalla muun muassa ylipaino on merkittävä testimenetelmään vaikuttava tekijä. Myös liikunta-aktiivisuudella on merkitystä erityisesti turvallisen testausvälineen valinnassa. Onkin todettu, että polkupyöräergometri on turvallisempi kuin esimerkiksi juoksumatto, jolla käveleminen vaatii harjaantumista. Polkupyöräergometri mahdollistaa myös nivelten pienemmän kuormittumisen sekä vastuksen kasvattamisen hyvinkin pienin lisäyksin. (ACSM 2000, 70; Häkkinen 2007, 230.) Huonompikuntoisten testattavien kohdalla on myös erityisesti muistettava motivaation vaikutus testitulokseen – riittämättömästi liikkuvilla kynnys liikkumisen keskeyttämiseen on alempi. Huonokuntoisilla testattavilla motivaatioon liittyvä haaste liian aikaisen keskeyttämisen ohella on myös riittävän työpanoksen saaminen testattavasta. (Cooper & Storer 2001, 179; Kaistila 2012.)

Aerobista kestävyyttä voi myös kenttäolosuhteissa testata erilaisin kävelytestein esim. ulkotiloissa tasaisella maastolla (esimerkiksi UKK-instituutin kahden kilometrin kävelytesti) tai sisätiloissa pitkällä käytävällä (esimerkiksi 6 minuutin kävelytesti). Hyvä aerobisen kestävyuden mittari on fysiatrian poliklinikan liikuntafysiologin mukaan tarpeeksi erotteleva, yksilöllisesti modifioitava, ja nopea suorittaa. Hyvä aerobisen kestävyuden mittaamiseen soveltuva väline taas on säädettävissä erilaisille testattaville (mm. säädöt,

vastukset), soveltuu testattavalle väestölle ollen muun muassa turvallinen, ja sisältää testipalautteen saamisen laitteesta tulostettavassa muodossa. (Kaistila 2012.) Edellä mainittujen vaatimusten täyttämiseksi karsimme olemassa olevista testimenetelmistä muun muassa Cooperin 12 minuutin juoksutestin ja UKK:n kahden kilometrin kävelytestin niiden vaatimien tilajärjestelyiden vuoksi. Cooperin 12 minuutin juoksutesti on myös kävelytestien ohella joidenkin erityisryhmien kohdalla liian kuormittava (ACSM 2000, 71).

### **3.2.1 Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti**

Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti on epäsuora maksimaalisen aerobisen tehon arviointimenetelmä. Testissä arvioidaan maksimaalista hapenkulutusta, joka kuvaa elimistön kykyä kuljettaa happea ja käyttää sitä aerobiseen energianmuodostukseen maksimaalisessa dynaamisessa rasituksessa. (Suni & Taulaniemi 2012, 225.) Polkupyöräergometritestin perustana on sykkeen ja hapenkulutuksen välinen lineaarinen yhteys sykealueilla 120–170, eli submaksimaalisella kuormitustasolla. Tällä sykealueella parasympaattisen hermoston ohjaamat sykevaihtelut, kuten esimerkiksi jännityksestä tai nestetasapainosta johtuvat vaihtelut katoavat ja testin luotettavuus paranee ulotettaessa kuormitustasot reilusti sympaattisen säätelyn puolelle. (Suni & Taulaniemi 2012, 231.) Sykkeen ja hapenkulutuksen lineaarisen yhteyden ohella submaksimaalisissa polkupyörätesteissä oletetaan myös, että arvioidut maksimisykkeet ovat samantyyppisiä kaikilla testattavilla, mekaaninen tehokkuus ja lihastyön ekonomisuus ovat samankaltaiset kaikilla testattavilla, ja päivittäinen syketasovaihtelu ei ole suurta. (McArdle, Katch & Katch 2001, 242-243.)

Submaksimaalisessa polkupyöräergometritestissä on yksi tai useampia testiprotokollan mukaan vaihtelevan mittaisia kuormaportaita, joilla pyritään saavuttamaan 40–80%:n taso maksimaalisesta aerobisesta tehosta. Kuormien valinnassa käytetään kuntotasoon, ikään ja kehon painoon suhteutettuja taulukoita, pelkkään ikään ja sykereaktioon perustuvaa ohjausta tai Non-exercise -ennustemenetelmällä arvioitua maksimaalista hapenkulutusta, joka lasketaan iän, sukupuolen, painoindeksin (BMI) ja liikunta-aktiivisuuden perusteella. Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus voidaan muuntaa maksimikuormaennusteeksi ja sen avulla laskea kuormat, jotka ovat alun noin 50% ja lopun noin 80-85% välillä maksimaalisesta aerobisesta tehosta. (Suni & Taulaniemi 2012, 231–233.)

Testin aikana tarkastellaan myös testattavan subjektiivista tuntemusta rasituksesta asteikolla 7–20 (RPE, rate of perceived exertion). Submaksimaalisen testin RPE -tason yläraja on 17. (Suni & Taulaniemi 2012, 233.) Poljinkierrokset ovat yleisesti 60–90 kierrosta minuutissa, mittausvälineestä riippuen. (Nummela 2007, 59.) Joidenkin polkupyöräergometrien kohdalla pyöritysnopeus tulisi pitää vakiona, kun taas toisten kohdalla esimerkiksi tietokoneohjelma pystyy muuttamaan testin kulkua testattavan poljinkieroksia vastaavaksi.

Testistä saaduista kuorma-sykepareista muodostetaan regressioyhtälö, jolla voidaan arvioida maksimaalista sykettä vastaava polkemisteho, joka muutetaan hapenkulutukseksi jollakin olemassa olevista aerobisen polkemistehon muuntokaavoista. Submaksimaalisen polkupyöräerometritestin perusteella arvioitu maksimaalinen hapenkulutus poikkeaa tutkimusten mukaan mitatusta maksimaalisesta hapenkulutuksesta noin 7–27%. (Suni & Taulaniemi 2012, 233–234.)

Saatujen tulosten luokitteluun voidaan käyttää Shvartzin ja Reiboldin (1990) kokoamaa aineistoa, jonka perustana ollut materiaali on kerätty tutkimushankkeista, joita on ollut yhteensä 62, ja joista 32 on tehty polkupyöräergometrin avulla. Tulosten tulkinnessa on huomioitava maksimaalisen hapenkulutuksen arvion lisäksi muut testin aikana tehdyt huomiot ja kirjatut havainnot, kuten subjektiivinen rasitustuntemus, hikoileminen ja hengästyminen. Näiden avulla voidaan arvioida iänmukaisen maksimisykkeen ja sen avulla laskettujen kuormien oikeellisuutta kullakin portaalla. Testin luotettavuuteen vaikuttaa oleellisesti se, kuinka lähellä testattavan arvioitu maksimisyke on todellisuutta jos se ei ennestään ole tiedossa. (Suni & Taulaniemi 2012, 234–236.) Maksimihapenottokykyarvio submaksimaalisella menetelmällä osuikin keskimäärin 10–20% sisälle testattavan todellisesta maksimihapenottokyvystä. (McArdle, Katch & Katch 2001, 243.)

Polkupyöräergometritestejä on kehitetty monia erilaisia ja suurimmat erot eri testien välillä tulevat kuormaportaiden määrästä ja niiden pituuksista. Porrasergetritesteistä tehdyssä kirjallisuuskosteessa on kuitenkin todettu moniporrastestien olevan yhden portaan testejä luotettavampia (taulukko 2). Tutkimuksissa on huomattu testillä arvioidun suorituskyvyn olevan tarkempi käytettäessä kahden portaan sijasta kolmea porrasta, lisäksi kahta minuuttia pidemmät portaavat tuottavat tarkempaa suorituskykyarvoa kuin

sitä lyhyemmät. (Suni & Taulaniemi 2012, 234–235.) Myös Työterveyslaitos suosittaa, että työkyvyn arvioinnissa hyödynnetyt polkupyöraergometritestit olisivat ainakin kolmiportaisia. (Matikainen ja muut 1995, 104.) Submaksimaalisista testeistä saadut hapenottokykyarvot eivät kuitenkaan välttämättä pidä paikkaansa kaiken ikäisillä ja -kuntoisilla henkilöillä, sillä maksimihapenottokyvyn ennustettuihin arvoihin vaikuttavat oleellisesti myös niiden henkilöiden ikä ja kuntotaso, joiden avulla menetelmä on kehitetty. Polkupyöraergometritestin vahvuutena voidaan kuitenkin pitää siinä tuotettavan työn taloudellisuudessa loppujen lopuksi tapahtuvien erojen pienuutta. (Takalo 2001, 12–13.)

TAULUKKO 2. Kirjallisuuskooste polkupyöräergometritestien luotettavuudesta (Suni & Taulaniemi 2012, 235, muokattu)

Wilmore ym. 1986	M/n= 27/ 15–28v, N/n= 35/ 19–31v	4*3min porrasta, (220- ikä) mitattu Hrmax, RPE 6-20, useita ekstrapolootioita.	r = 0,89, SEE=0,29l/min, VO2max = 3,49 - 0,0133HR - 0,0545RPE + 0,0026W	Suosittelava menetelmä kliiniseen käyttöön ja kunto-testaukseen, ei tutkimuskäyttöön.
Grossman ym. 1994	M/n= 16/ 17–26v	YMCA 3-4*3min porrasta, YMCA/ACSM ekstrapolaatio	Yliarvioi +12–14%	YMCA -protokollaa ei suositella
Greiwe ym. 1995	M+N= 15 /21–54v	ACSM 3-4*2min porrasta, ekstrapolointi HRmaxiin	SEE= 0,5 l/min, yliarvioi +25%	Ei suositella VO2max-arviointiin, 65–70% HRmax liian aikainen lopetus, 2min portaat liian lyhyet
Swain ym. 1997	M/n= 16, N/n= 14 (pyöräilijät); M/n= 15, N/n= 13 (ei pyöräilijät), 18–40v	ACSM 3min portailla testit 50 ja 80 rpm:llä, testisykkeet <85% HRmax	50 ja 80 rpm:llä ei eroa VO2max-arvoissa, SEE= 8,2–7,4 ml/kg/min, yliarvioi +28–30%	Yliarvioi VO2maxia huomattavasti, kaavaa ei ole validioitu suurilla polkemisteoilla.
Lockwood ym. 1997	M/n= 109, N/n= 71, 20–54v	ACSM 4*2min porrasta, ekstrapolaatio HRmaxiin, Modified Åstrand	ACSM yliarvioi +2%, 23% +/- 5% sisällä VO2maxista, Åstrand aliarvioi –14,9% 10+/-5% sisällä VO2maxista.	Porrastesti I (ACSM) luotettavampi kuin vakio-kuormatesti (Åstrand)
Takalo, T. 2001	M/n= 26/ 21–51v, N/n= 17/ 20-39v.	WHO 3*4min portaat ekstrapolointi Hrmaxiin, FitWare 2min ja 1min portaat	WHO: M: –2,4%, r= 0,92; N: +1,0%, r= 0,89, Fitware: M: –2,5%, r= 0,92; N: +11,7%, r=0,79.	WHO luotettava VO2max-arviointimenetelmä sekä M, että N, FitWare luotettava vain miehillä



### 3.2.2 Kuuden minuutin kävelytesti

Kuuden minuutin kävelytestiä on käytetty Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla potilaiden kunnan testaamiseen jonkin verran. Sen suorittaminen saattaa edelleenkin tulla kysymykseen joidenkin potilaiden kohdalla, joille esimerkiksi polku-pyöräergometritestin tekeminen ei sovellu.

Kuuden minuutin kävelytestin tarkoitus on arvioida submaksimaalista suorituskykyä ja liikkumiskykyä. Testin tuloksen avulla voidaan laskea ennuste maksimaalisesta hapenottokyvystä. (UKK-instituutti: 6 minuutin kävelytesti, 2012.) Kuuden minuutin kävelytesti kuvaa kokonaisvaltaisesti liikuntaan osallistuvien biologisten järjestelmien, eli keuhkojen, sydän- ja verenkiertoelimistön, hermolihaskäytännön ja lihasten aineenvaihdunnan toimintaa. Perinteisesti kuuden minuutin kävelytestiä on käytetty lähinnä sydän- ja keuhkosairaiden potilaiden lääketieteellisten toimenpiteiden vaikuttavuuden seurantaan sekä potilaiden toimintakyvyn, sairastuvuuden ja kuolleisuuden arviointiin. (Mänttari 2013.) Kuuden minuutin kävelytestiä suositellaan myös ikääntyville, joille aikarajoitteiset testit soveltuvat tietyn matkan kävelyä paremmin. Matkamääräisten testien suoritusajat voivat ikääntyneillä vaihdella huomattavasti. (Suominen & Sakari-Rantala 2007, 228.)

Kuuden minuutin kävelytesti suoritetaan vakio-olosuhteissa sellaisessa tilassa, jossa kuljettu matka on luotettavasti mitattavissa ja kävelyradan pituudeksi saadaan vähintään 15 tai 30 metriä. Matka merkitään teipillä kolmen metrin välein, lisäksi lähtöviiva ja kääntymispaikka merkitään. Ennen testin aloittamista kerrotaan testattavalle miten testi suoritetaan. Kuuden minuutin kävelytestissä testattava kävelee kuusi minuuttia omaa vauhtiaan niin pitkälle kuin ehtii. Tarkoitus on, että testattava kävelee keskeytyksettä ja testin lopussa testattavalla tulisi olla sellainen tunne, ettei hän jaksaa yhtään enempää, mutta testattava voi kuitenkin tarvittaessa hidastaa vauhtia ja pysähtyä lepäämään. Kaikki testin aikaiset tapahtumat kirjataan tarkasti ylös ja niitä käytetään testin analysoinnissa. (Suni & Taulaniemi 2012, 230; Suomen Sydänliitto ry: Kuuden minuutin kävelytesti -ohje.) Testin aikana testattavalta mitataan RPE-tuntemus (RPE 6-20) ennen kävelyn aloittamista ja kävelyn lopettamisen jälkeen, sykearvot tarkistetaan kahden ja neljän minuutin kohdalla sekä testin loputtua. Testattavan kävelemä matka kirjataan metrin tarkkuudella. (UKK-instituutti: 6 minuutin kävelytesti, 2012.)

### 3.3 Erityisryhmien testaaminen

Kuntotestauksen suurin kohderyhmä on työssäkäyvä väestö. Työntekijöiden kuntotestauksena tavoitteena on selvittää työkykyä ja työssä jaksamista. Erityisryhmien kohdalla kuntotestauksen tarkoituksena on yleensä kartoittaa arjessa selviytymisen resursseja ja keskittyä terveydentilan arviointiin. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2007, 13.)

Erityisryhmien kohdalla sairaudet ja liikuntarajoitteet vaikuttavat testimenetelmän ja välineen valintaan. Kuten aiemmin todettiin, yhteistyötahona toimivan Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan testattavilla erityisryhmiin lukeutuvat ylipainoiset, tuki- ja liikuntaelinsairaat, sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksia potevat, keuhkosairaat sekä kipupotilaat. Lisäksi testattavilla voi olla psyykkistä oireilua, esimerkiksi masennusta. (Kaistila 2012.)

Tuki- ja liikuntaelinsairauksiin liittyy usein erilaisia kipuja. Tuki- ja liikuntaelinsairauksiin liittyvää kipua aiheuttavat turvotukset, tulehdukset, ja erilaiset hermoärsytykset. Tuki- ja liikuntaelinten ongelmia aiheuttavat paitsi tulehdukselliset yllärasitustilat, myös mm. nivelkulumat, nivelrikko, osteoporoosi ja erilaiset virheasennot. Tuki- ja liikuntaelinsairailta kävelykuormitus voi aiheuttaa painoa kantavien nivelten kipuja, jolloin kävelytestejä ei ole mielekästä suorittaa. (Häkkinen 2007, 229.) Myös ylipainoisten kohdalla aerobisen kestävyuden testaaminen kävellen voi suuren nivelkuormituksen vuoksi olla ongelmallista.

Sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksissa rasitus on syytä pitää testaustilanteessakin sydämen kannalta kohtuullisena. Yläraajojen kuormittamista, pitkäkestoista staattista lihastyötä ja kovia fyysisiä ponnistuksia kannattaa välttää. (Heiskanen & Mälkiä 2002a, 83-84.) Hengityselimistön sairauksissa kuten keuhkohtaumassa suositetaan, että aerobista kestävyyttä arvioidessa kuormaa lisättäisiin ensin nopeasti (n.6-8 min.), jonka jälkeen kuormitus pidettäisiin tasaisempana. Näin saatu arvio antaisi totuudenmukaisemman kuvan testattavan hapenottokyvystä. Oksimetrin käyttö on myös suositeltavaa. (Heiskanen & Mälkiä 2002b, 95-96.)

Psyykkisistä ongelmista esimerkiksi masennus vaikeuttaa kuntotestausta, sillä submaksimaalisetkin testit vaativat testattavalta yrittämistä. Testattavan motivaatio on keskeistä kaikkien fyysistä kuntoa mittaavien testien tekemisessä. Aerobisen kestävyuden arvioin-

tia voi kuitenkin koettaa lähestyä motivoivana tekijänä esimerkiksi osana toimintakyvyn kohenemisen seurantaan. (ACSM 2000, 247.) Myös palautteen anto ja ohjaus liikunnan harrastamiseen voivat auttaa motivoimaan liikkumiseen (Liikuntatieteellinen Seura ry: Kuntotestauksen hyvät käytännöt 2010).

Sairauskohtauksien riski on monen erityisryhmän kohdalla suurempi, joten maksimaalisia kuormituksia vältetään, vaikka työkyvyn arviointiin suositellaankin suoraa hapenoton mittaamista submaksimaalisten testien virhelähteiden määrän vuoksi (Nummela 2007, 65). Erityisryhmien testaamisessa hyödynnetään kuitenkin submaksimaalisia testejä, joiden pohjalta aerobista kestävyyttä voidaan arvioida. Testattavan testipanoksesta voidaan submaksimaalisessa testissäkin saada lisätietoa esimerkiksi hengityskaasuanalysointia avulla, sillä hengityskaasuinformaatio kertoo energia-aineenvaihdunnasta liikuntasuorituksen aikana. (Kaistila 2012.) Runsaampi hiilihydraattien käyttö viestii suuremmasta kuormituksesta (McArdle, Katch & Katch 2001, 15-17). Joidenkin erityisryhmien kuten hengityselimistösaireiden testauksessa hengityskaasujen analysointi on tärkeää myös siksi, että sen avulla saadaan tietoa keuhkotuuleuksesta (ACSM 2000, 110).

## **4 LÄÄKINTÄLAITTEEN HANKINTAPROSESSI TAMPEREEN YLIOPISTOLLISESSA SAIRAALASSA**

Lääkintälaitteen hankinnassa on Tampereen yliopistollisessa sairaalassa eri polkuja, jotka määrittävät hankittavan laitteen hinnan mukaan. Kulutustavaralinja koskee niemensä mukaisesti kulutustavaroita, kuten elektrodeja ja rannetukia, joiden arvo on korkeintaan 3000 euroa. Näiden tavaroiden tilaamiseen valtuudet ovat osastonhoitajalla ja tilaus tehdään suoraan sairaalan keskusvarastolta. (Lumiaho 2012.) Alle 10 000 euron arvoisten laitteiden hankinnasta päättää hankkiva yksikkö itse ja kyseiset laitteet rahoitetaan yksikön vuosibudjetista. Näitä lääkintälaitteita ei ole pakko kilpailuttaa. 10 000–30 000 euron arvoiset laitehankintaesitykset, eli pääomalaitehankinnat, priorisoidaan vuosittain toimialuetasolla, jonka jälkeen toteutettavat esitykset päätetään sairaalan hankintatyöryhmässä. Näistä laitteista toimeenpannaan tarjouskilpailu haluttujen toimittajien kesken. Yli 400 000 euron arvoiset laitehankinnat ovat erillisiä investointeja ja ne käsitellään sairaalan hankintatyöryhmässä. Tällaisia lääkintälaitteita ovat muun muassa erilaiset suuret kuvauslaitteet. (Aalto 2012.)

Käsitlemme nyt lääkintälaitteen hankintaprosessin kuvaamisessa vain alle 10 000 euron hankintoja, sillä Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalle hankittavan aerobisen kestävyysmittaus- ja arviointilaitteen tulisi kuulua hintaluokaltaan tähän kategoriaan. Lisäksi tämän hintaluokan laitteen hankinnasta fysiatrian poliklinikka voi päättää itsenäisesti.

### **4.1 Hankinnan valmisteluvaihe**

Lääkintälaitteen hankinta alkaa hankintalomakkeen täyttämisestä. Lomakkeeseen kirjataan tiedoiksi vastuuyksikön ja yhteyshenkilön tiedot sekä tavaransijoituspaikka; eli mille osastolle lääkintälaitetta ollaan hankkimassa. Hankittavaksi esitettävästä laitteesta on kirjoitettava tarkasti laitteen tiedot, eli minkälaista laitetta tarvitaan, mihin tarkoitukseen ja minkälaisia ominaisuuksia laitteelta vaaditaan, hinta-arvio sekä mahdolliset toimittajat. Jos lääkintälaitetta hankkivalla taholla on tiedossa toimittaja, jolta halutut kriteerit täyttävä laite löytyy, kirjataan toimittajan tiedot hankintalomakkeeseen. Lopuksi lomakkeeseen kirjataan perustelut siitä, miksi juuri tämä kyseinen laite olisi paras mah-

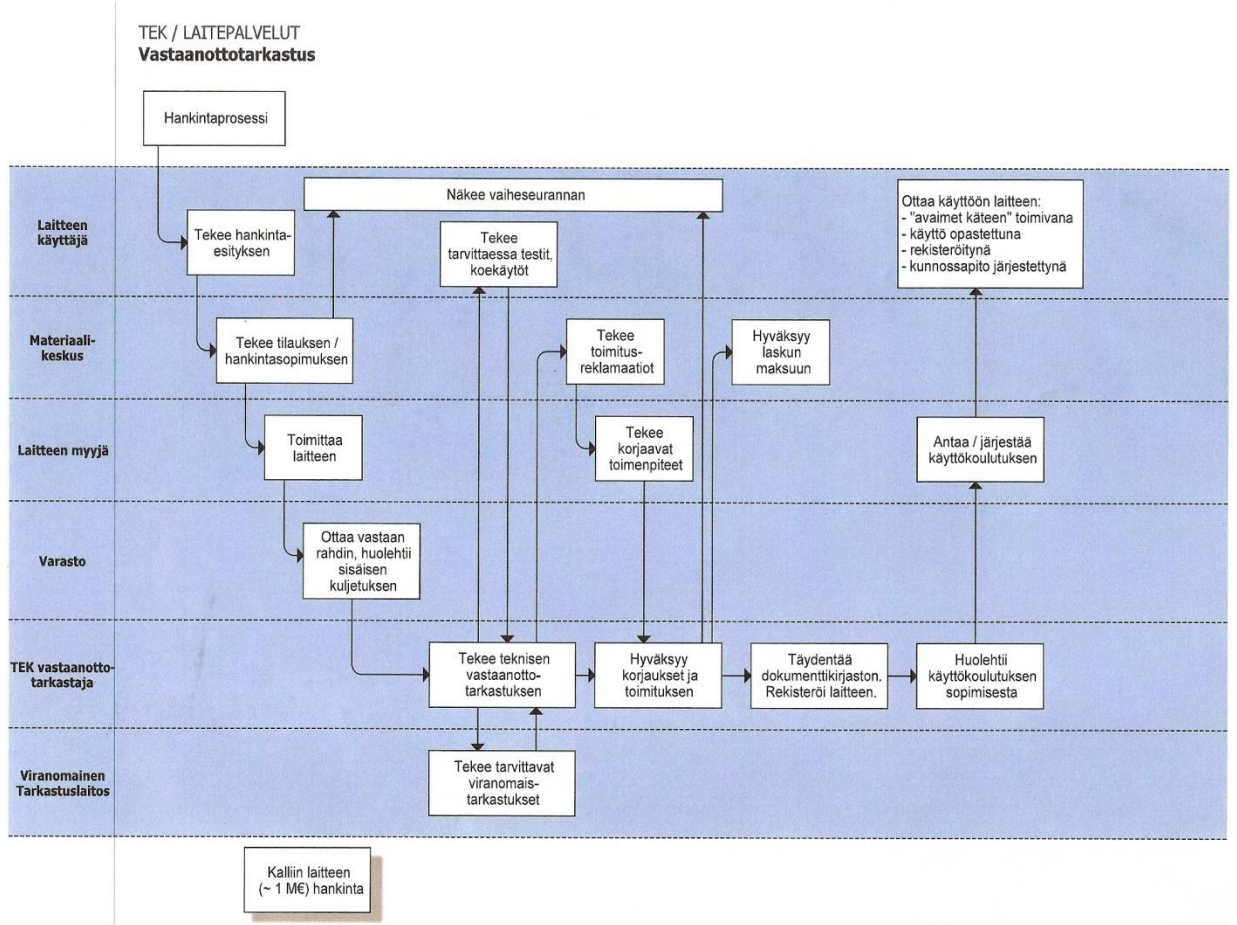
dollinen osaston käyttöön. Hankintalomake lähetetään jatkotoimenpiteitä varten hankintatoimistolle. (Aalto 2012.)

## 4.2 Hankinnan toimeenpano

Hankintatoimisto vastaa kaikesta hankintaan, tilaamiseen ja muuhun vastaavaan kaupalliseen toimintaan liittyvistä asioista. Hankintatoimistolla on olemassa valmiita hankintakanavia ja sopimustoimittajia, joiden valikoimista tarkistetaan ensin halutut kriteerit täyttävien laitteiden mahdollinen olemassaolo. Jos puitesopimusta ei ole toimittajien kanssa, joilta tarvittava laite löytyy, tehdään julkisen hankintamenettelyn mukaiset hankintailmoitukset ja laaditaan tarjouspyynnöt. Tarjouspyyntöön on kirjattava tarkasti mitä kriteerejä lääkintälaitteelta vaaditaan ja millä perusteella hankittava laite valitaan, eli niin sanotut ratkaisunperusteet. Hankintavaiheessa tärkeinä kriteereinä ovat hankittavan osaston asettamien kriteerien lisäksi myös lääkintälaitteen kunnossapitovaatimukset. Huomioitavia asioita ovat, edellyttääkö laite määräväleihin tehtäviä määräaikaishuoltoja ja mikä on huoltojen suoritusväli ja sisältö, sekä muut kunnossapidon järjestelyt, kuten onko tarkoituksenmukaista suorittaa huollot sairaalan sisäisenä työnä vai tehdäänkö toimittajan kanssa kunnossapitosopimus. (Aalto 2012.)

Saadut tarjoukset hankintatoimisto lähettää takaisin yksikköön vertailtaviksi ja paras vaihtoehto valitaan tarjouspyynnön ratkaisuperusteiden mukaisesti. Tämän jälkeen lääkintälaitteesta tehdään tilauspyyntö ja hankintatoimista suorittaa tilauksen. Tilauksen teon yhteydessä yksilöidään tilattava kokoonpano, hinnat, toimitusaika sekä takuehdot. (Aalto 2012.)

Kun lääkintälaitte toimitetaan sairaalalle, suorittaa laitepalvelut sille vastaanottotarkastuksen, joka sisältää muun muassa sähköturvallisuusmittaukset, vaatimuksenmukaisuuden tarkastuksen, laitteen rekisteröinnin sairaalan EQU -järjestelmään, sekä käyttöohjeiden ja huoltodokumenttien tarkistamisen. Kun laite on hyväksytysti vastaanotettu, se viedään yksikköön, jossa toimittaja antaa siihen käyttökoulutuksen ennen käyttöönottoa. Hankinnan vastaanottanut yksikkö suorittaa lääkintälaitteelle sen käyttöön liittyvät tarkastukset, kuten esimerkiksi polkupyöräergometrin testaamisen polkemalla. (Aalto 2012.) Kuviossa 2 on esitetty koko hankintaprosessi vastaanottotarkastuksineen.



KUVIO 2. Tampereen yliopistollisen sairaalan hankintaprosessi. (Aalto 2012.)

## 5 ERGOMETRIEN VERTAILU

Erityisryhmien testimenetelmälle asettamien vaatimusten, asiantuntijahaastattelujen sekä kirjallisuuskatsauksen pohjalta testivälinekartoitukseen valittiin polkupyöräergometri. Myös polkupyöräergometritestien yleisyys ja standardoidut testiprotokollat vaikuttivat polkupyöräergometrin valikoitumiseen. Lisäksi fysiatrian poliklinikalla on jo juoksumatto, jota voidaan tarvittaessa hyödyntää kävellessä tehtävissä aerobisen kestävyuden arvioinneissa. Polkupyöräergometri on kuitenkin juoksumattoa turvallisempi vaihtoehto erityisesti vähän liikkuville, polkupyöräergometrillä polkeminen kuormittaa niveliä vähemmän kuin kävely, vastuksen lisäys onnistuu hyvinkin pienin määrin, ja polkupyöräergometri on mahdollista usein säätää testattavalle soveltuvaksi. Polkupyöräergometreissä on laitekohtaisia eroja, jotka syntyvät lähinnä jarrutusmekanismin ja liitännäislaitteiden kautta. Polkupyöräergometrit voivat olla sähkö-, mekaanis- tai magneettijarrutteisia. Tärkeintä kuitenkin on, että ergometri on kalibroitu tarvittaessa hyvinkin usein. (Nummela 2007, 59).

### 5.1 Polkupyöräergometriä valinta vertailuun

Polkupyöräergometreistä seulottiin Internet-haun avulla kattavimmilta vaikuttaneet polkupyöräergometrit. Valintoihin vaikuttivat polkupyöräergometriä ominaisuudet. Soveltuvimmilta vaikuttavien polkupyöräergometriä maahantuojat ja valmistajat selvitettiin, ja heille lähetettiin sähköpostikysely (liite 2). Sähköpostikysely lähetettiin kaikkiaan kuudelle polkupyöräergometriä maahantuojalle ja ainoalle suomalaiselle polkupyöräergometrialmistajalle. Sähköpostikyselyssä pyydettiin heidän suositustaan omasta polkupyöräergometrialikoimastaan erityisryhmäkriteerien pohjalta.

Asiantuntijahaastattelujen pohjalta määritellyt polkupyöräergometrikriteerit olivat:

- ergometrin tulisi soveltua erityisryhmien kuntotestaukseen;
- ergometrin tulisi olla mahdollisimman laajasti säädettävissä (mm. satulakorkeus, ohjaustangon etäisyys ja korkeus);
- ergometrin tulisi olla matalarunkoinen tai muulla tavalla soveltuva helppoon siirtämiseen;

- ergometrin ohjelmistossa olisi vähintään manuaalinen testimahdollisuus tai portaiden kesto ja kuormitusta olisi mahdollista muuttaa manuaalisesti tai tietokoneohjelmiston avulla kesken testin;
- ergometriin olisi saatavissa liitännäisjärjestelmä tai ergometri itsessään sisältäisi palautemahdollisuuden saamisen testituloksista (esim. tuloste tai sähköinen tiedosto);
- ergometrin toimittamiseen sisältyisi myös huoltoon liittyviä järjestelyjä tai takuita kuten huoltosopimus, takuu ja/tai varaosatakuu.

Polkupyöraergometreistä koottiin taulukko helpon vertailun tueksi (liite 3). Taulukkoon lisättiin myös mahdollinen maininta siitä, onko polkupyöraergometri sähkö-, mekaanisvai magneettijarrutteinen, sekä mitä standardeja laite täyttää ja mitä sertifikaatteja laitteelle on myönnetty. Mukana vertailussa ovat kaikkien vastanneiden polkupyöraergometrivaihtoehtoja tarjonneiden maahantuojien ja valmistajien polkupyöraergometriehdotukset riippumatta siitä, vastasivatko ne suoraan tarvekartoituksessa selvitettyjä kriteerejä. Tässä opinnäytetyöraportissa emme voi eettisistä syistä käyttää polkupyöraergometreistä niiden kauppanimiä, joten olemme korvanneet ne numerotunnisteilla.

## 5.2 Säädettyvyys, siirtyminen ja istuin

Erityisryhmille soveltuvan polkupyöraergometrin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat monipuoliset säädöt. Satulan korkeus sekä etäisyys ohjaustangosta tulisivat olla säädettävissä. Myös ohjaustangon korkeutta ja etäisyyttä satulasta pitäisi kyetä muuttamaan.

Polkupyöraergometri 1 -merkin kolmessa polkupyöraergometrissä (1a, 1b, 1c) satulan korkeus ja etäisyys ovat molemmat säädettävissä. Polkupyöraergometri 2 -merkin polkupyöraergometreissä (2a, 2b) satulan korkeussäätö tapahtuu mallista riippuen joko manuaalisesti tai sähköisesti, mutta etäisyyttä ei voi säätää. Polkupyöraergometri 3a:ssa säädettävissä on vain satulan korkeus, saman merkin 3b -ergometriin on mahdollista hankkia erikseen satulatanko, joka mahdollistaa etäisyyden sekä sivuttaissuuntaisen säädön. Polkupyöraergometri 4:ssä ja polkupyöraergometri 5:ssä sekä satulan korkeus että etäisyys on mahdollista säätää sopiviksi.



Ohjaustangon säätöjen kohdalla polkupyöraergometrit 1a ja 1c sekä polkupyöraergometri 2b ovat säädettävissä sekä kallistuskulman, korkeuden että etäisyyden osalta. Muissa polkupyöraergometrimalleissa säädöt sisältävät ohjaustangon kallistuskulman ja/tai korkeuden säätömahdollisuuden.

Erityisryhmien kohdalla myös polkupyöraergometriin siirtyminen on huomioitava. Korkearunkoisen ergometrin satulaan voi olla jopa mahdotonta päästä. Vertailluista polkupyöraergometreistä polkupyöraergometri 1b ja 1c sekä polkupyöraergometri 4 ovat korkearunkoisia.

Ajomukavuutta lisää yleensä leveämpi satula. Myös geelisoluiden käyttömukavuus on suurempi kuin kovempien satuloiden. Polkupyöraergometreistä polkupyöraergometri 1a- ja 1c -malleissa on geelisolula. Polkupyöraergometri 5:n satula on ergonomisesti muotoiltu ja polkupyöraergometri 1b:n satula taas on kilpasatula, joka saattaa soveltua huonommin esimerkiksi ylipainoisille testattaville. Muissa polkupyöraergometrimalleissa käytössä on tavallinen, leveämpi satulamalli.

### **5.3 Näyttämä ja vastus (jarrutteisuus)**

Polkupyöraergometrin näytössä näkyvistä tiedoista tärkeimmät ovat syke (lyöntiä minuutissa, bpm), aika, sekä kuormat/vastukset (teho, W). (Kaistila 2012.) Usein polkupyöraergometrivalmistajat ovat käyttöä helpottaakseen lisänneet myös muita tietoja näytössä näkyviksi. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi energiankulutus (kCal) ja kuljettu matka kilometreissä.

Polkupyöraergometri 1a-, 1b- ja 1c -malleissa näyttämä sisältää ajan, matkan, sykkeen, kierrosnopeuden, nopeuden (km/h), työtehon tai kuorman (W), energiankulutuksen, aerobisen sykealueen sekä harjoituksen yleisen kulun. Polkupyöraergometri 2a- ja 2b -malleissa näytössä näkyvät kierrosnopeus, syke, aika, kuorma sekä verenpaine (jos verenpainemansetti on käytössä). Polkupyöraergometri 3a -ergometrissä tiedoista näkyvät kierrosnopeus, kuljettu matka, aika, energiankulutus, voima (N), kuorma ja syke. Saman valmistajan 3b -mallin näyttämä sisältää kierrosnopeuden, sykkeen, ajan, kuorman, matkan ja nopeuden. Polkupyöraergometri 4:stä ja polkupyöraergometri 5:stä tietoja ei ollut kirjallisesti saatavilla.

Vastus tuotetaan polkupyöraergometreissä joko sähköisesti, mekaanisesti tai magneettisesti. Magneettisista jarrutusmenetelmistä käytössä voi olla pyörrevirtajarrutus tai muunlainen sähkömagneettinen vastus. Mekaanisista ergometrijarrutusjärjestelmistä tunnetuimpia on Monarkin heilurivastus.

Polkupyöraergometri 1 merkin kaikki polkupyöraergometrimallit ovat pyörrevirtajarrutteisista. Vastus kattaa 20–1000 watin kuormat. Polkupyöraergometri 2 merkin polkupyöraergometrit hyödyntävät myös pyörrevirtajarrutusjärjestelmää (20–999 wattia). Polkupyöraergometri 3 merkin polkupyöraergometrimalleissa käytössä on valmistajan oma heilurivastus, jonka etuna on käyttäjän mahdollisuus kalibroida polkupyöraergometrin jarrutusjärjestelmä itse. Sähkömagneettisissa järjestelmissä tämä ei ole yleensä mahdollista. Polkupyöraergometri 4:n vastustaso on 860 wattia, kun kierrosnopeus on noin 70 kierrosta minuutissa. Jarrutusjärjestelmästä ei ole tarkempaa tietoa. Polkupyöraergometri 5:ssä vastuksen tuottaa sähkömagneettijarrutus, jonka maksimiteho on 600 wattia silloin, kun kierrosnopeus on 100 kierrosta minuutissa.

#### **5.4 Testin muunneltavuus, ohjelmat ja liitettävät laitteet**

Erityisryhmien kohdalla on tärkeää, että testin kulkua on mahdollista muokata jos testattava ei esimerkiksi jaksa polkea koko testiä loppuun saakka. Lisäksi kesken jääneen tai muokatun testin tietojen olisi hyvä säilyä niin, että testattavan suoriutumista olisi saatujen tietojen perusteella mahdollista arvioida. Testitietojen tulisi olla saatavilla laitteesta joko sähköisessä tai paperisessa muodossa. (Kaistila 2012.)

Polkupyöraergometri 4 tarjoaa viisi valmista submaksimaalista testiprotokollaa (mm. PWC ja YMCA) sekä viisi maksimaalista testiä. Polkupyöraergometri 5:stä löytyy yksi valmis moniporrastestiprotokolla. Molemmissa pyörissä on runsaasti erilaisia harjoitteluohjelmia. Polkupyöraergometri 4:än saa lisälaitteen tarvittaessa yhdistettyä tietokone-liitännän kautta. Polkupyöraergometri 5:ssä on kaksi USB -paikkaa.

Polkupyöraergometri 1:n kaikki mallit sisältävät myös runsaasti erilaisia harjoitteluohjelmia. Kaikki mallit ovat ErgoPro- ja FitWare -tietokoneohjelmien kanssa yhteensopivia. Lisälaitteita saa liitettyä USB -liitännän sekä tietokone-liitännän kautta. Lisävarus-

teena saapuva Bluetooth-liitäntä mahdollistaa useamman laitteen liittämisen polkupyöräergometriin.

Polkupyöräergometri 2:n malleissa testin kulkua on mahdollista hallita myös manuaalisesti. Polkupyöräergometrit ovat myös MilFit-, ErgoPro- ja FitWare -tietokoneohjelmien kanssa yhteensopivia. Polkupyöräergometreissä on valmiina viisi protokollaa (mm. WHO), lisäksi malleissa on ohjelmoituna neljä suorituskykytestiä. Harjoitusohjelmia ja vapaasti muunneltavia ergometriaohjelmia on 20. Polkupyöräergometrimalleihin on saatavana lisävarusteena verenpainemansetti ja malleihin voi liittää lisälaitteita USB- ja digiliittimien kautta (esim. EKG -seuranta). Ergometreihin saa myös lisävarusteina automaattisen verenpainemittauksen sekä SpO<sub>2</sub> -oksimetrin.

Polkupyöräergometri 3a ja 3b -malleissa on molemmissa manuaalinen ohjausmahdollisuus. Ergometrin saa myös liitettyä tietokoneeseen. Polkupyöräergometrit sisältävät valmiita testiprotokollia: 3a -malliin on valmiiksi ohjelmoitu viisi protokollaa (Åstrand, Bruce, YMCA, Naughton, WHO) ja ergometriin voi tallentaa omia ohjelmia. 3b -malli on suunniteltu Åstrand -testiprotokollaa varten, mutta myös YMCA- ja PWC -protokollat ovat valmiina. Laiteliitännät tapahtuvat 3a -mallissa sarjaportin ja rinnakkaisportin kautta, joten polkupyöräergometriin saa tarvittaessa tietokoneen lisäksi liitettyä tulostimen. 3b -mallissa on tietokoneliitäntä.

## 5.5 Sertifiointi ja standardit

Sertifikaatit ja standardit auttavat varmistamaan, että lääkintälaitteet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Kuten aiemmin mainittiin, sertifiointeja myöntävät useat kansainvälisesti toimivat tahot. Jotkut sertifioidut tahot kuten TÜV tarjoavat myös omia hyväksymismerkintöjään, jotka sisältävät esimerkiksi laadunvalvonnan tehtaalta valmistusprosessista lähtien ja kattavat kaikki tärkeimmät sertifikaatit ja standardit. Sertifiointimerkintöjen tulkitsemista vaikeuttaa se, että kaikki maahantuojat ja valmistajat eivät ilmoita tyyppihyväksyntämerkintöjä samalla tavalla. Osa standardimerkinnöistä voi myös koskea laitetta valmistavaa laitosta eikä laitetta itseään.

Polkupyöräergometri 1 -merkin kaikilla polkupyöräergometreilla on tärkeimmät sertifikaatit ja standardit, joita ovat IEC 60601 -standardisarja (tuotteen turvallisuus ja suori-

tuskyky), EN-957-1 (Kuntolaitteet. Osa 1: Yleiset turvallisuusvaatimukset ja testausmenetelmät), EN-957-5 (Kuntolaitteet. Osa 5: Käsien tai jalkojen harjoitukseen käytettävät kuntopyörät, lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät) ja VDE 0750-238 (Medical electrical equipment - Part 238: Particular requirements for the safety of crank ergometers).

Polkupyöräergometri 4:llä on TÜV - ja UL -tahojen hyväksynnit. TÜV GM -merkintä sisältää mm. CE 93/42 -tyyppihyväksynnän ja ISO 13485 -standardimerkinnän (Terveysthuollon laitteet ja tarvikkeet. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset viranomaismääräyksiä varten). CE 93/42 -sertifikaatti pohjautuu EU-direktiivi 93/42/ETY:n, joka määrittää lääkintälaitteita vaatimuksia. Polkupyöräergometri 5 on CE -hyväksytty, EN 957 -sertifikaatin täyttävä ja 89/336/ETY -direktiivin (nykyisin 2004/108/ETY; direktiivi sähkömagneettisesta yhdenmukaisuudesta) mukainen.

Polkupyöräergometrit 2a ja 2b ovat sekä EU-direktiivien 93/42/ETY, että 89/336/ETY mukaisia. Lisäksi ne täyttävät IEC 60601 -sarjan vaatimuksia yleisestä lääkinnälliseen käyttöön tarkoitettuna sähkölaitteen turvallisuudesta. Polkupyöräergometrit 3a ja 3b ovat CE 93/42 -tyyppihyväksytyjä ja ISO 9001 -standardin (laadunhallinta ja laadunvarmistus) mukaisia.

## 5.6 Huolto

Tampereen yliopistollisen sairaalan lääkintälaittehuollosta vastaa yleensä sairaalan oma huoltohenkilöstö, mutta tarpeen vaatiessa myös huoltosopimuksia tehdään tavarantoi-  
mittajan kanssa. Varaosien kohdalla tavoitteena on käyttää alkuperäisiä osia, mutta pääsääntöisesti kaikki alle 3000 euron tavarahankinnat hoituvat sairaalan oman keskusvaraston kautta. Lääkintälaitteet ovat käytössä laitteesta riippuen useita vuosia, joten varaosien saatavuus on tärkeää. (Aalto 2012.)

Polkupyöräergometri 2a:n ja 2b:n kohdalla huollosta vastaa Fysioline Service, joka huolehtii myös varaosien saatavuudesta. Polkupyöräergometri 3a:n ja 3b:n kohdalla huoltosopimuksen saa Hur Oy:n kautta, samojen ergometrien toinen jälleenmyyjä ei ilmoittanut huoltosopimusmahdollisuudesta. Yritys tarjoaa kuitenkin myymilleen kuntosalilait-

teille huoltoa ja varaosapalvelua. Polkupyöraergometreihin 3a ja 3b saa myös viiden vuoden varaosasaatavuustakuun.

Polkupyöraergometri 4 jälleenmyyjän Qicraftin kanssa voi sopia huoltosopimuksen. Käytettävät varaosat ovat myös aina alkuperäisiä varaosia. Polkupyöraergometri 5:n huoltosopimus riippuu jälleenmyyjästä, mutta sähköpostikyselyyn vastanneella jälleenmyyjätaholla Omasalilla on oma huoltosopimuspalvelunsa. Polkupyöraergometri 1 -merkin maahantuojana HealthVisor Oy huolehtii polkupyöraergometrien huollosta ja varaosien saatavuudesta.

## **5.7 Muut tiedot**

Polkupyöraergometrien lisäominaisuuksiin lukeutuu joidenkin mallien kohdalla suuri määrä valmiita harjoitteluohjelmia. Lisäksi esimerkiksi polkupyöraergometri 5:een on lisätty runsaasti viihdetoimintoja kuten iPhone -telakka, E-kirjat ja Internet-yhteys.

Vertailussa mukana olleiden polkupyöraergometrien yläraja käyttäjäpainolle vaihteli polkupyöraergometri 3-merkkiä lukuun ottamatta välillä 120–160 kilogrammaa Polkupyöraergometri 3b:n kohdalla käyttäjän maksimipaino saa olla 250 kiloa.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli kartoittaa Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ja kuntoutustutkimusyksikön asiakkaiden submaksimaalisen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmätarpeita. Tavoitteena oli löytää testimenetelmä, joka vastaa arviointimenetelmätarpeita ja siten mahdollistaa jatkossa aerobista kuntoa mittaavan testin tekemisen paremmin myös huonompikuntoisille ja heille, joiden terveydentila ei mahdollista fysiatrian poliklinikalla tällä hetkellä käytössä olevan submaksimaalisen polkupyöräergometritestin tekemistä.

Kartoituksessa keskeisiä asioita olivat Tampereen yliopistollisen sairaalan ja heille potilaita kuntotestaukseen lähettävän kuntoutustutkimusyksikön tarpeet ja toiveet, potilasmateriaali ja näihin lukeutuvien erityisryhmien aerobisen kestävyuden mittaamiseen soveltuvat testivälineet, lakien ja direktiivien asettamat vaatimukset lääkintälaitteikäyttöön tarkoitetuille laitteille sekä Tampereen yliopistollisen sairaalan lääkintälaitteiden hankintaprosessin kulku. Kartoituksen perusteella tehtiin lista vaatimuksista, joita hankittavan testimenetelmän tulee vähintään täyttää, ja rajattiin testiväline polkupyöräergometriin muun muassa sen yleisyyden, käyttöturvallisuuden ja standardoitujen testi-protokollien vuoksi. Vertasimme asetettuja vaatimuksia jo Suomen markkinoilla olevien polkupyöräergometriin ominaisuuksiin ja listasimme parhaiten vaatimuksia vastaavat polkupyöräergometrit tarkempaa vertailua varten.

Tämän kartoituksen kannalta suurimpia eroja vertailtujen polkupyöräergometriin välillä oli ohjaustangon ja satulan säädeltävyydessä, rungon korkeudessa, sekä testin muunneltavuudessa. Vaikka polkupyöräergometrit olivat pitkälti tasaväkisiä, nostaa tämä rajaus kolme välinettä muiden edelle matalan runkonsa, monipuolisten säätöjensä ja myös manuaalisen testiohjattavuutensa ansiosta. Lopullisen päätöksen Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalle hankittavasta polkupyöräergometristä tekee kuitenkin poliklinikan henkilökunta. Hankintaan vaikuttavat myös Tampereen yliopistollisen sairaalan sopimustoimittajat, sillä jos jollakin näistä on ilmoitetut kriteerit täyttävä polkupyöräergometri, tehdään hankinta todennäköisimmin sieltä. Nämä tahot eivät ole meidän tiedossamme.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyömme rakentuu luontevasti kahden kokonaisuuden pohjalta. Ensimmäisen osan työstämme muodostaa tarvekartoitus. Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan ja kuntoutustutkimusyksikön tarpeita ja toiveita paremman submaksimaalisen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmän suhteen kartoitettiin asiantuntija-haastatteluilla. Haastatteluihin pyrittiin valikoimaan henkilöt, joilla olisi paras näkemys ja eniten kokemusta kuntotestaukseen liittyvistä asioista sekä tulevaisuuden tarpeista. Asiantuntijahaastatteluiden pohjalta etsimme aiheeseen liittyvää tietoa muun muassa erityisryhmien kuntotestauksesta ja yleisimmistä sairausryhmistä sekä lääkintälaitteita koskevista direktiiveistä ja standardeista.

Kirjallisuuteen ja haastatteluihin perustuvan tiedon pohjalta rajasimme submaksimaalisen aerobisen kestävyuden arviointimenetelmäksi submaksimaalisen polkupyöräergometritestin. Tähän ohjasivat asiantuntijoiden kokemukset ja mielipiteet sekä tutkimukset polkupyöräergometrin turvallisuudesta, nivelten vähäisestä kuormittumisesta sekä soveltuvuus myös erityisryhmien testaukseen. Toinen, erityisesti sydänpotilaille soveltuva ja paljon tutkittu submaksimaalinen suorituskyvyn arviointimenetelmä olisi ollut kuuden minuutin kävelytesti, mutta se rajattiin tarkemmasta selvityksestä ulos, sillä sen tekeminen Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla on jo mahdollista. Kuuden minuutin kävelytestiä ei myöskään voida ottaa varsinaiseksi testivälineeksi, sillä se vaatii pitkää ja rauhallista käytävätilaa, jota ei sairaalassa aina välttämättä ole mahdollista saada, etenkin jos testausvolyymi on suuri. Lisäksi kävelytestien kuormittavuus yhden fysiatrian poliklinikan tärkeimmän erityisryhmän eli tuki- ja liikuntaelinsairaiden kohdalla vaikutti siihen, että kävely testimuotona ei ollut yhtä mielekäs vaihtoehto kuin polkeminen polkupyöräergometrillä.

Opinnäytetyömme toinen osuus koostuu polkupyöräergometriä vertailusta, jonka tarkoituksena on tarjota tietoa niistä Suomen markkinoilla saatavissa olevista polkupyöräergometrivalikoimista, jotka vastaavat parhaiten tarvekartoituksessa selvinneitä kriteerejä. Polkupyöräergometriä vertailussa huomiota on kiinnitetty erityisesti niihin kriteereihin, jotka vaikuttavat käytettävyyteen.

Opinnäytetyömme oli kokonaisuudessaan monipuolinen ja tiedollisesti vaativa työ. Haasteena oli yhdistää työlle tärkeät osa-alueet mielekkääksi ja johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi. Lisähaasteena toimi myös tiedonhankinnan hankaluus. Tiedot lakien ja direktiivien asettamista vaatimuksista olivat helposti löydettävissä, mutta varsinaisten standardivaatimusten etsiminen osoittautui luultua haasteellisemmaksi. Haasteellisuus tuli erityisesti esille vertailtaessa eri testivälineitä, sillä niiden standardimerkinnät poikkesivat toisistaan paljon, eikä lähteidemme mukaan määriteltyjä vähimmäisstandardimerkintöjä ollutkaan näiden laitteiden tiedoissa. Monen polkupyöräergometrin kohdalla käyttöoppaiden sisältämät sertifikaatti- eli tyyppi hyväksyntä- ja standardimerkinnät oli ilmoitettu suppeasti. Lisäksi eri tavoitemarkkinat vaikuttavat haettuihin tyyppi hyväksyntämerkintöihin. Esimerkiksi Yhdysvaltojen markkinoille vietävillä laitteilla on kaikilla käytännössä oltava UL -merkintä. Suomessa laitteilta vaaditaan soveltuva CE -merkintä, joka on Euroopan Unionin alueen yhteinen tyyppi hyväksyntämerkintä.

Polkupyöräergometrivertailussa haasteita lisäsivät puutteelliset tiedot laitteisiin valmiiksi ohjelmoiduista testeistä sekä koneteknisten tietojen arviointi. Koska maahantuojat joutuvat kääntämään polkupyöräergometriä käyttöoppaat suomenkielelle, laitetietojen termeissä oli runsaasti vaihtelevuutta. Tämä vaikeutti osaltaan juuri koneteknisten yksityiskohtien hahmottamista, vaikka opinnäytetyössä ei otettukaan kantaa eri jarrutusmenetelmien luotettavuuteen. Patonin ja Hopkinsin (2001, 491) mukaan esimerkiksi yhden valmistajan kehittämän heilurivastuksen heikkous on kalibrointitutkimuksissa havaittu systemaattinen noin 5%:n virhe tuotetun voiman arvioinnissa suuremmilla kuormilla, pienempiin kuormiin mentäessä virhemarginaali vielä kasvaa. Magneettijarrutteisten polkupyöräergometriä kohdalla systemaattisen virheen suuruus vaihtelee suuresti eri laitteiden kohdalla ja jopa saman testikerran sisällä samalla laitteella. (Paton & Hopkins 2001, 492.) Koska virhelähteisiin on vaikea vaikuttaa erityisesti silloin, kun laitetta ei voi itse tarvittaessa kalibroida, submaksimaalisessa testikäytössä tärkeintä on testikertojen vakiointi ja seurantatestien suorittaminen samalla laitteella. Lisäksi jarrutteisuutta tärkeämpiä tekijöitä yhteistyökumppanimme kannalta olivat testihallintaan ja testipalautteeseen sekä testattavan asiakkaan käyttömukavuuteen liittyvät tekijät.

Laiteliitäntämahdollisuudet olivat monessa polkupyöräergometrissä monipuolisia ja useassa vaihtoehdossa myös suuri määrä muita toimintoja, kuten erilaisia harjoitusohjelmia. Moni ergometri oli yhteensopiva yleisesti kuntotestauksessa käytössä olevien tietokoneohjelmien kanssa ja vain kahdessa suositellussa ergometrissä ei ollut mainintaa



ergometritestin muunneltavuudesta. Kahden polkupyöraergometrimallin kohdalla laitteisiin valmiiksi ohjelmoiduista testiprotokollista ei ollut tietoa, kun taas muut valmistajat olivat nimenneet laitteisiin ohjelmoidut protokollat. Tästä pääteltiin, että nimeämättömät testiprotokollat olivat todennäköisesti valmistajien omia testejä. Tämä taas heikentää niiden käytön mielekkyyttä, koska testien luotettavuudesta on vaikeampi saada tietoa. Yleisesti käytössä olevia testiprotokollia on usein tutkittu laajemmin ja ne ovat käytössä muun muassa erilaisilla testiasemilla.

Monen maahantuojan ehdottama ergometri sisälsi erilaisia käyttömukavuutta parantavia säätömahdollisuuksia ja matalamman rungon, koska pyysimme sähköpostikyselyssämme huomioimaan nimenomaan erityisryhmien vaatimukset. Polkupyöraergometrit olivat pääsääntöisesti ominaisuuksiltaan melko tasaväkisiä, joten nämä säädettävyyteen ja saavutettavuuteen vaikuttavat tekijät aiheuttivat suurimmat eroavaisuudet eri ergometrien välillä.

Polkupyöraergometriä käytettävyyden arviointia olisi parantanut mahdollisuus tutustua jokaisen toimintaan esimerkiksi jokin moniporrastesti tekemällä, jolloin säätöjen toimivuutta ja käyttöliittymien toiminnan mielekkyyttä olisi kyetty tarkemmin arvioimaan. Tähän aikaresurssimme ei kuitenkaan riittänyt. Suosittelemmekin, että ennen hankintapäätöstä fysiatrian poliklinikan henkilökunta tutustuu lupaavimpiin polkupyöraergometrivaihtoehtoihin käytännössä.

Opinnäytetyömme tuloksiin vaikuttivat paljon tutkitun tiedon saatavuus submaksimaalista aerobista kestävyyttä arvioivista erilaisista testivälineistä. Submaksimaalisia polkupyöraergometritestejä käytetään kuntotestauksessa paljon ja niistä löytyy jonkin verran tietoa myös erityisryhmien osalta. Erityisryhmien aerobisen kestävyuden mittaukseen tarvittaisiin kuitenkin lisää erilaisia mittareita, joiden avulla sairausryhmien vaatimukset olisi mahdollista huomioida entistä paremmin ja aerobisesta suorituskyvystä saataisiin totuudenmukaisia arvioita. Teknologian kehittyessä saattaakin olla, että erilaiset levossa tehtävät testit yleistyvät erityisesti niiden asiakkaiden ja potilaiden kohdalla, joilla liikkuminen on liian kivuliasta tai jopa mahdotonta.

## LÄHTEET

Aalto, J. sairaalainsinööri. Haastattelu 14.12.2012. Haastattelijat Nummela, J. & Perkiömäki, E. Tampere. Tays.

Aarresuo, V. Myyntipäällikkö. 2012. Infoa kuntopyörästä. Sähköpostiviesti. veijo.aarresuo@qicraft.fi. Tulostettu 21.8.2012.

ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (6. painos). 2000. American College of Sports Medicine. Lippincott, Williams & Wilkins: Philadelphia. s.68-77, 95-111, 247.

Cooper, C.B. & Storer, T.W. 2001. Exercise Testing and Interpretation: A Practical Approach. Cambridge University Press: Cambridge. s.179.

Daum Electronic. 2012. Polkupyöräergometri 1a. Luettu 1.8.2013.  
linkki poistettu eettisistä syistä

Daum Electronic. 2012. Polkupyöräergometri 1b. Luettu 1.8.2013  
linkki poistettu eettisistä syistä

Daum Electronic. 2012. . Polkupyöräergometri 1c. Luettu 1.8.2013  
linkki poistettu eettisistä syistä

Ergoline. Polkupyöräergometri 2a/b. Käyttöohjeet. Versio 04/2011.  
linkki poistettu eettisistä syistä

Euroopan komissio. Edustusto suomessa. CE-merkintä: tuote vastaa vaatimuksia. Päivitetty 22.12.2011. Luettu 28.5.2013.  
[http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779\\_fi.htm](http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm)

European Commission. Enterprise and Industry. European Standards. Harmonized standards: Electromagnetic compatibility (EMC). Päivitetty 5.2.2013. Luettu 26.8.2013.  
<http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/electromagnetic-compatibility>

European Commission. Enterprise and Industry. European Standards. Harmonized standards: Medical devices. Päivitetty 5.2.2013. Luettu 25.8.2013.  
<http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/medical-devices>

Gym Productions Finland Oy. 2010. Polkupyöräergometri 3a. Luettu 2.8.2013.  
linkki poistettu eettisistä syistä

Heikkinen, V. erikoislääkäri. 2012. Haastattelu 15.11.2012. Haastattelijat Nummela, J. & Perkiömäki, E. Tampere. Tays. Kuntoutustutkimusyksikkö.

Heiskanen, J. & Mälkiä, E. 2002a. Veri ja verenkiertoelimistön sairaudet. Teoksessa Mälkiä, E. & Rintala, P. Uusi Erityisliikunta. Liikunnan sovellukset erityisryhmille. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.71-87.

Heiskanen, J. & Mälkiä, E. 2002b. Hengityselimistön sairaudet. Teoksessa Mälkiä, E. & Rintala, P. Uusi Erityisliikunta. Liikunnan sovellukset erityisryhmille. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.89-103.

Honkalehto, S. 2001. Terveys- ja liikuntakysely sekä submaksimaalinen polkupyöräergometritesti liikuntakelpoisuuden arvioinnissa 45-55 -vuotiailla, ASLAK -kuntoutukseen hakeutuneilla miehillä. Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma. Terveystieteiden laitos. Jyväskylän yliopisto.

Häkkinen, A. 2007. Testaaminen tuki- ja liikuntaelinsairailla. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.229–230

Kaistila, T. liikuntafysiologi. Haastattelu 15.11.2012. Haastattelijat Nummela, J. & Perkiömäki, E. Tampere. Tays. Fysiatrian poliklinikka.

Kankaanpää, M. ylilääkäri. Haastattelu 15.1.2013. Haastattelijat Nummela, J. & Perkiömäki, E. Tampere. Tays. Fysiatrian poliklinikka..

Kaukonen, M. HUR Labs Oy/kotimaan myynti. 2013 Lisätietoa ergometreistänne opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. mia.kaukonen@hurlabs.fi. Tulostettu 20.8.2013.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-Paino Oy: Tampere

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) 2007. Kuntotestauksen käsikirja. 2.painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-Paino Oy: Tampere

Keskinen, O., Mänttari, A., Aunola, S. & Keskinen, K. 2007a. Aerobisen kestävyuden arviointimenetelmät. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.78-80.

Keskinen, O., Mänttari, A., Aunola, S. & Keskinen, K. 2007b. Maksimaalisen hapenkulutuksen arviointimenetelmien luotettavuus ja tarkkuus. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.81-103.

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 24.6.2010/629.

Laukkanen, R. 2007. Polar Kuntotesti. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.81.

Lavonen, S. 2011. Lääkintälaitteiden tuotekehitys ja hyväksynät. Ideasta markkinoille. <http://www.kotu oulu.fi/wellbe5/esitykset/lavonen.pdf>

Liikuntatieteellinen Seura ry. 2010. Kuntotestauksen hyvät käytännöt. Paintmedia Oy: Helsinki. [http://lts.fi/sites/default/files/page\\_attachment/1012\\_kuntotestauksen\\_hyvät\\_kaytannot\\_0.pdf](http://lts.fi/sites/default/files/page_attachment/1012_kuntotestauksen_hyvät_kaytannot_0.pdf)

- Lindström, K., Elo, A.-L., Kandolin, I., Ketola, R., Lehtelä, J., Leppänen, A., Lindholm, H., Rasa, P.-L., Sallinen, M. & Simola, A. 2002. Työkuormitus ja sen arviointimenetelmät. Työterveyslaitos.
- Lumiaho, A. osastonhoitaja. Haastattelu 3.12.2012. Haastattelijat Nummela, J. & Perkiömäki, E. Tampere. Tays. Fysiatrian poliklinikka.
- Matikainen, E., Aro, T., Kalimo, R., Ilmarinen, J. & Torstila, I. 1995. Hyvä työkyky: Työkyvyn ylläpidon malleja ja keinoja. Työterveyslaitos: Eläkevakuutusosakeyhtiö Ilmarinen. Painotalo Miktor: Helsinki. s.101-107.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. 2001. Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. 5. painos. Lippincott, Williams & Wilkins: Philadelphia. s. 15-17, 240-245.
- Mitrunen, I. Healthvisor Oy. Lisätietoa ergometreistänne opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Tulostettu 8.8.2013.
- Mustajoki P. 2012. Sydämen vajaatoiminta. Duodecim. Terveyskirjasto. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00084](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00084)
- Mälkiä, E. & Rintala, P. 2002. Uusi erityisliikunta. Liikunnan sovellukset erityisryhmille. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere.
- Mänttari, A. tuotepäällikkö. 2013. 6 minuutin kävelytesti. Dia-esitys. Kuntotestauspäivät 20.-21.3.2013. UKK-instituutti Tampere. [http://lts.fi/sites/default/files/page\\_attachment/ktp13\\_ari\\_manttari.pdf](http://lts.fi/sites/default/files/page_attachment/ktp13_ari_manttari.pdf)
- Neuvoston direktiivi lääkinnällisistä laitteista 14.6.1993/42/ETY.
- Nikkola, E. Avainasiakaspäällikkö. 2013. Lisätietoa ergometreistänne opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. esko.nikkola@fysioline.fi. Tulostettu 8.8.2013.
- Nummela, A. 2007. Kuormitus- ja mittalaitteet. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.59-64.
- Omasali. 2010. Polkupyöräergometri 5. Tekniset tiedot. Luettu 2.8.2013. linkki poistettu eettisistä syistä
- Paton, C. & Hopkins, W. 2001. Tests of Cycling Performance. Sports Medicine 31 (7), 489-496.
- Plowman, S. & Smith, D. 2008. Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance (3.painos). Lippincott, Williams & Wilkins: Philadelphia. s. 355–387.
- Pohjolainen, P. 2007. Fyysinen toimintakyky ja sen mittaaminen vanhuudessa. Teoksessa Pohjolainen, P., Sarvimäki, A. & Syrén, I. (toim.). Toimintakykyä ja sosiaalista tukea iäkkäiden, omaisten ja työntekijöiden arjessa: Esityksiä VI Gerontologian päivillä 4.-5.5.2007. Oraitia 3/2007. Ikäinstituutti. s.7-12.

Pohjolainen, P., Sarvimäki, A. & Syrén, I. (toim.). 2007. Toimintakykyä ja sosiaalista tukea iäkkäiden, omaisten ja työntekijöiden arjessa: Esityksiä VI Gerontologian päivillä 4.-5.5.2007. Oraita 3/2007. Ikäinstituutti.

Polkupyöräergometri K. Käyttöohje. Luettu 27.8.2013.  
linkki poistettu eettisistä syistä

Rytilä,S. 2013. Omasali Oy. Lisätietoa ergometreistänne opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Tulostettu 13.8.2013.

SGS SA. 2013. Services By Type: Certification. Luettu 5.11.2013.  
<http://www.sgs.com/en/Service-by-Type-Path/Certification.aspx>

Suni, J. & Taulaniemi, A. 2012. Terveyskunnan testaus. Menetelmä terveysliikunnan edistämiseen. Sanoma Pro Oy: Helsinki

Suni, J. 2007. Terveyskunnan testaaminen. Teoksessa Keskinen,K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s.211–213.

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2013. Standardi tutuksi. Standardien suhde muihin asiakirjoihin. Luettu 26.8.2013.  
[http://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/standardien\\_suhde\\_muihin\\_asiakirjoihin](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/standardien_suhde_muihin_asiakirjoihin)

Suomen sydänliitto ry. Kuuden minuutin kävelytesti -ohje. Luettu 1.8.2013.  
[http://www.sydanliitto.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=14457&name=DLFE-1740.pdf](http://www.sydanliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=14457&name=DLFE-1740.pdf)

Suominen, H. & Sakari-Rantala, R. 2007. Kuntotestaus ikääntyvien toimintakyvyn arvioinnissa. . Teoksessa Keskinen,K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. 2. painos. Liikuntatieteellinen seura. Tammer-paino Oy: Tampere. s. 226–228.

Taimela, S. 2010. Työikäisten liikunta. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.). Liikuntalääketiede. Duodecim. s.171–174.

Takalo, T. 2001. Submaksimaalisten PP-ergometritestien luotettavuus. Pro gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.

TechnoGym. Polkupyöräergometri 4. Luettu 2.8.2013.  
linkki poistettu eettisistä syistä

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). CE -merkintä. Päivitetty 13.2.2012. Luettu 28.5.2013.  
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/CE-merkki/>

TÜV SÜD. Testing and Product Certification. Luettu 5.11.2013. <http://www.tuv-sud.com/activity/testing-product-certification>

UKK-instituutti. Testaaminen. Hengitys- ja verenkiertoelimistö. UKK-instituutin 2 km:n kävelytesti. Muokattu 27.6.2012. Luettu 9.11.2013.  
[http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/testaaminen/terveyskunnan\\_testaus/hengitys-\\_ja\\_verenkiertoelimisto](http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/testaaminen/terveyskunnan_testaus/hengitys-_ja_verenkiertoelimisto)

UKK-instituutti. Testaaminen. Hengitys- ja verenkiertoelimistö. 6 minuutin kävelytesti. Muokattu 27.6.2012. Luettu 1.8.2013.  
[http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/testaaminen/terveyskunnan\\_testaus/hengitys-\\_ja\\_verenkiertoelimisto](http://www.ukkinstituutti.fi/ammattilaisille/testaaminen/terveyskunnan_testaus/hengitys-_ja_verenkiertoelimisto)

UKK-instituutti. Tietoa terveystuotteen liikkunnasta. Liikunta ja sairaudet: Astma. Muokattu 17.03.2011. Luettu 17.8.2012.  
[http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa\\_terveysliikkunnasta/liikunta\\_ja\\_sairaudet/astma](http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa_terveysliikkunnasta/liikunta_ja_sairaudet/astma)

Underwriters Laboratories. 2013. Certification. Luettu 9.11.2013.  
<http://www.ul.com/global/eng/pages/solutions/services/certification/>

VTT Expert Services Oy. 2010. Sertifiointi, CE-merkintä ja tuotehyväksyntä. Luettu 5.11.2013. <http://www.vttxpertservices.fi/service/certification/>

Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. (toim.) 2010. Liikuntalääketiede. Duodecim.

## LIITTEET

Liite 1. Esimerkki asiantuntijahaastatteluissa käytetystä haastattelurungosta.

HAASTATTELU: Fysiatrian poliklinikan ylilääkäri 15.1.2013

1. Onko henkilökunnan keskuudessa ollut keskustelua testimenetelmän soveltuvuudesta?
2. Millaiseksi arvioisitte tulevaisuuden testaustarpeen fysiatrian poliklinikalla?
3. Minkälaisia henkilöitä yleensä lähetetään tutkimuksiin Tampereen yliopistollisen sairaalan fysiatrian osastolle?
  - a. Minkälaisia ovat yleisimmät sairaus- ja toimintakykytaustat?
  - b. Mikä johtaa päätökseen lähettää potilas tarkempaan testaukseen?
4. Minkälaisia ongelmia on tullut vastaan aiemmin yhteistyön aikana?
  - a. Ovatko testitulokset olleet kattavia ja onko niistä saatu tarpeeksi haluttua informaatiota?
5. Onko omia näkemyksiä toimivammasta submaksimaalisesta aerobista kuntoa mittaavasta testimenetelmästä?

Liite 2. Ergometrien maahantuojille lähetetty sähköposti.

Tervehdys!

Yhteydenottomme koskee tekeillä olevaa opinnäytetyötämme, jonka tarkoituksena on kartoittaa mikä olisi Suomen markkinoilla olevista ergometreistä tarkoituksenmukaisin hankinta opinnäytetyömme yhteistyökumppanille.

Olemme alustavasti tutustuneet internet-sivujenne kautta valikoimaanne, mutta halusimme vielä henkilökohtaisesti tiedustella Teidän näkemystänne valikoimastanne parhaiten yhteistyökumppanimme tarpeita vastaavasta ergometristä.

Ergometrin tulisi soveltua erityisryhmien kuntotestaukseen, eli asiakkailta on paljon muun muassa tuki- ja liikuntaelinongelmia, ylipainoa, keuhkojen toimintavajautta tai kroonista kipua. Ergometrin tulisi olla:

- mahdollisimman laajasti säädettävissä oleva (mm. satulakorkeus, ohjaustangon etäisyys ja korkeus);
- matalarunkoinen tai muulla tavalla soveltuva helppoon siirtymiseen;
- ohjelmistossa olisi vähintään manuaalinen testimahdollisuus tai portaiden kestoa ja kuormitusta olisi mahdollista muuttaa manuaalisesti tai tietokoneohjelmiston avulla kesken testin;
- mahdollinen liitännäisjärjestelmä tai ergometri itsessään sisältäisi palautemahdollisuuden saamisen testituloksista (esim. tuloste tai sähköinen tiedosto).

Lisäksi olemme kiinnostuneita ergometrienne huollon järjestelyistä (huoltosopimukset?) ja varaosatakuusta, jos sellaisia on olemassa.

Kiitos jo etukäteen ajastanne,

Fysioterapeuttiopiskelijat Jenni Nummela & Elina Perkiömäki  
Tampereen ammattikorkeakoulu



## Liite 3. Ergometrien vertailu

1(3)

ERGOMETRI	Polkupyöräergometri 1a	Polkupyöräergometri 1b	Polkupyöräergometri 1c
<b>Säädettävyys</b>	satula: korkeus ja etäisyys, sarvet: 360	satula: korkeus ja etäisyys, ohjaustanko: kallistuskulma, korkeus ja etäisyys	satula: korkeus ja etäisyys, ohjaustanko: kallistuskulma, korkeus ja etäisyys
<b>Siirtymismahdollisuudet</b>	matala runko	korkea runko	korkea runko
<b>Istuin</b>	geelisetula	kilpasatula	geelisetula
<b>Näyttämä</b>	aika, matka, syke, nopeus, työteho (W), kierrosnopeus (RPM), energiankulutus, aerobinen sykealue, harjoituksenkulku	aika, matka, syke, nopeus, työteho (W), kierrosnopeus (RPM), energiankulutus, aerobinen sykealue, harjoituksenkulku	aika, matka, syke, nopeus, työteho (W), kierrosnopeus (RPM), energiankulutus, aerobinen sykealue, harjoituksenkulku
<b>Vastus</b>	pyörrevirtajarru, teho: 20-1000W (1W portaat), välityssuhde 1/24	pyörrevirtajarru, teho: 20-1000W (1W portaat), välityssuhde 1/24	pyörrevirtajarru, teho: 20-1000W (1W portaat), välityssuhde 1/24
<b>Testin muunneltavuus</b>	ErgoPro- ja FitWare - yhteensopivuus	ErgoPro- ja FitWare - yhteensopivuus	ErgoPro- ja FitWare - yhteensopivuus
<b>Ohjelmat</b>	tietokoneohjausmahdollisuus, valmisohjelmat, teho-ohjelmat, syke-ohjelmat, RPM-ohjelmat, korkeusprofiiliohjelmat, omat ohjelmat, coaching- harjoittelun ohjaus	tietokoneohjausmahdollisuus, valmisohjelmat, teho-ohjelmat, syke-ohjelmat, RPM-ohjelmat, korkeusprofiiliohjelmat, omat ohjelmat, coaching- harjoittelun ohjaus	tietokoneohjausmahdollisuus, valmisohjelmat, teho-ohjelmat, syke-ohjelmat, RPM-ohjelmat, korkeusprofiiliohjelmat, omat ohjelmat, coaching- harjoittelun ohjaus
<b>Liitettävät laitteet</b>	lisävarusteena Bluetooth- adapteri, joka mahdollistaa 6 liitettävää laitetta. USB, RJ-45, 3,5mm audio	lisävarusteena Bluetooth- adapteri, joka mahdollistaa 6 liitettävää laitetta. USB, RJ-45, 3,5mm audio	lisävarusteena Bluetooth- adapteri, joka mahdollistaa 6 liitettävää laitetta. USB, RJ-45, 3,5mm audio
<b>Sertifiointi</b>	IEC EN 60601-1, IEC EN 60601-1-1, IEC EN 60601-1-2, IEC EN 60601-1-4, EN 957-1, EN 957-5, VDE 0750-238	IEC EN 60601-1, IEC EN 60601-1-1, IEC EN 60601-1-2, IEC EN 60601-1-4, EN 957-1, EN 957-5, VDE 0750-238	IEC EN 60601-1, IEC EN 60601-1-1, IEC EN 60601-1-2, IEC EN 60601-1-4, EN 957-1, EN 957-5, VDE 0750-238
<b>Huolto</b>	nopeasti reagoiva huolto, lähes kaikki varaosat varastolla, seisokkiajan minimointi (Healthvisor Oy).	nopeasti reagoiva huolto, lähes kaikki varaosat varastolla, seisokkiajan minimointi (Healthvisor Oy).	nopeasti reagoiva huolto, lähes kaikki varaosat varastolla, seisokkiajan minimointi (Healthvisor Oy).
<b>Muuta</b>	Diagnostiseen ja lääkinnälliseen käyttöön hyväksytty, yhteensopiva useimpien tastaus- ja diagnosointiohjelmien sekä ergometreihin liitettävien EKG-laitteiden kanssa. Max käyttäjätarve 150kg.	Diagnostiseen ja lääkinnälliseen käyttöön hyväksytty, yhteensopiva useimpien tastaus- ja diagnosointiohjelmien sekä ergometreihin liitettävien EKG-laitteiden kanssa. Max käyttäjätarve 150kg.	Diagnostiseen ja lääkinnälliseen käyttöön hyväksytty, yhteensopiva useimpien tastaus- ja diagnosointiohjelmien sekä ergometreihin liitettävien EKG-laitteiden kanssa. Max käyttäjätarve 150kg.
<b>Lähde:</b>	Mitrunen 2013; Daum Electronic. 2012. Polkupyöräergometri 1a.	Mitrunen 2013; Daum Electronic. 2012. Polkupyöräergometri 1b.	Mitrunen 2013; Daum Electronic. 2012. . Polkupyöräergometri 1c.

ERGOMETRI	Polkupyöräergometri 2a	Polkupyöräergometri 2b	Polkupyöräergometri 3a
<b>Säädettävyys</b>	satula: manuaalinen korkeuden säätö 120-210cm pituisille, ohjaustanko: kallistuskulman säätö	satula: sähköinen portaaton korkeuden säätö 120-210cm pituisille, ohjaustanko: kallistuskulman säätö + manuaalinen korkeuden säätö	satula: korkeus, ohjaustanko: korkeus
<b>Siirtymismahdollisuudet</b>	melko matala runko	melko matala runko	matala runko
<b>Istuin</b>	normaali satula	normaali satula	normaali satula
<b>Näyttämä</b>	kierrosnopeus (RPM), myös testattavalle erillisellä näytöllä), syke, aika, vastus, verenpaine	kierrosnopeus (RPM), myös testattavalle erillisellä näytöllä), syke, aika, vastus, verenpaine	kierrosnopeus (RPM), matka, aika, energia (kcal), voima (N), työteho (W): kmp/min, syke
<b>Vastus</b>	tietokoneohjattu pyörrevirtajarru, 20-999W, kierroslukuriippumaton.	tietokoneohjattu pyörrevirtajarru, 20-999W, kierroslukuriippumaton.	Valmistajan kehittämä heilurivastus
<b>Testin muunneltavuus</b>	manuaaliohjaus-toiminto, MilFit-, ErgoPro- ja FitWare - yhteensopivuus	manuaaliohjaus-toiminto, MilFit-, ErgoPro- ja FitWare - yhteensopivuus	myös manuaaliohjaus-mahdollisuus
<b>Ohjelmat</b>	tietokoneohjaus-mahdollisuus, ergometritesti: 5 protokollaa (mm.WHO), 10 vapaasti ohjelmoitavaa ergometria-ohjelmaa, manuaalinen kuormituksen ohjaus; harjoittelu (10 harjoitusohjelmaa), 4 kiinteää testausohjelmaa (suorituskyvyn testit)	tietokoneohjaus-mahdollisuus, ergometritesti: 5 protokollaa (mm.WHO), 10 vapaasti ohjelmoitavaa ergometria-ohjelmaa, manuaalinen kuormituksen ohjaus; harjoittelu (10 harjoitusohjelmaa), 4 kiinteää testausohjelmaa (suorituskyvyn testit)	tietokoneohjausmahdollisuus, Åstrand-, Bruce-, YMCA-, Naughton- ja WHO -protokollat; omien ohjelmien ohjelmointi ja tallennus
<b>Liitettävät laitteet</b>	useampien valmis-tajien EKG- ja PC-EKG -laitteet (USB, RS232-digiliitin), ve-renpainemansetti	useampien valmis-tajien EKG- ja PC-EKG -laitteet (USB, RS232-digiliitin), ve-renpainemansetti	sarjaportti PC:n tai EKG:n liittämistä varten, rinnakkaisportti tulostimelle
<b>Sertifiointi</b>	93/42/ETY, 89/336/ETY, EN 1060-1, EN 1060-3	93/42/ETY, 89/336/ETY, EN 1060-1, EN 1060-4	ISO 9001, CE 93 / 42
<b>Huolto</b>	Fysioline Service vastaa huollosta ja varaosien ajantasaisuudesta	Fysioline Service vastaa huollosta ja varaosien ajantasaisuudesta	ei mainintaa
<b>Muuta</b>	Max käyttäjäpaino 160kg, vakiona Polar-sykevastaanotin, lisävarusteina automaattinen verenpaineen mittaus ja SpO2-oksimetri.	Max käyttäjäpaino 160kg, vakiona Polar-syke-vastaanotin, lisävarusteina automaattinen verenpaineen mittaus ja SpO2-oksimetri. Myös kehitelty malli, joka on yhteensopiva ErgoPro-ohjelman kanssa.	Yksi maailman tarkimmista testiergometreista, pystytään hyväksyttävästi kalibroimaan itse.
<b>Lähde:</b>	Nikkola 2013; Ergoline. Polkupyöräergometri 2a/b. Käyttöohjeet.	Nikkola 2013; Ergoline. Polkupyöräergometri 2a/b. Käyttöohjeet.	Gym Productions Finland Oy. 2010. Polkupyöräergometri 3a.

ERGOMETRI	Polkupyöräergometri 3b	Polkupyöräergometri 4	Polkupyöräergometri 5
<b>Säädettävyys</b>	satula: korkeus+ erikseen hankittavissa satulatanko, jota voi säätää eteen-taakse ja sivuttaissuunnissa, ohjaustanko: korkeus	satula: korkeus ja etäisyys	satula: korkeus ja etäisyys
<b>Siirtymismahdollisuudet</b>	matala runko	korkea runko	matala runko
<b>Istuin</b>	normaali satula	normaali satula	ergonominen satula
<b>Näyttämä</b>	kierrosnopeus (RPM), syke, aika, työteho (W), matka, nopeus	ei mainita	ei mainita
<b>Vastus</b>	Valmistajan kehittämä heilurivastus	vastus max 860 (70 RPM)	sähkömagneettijarru/EMS, teho 600W/100 RPM
<b>Testin muunneltavuus</b>	myös manuaaliohjaus-mahdollisuus	ei mainita	ei mainita
<b>Ohjelmat</b>	tietokoneohjausmahdollisuus, suunniteltu Åstrandin kuntotestiä varten; myös YMCA ja PWC	kuntotesti, moniporrastesti, yksiportainen testi, PWC-testi + modifioitu versio, YMCA-testi, viisi maksimaalista testiä, 15 valmisohjelmaa	moniporrastesti, 10 valmisohjelmaa ja 100 omaa ohjelmaa
<b>Liitettävät laitteet</b>	tietokone-liitäntä	tietokone-liitäntä	2 USB-porttia, iPhone-telakka
<b>Sertifiointi</b>	ISO 9001:2008, CE 93/42 MDD Class Iia	TÜV GM- ja UL -hyväksynnät (sis.mm. CE 93/42 ja ISO 13485)	EN 957 (HA), 89/336/ETY
<b>Huolto</b>	Huoltosopimus HUR:n kautta, Monarkin varaosa-/saatavuustakuu 5vuotta.	Qicraft vastaa huollosta	riippuu jälleenmyyjästä, Omasalilla on oma huoltopalvelu
<b>Muuta</b>	Pystytään hyväksyttävästi kalibroimaan itse. Max. käyttäjäpaino 250kg.	Suunniteltu testaus-käyttöön, max. käyttäjäpaino 120kg	Suuri määrä erilaisia viihdetoimintoja (internet, E-kirjat jne.), max. käyttäjäpaino 150kg.
<b>Lähde:</b>	Kaukonen 2013.	Aarresuo 2012; TechnoGym. Polkupyöräergometri 4.	Rytilä 2013; Omasali. 2010. Polkupyöräergometri 5. Tekniset tiedot.