

Tuokko-Halonen Auri

Digitaalisten liikuntapelien fyysinen kuormittavuus



Liikunnanohjaaja

Liikunnan- ja vapaa-ajan
koulutusohjelma

Syksy 2018



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tiivistelmä

Tekijä: Tuokko-Halonen Auri

Työn nimi: Digitaalisten liikuntapeliin fyysinen kuormittavuus

Tutkintonimike: Liikunnanohjaaja (AMK)

Asiasanat: exergaming, digitaalinen liikuntapeli, fyysinen kuormitus, syke, hapenkulutus, iWall

Exergaming on harjoittelun ja pelaamisen yhdistämistä. Kajaanilainen pelialan yritys CSE Entertainment on liikunta- ja kuntoutuspelien valmistaja. CSE Entertainment kehittää tuotteita, jotka saavat ihmiset liikkumaan ja haluavat tarjota vaihtoehtoja harjoitteluun peliteknologian avulla tuomalla virtuaalimaailman osaksi harjoittelua.

Opinnäytetyössä on selvitetty kvantitatiivisen tutkimuksen avulla virtuaalisten liikuntapeliin kuormittavuutta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää CSE Entertainment Oy:n iWall virtuaalipeliin fyysinen kuormitus sykemittausten avulla. Tutkimusongelmana oli, kuinka fyysisesti kuormittavia iWall pelit ovat? Alaongelmina tutkimuksessa oli, miten korkealle syke nousee pelin aikana? Miten korkealle hapenkulutus nousee pelin aikana, sekä kuinka kuormittavaksi testattava arvioi pelin?

Tutkimusaineisto kerättiin siten, että kohderyhmä pelasi iWall pelit tietyssä järjestyksessä. Jokaisesta pelistä pelattiin kaikki tasot siten, että pelien välissä sykkeen annettiin laskea. Testattavilla oli Firstbeat mittarit, jotka keräsivät tietoa muun muassa sykkeestä ja hapenkulutuksesta pelaamisen aikana. Tiedot tallentuivat Firstbeat Sports ohjelmaan, josta kerättiin tutkimuksen kannalta tarpeelliset tiedot tulosten analysointia varten. Tulokset analysoitiin PSPP-ohjelmalla.

Tuloksista saatiin selville, että iWall pelit kuormittavat elimistöä eri tavoin. Osa peleistä on suunniteltu kuormittamaan hengitys- ja verenkiertoelimistöä, ja niiden pelaamisen aikana myös testattavien sykkeet nousivat korkealle. Osa peleistä on kehitetty kehittämään muita ominaisuuksia, kuten koordinaatiota tai tasapainoa ja niissä peleissä sykkeet eivät nousseet niin korkealle. Näissä peleissä oli kuitenkin huomattavissa suurempia eroja sykkeissä testattavien välillä, kuin korkeampisykkeisissä peleissä. Sykkeeseen vaikutti tuolloin esimerkiksi innostuminen, kilpailutilanne ja eläytyminen peliin.

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada selville eri pelien ja tasojen kuormittavuus ja sykkeet, joilla pelejä pelataan. Tulosten pohjalta voi suunnitella iWall pelien järjestystä käyttötarkoituksen mukaan. Jatkotutkimuksena voisi tulosten pohjalta suunnitella erilaisia ohjelmia iWall peleistä, ja mitata näiden eri ohjelmien kuormittavuutta esimerkiksi syke- ja sykevälimittauksilla sekä harjoituksen kokonaiskuormitusta.

Abstract

Author: Tuokko-Halonen Auri

Title of the Publication: Physical Load During Fitness Gaming

Degree Title: Bachelor of Sports

Keywords: fitness gaming, exergaming, digital sports game, physical load, heart rate, oxygen consumption, iWall

Exergaming and fitness gaming are physical activities combined with digital or virtual gaming. Exergame comes from the words exercise and game. CSE Entertainment is a company that makes exergames and rehabilitation games. CSE Entertainment develops products that make people move and offer exercise alternatives, by bringing the virtual world into exercising using the latest game technology.

This study focuses on physical load during fitness gaming. The aim of the research was to discover the level of physical load during iWall fitness gaming, by taking heart rate measurements during gaming. The research problem was to investigate the physical load produced during iWall fitness gaming. The other research problems were how high the heart rate rises, how high oxygen consumption rises and the physical activity intensity level using rated perceived exertion, RPE.

The measurements were made so that the target group played the iWall fitness games in a certain order. They played all the levels of the games. The target group wore Firstbeat measuring devices that collected information on heart rates and oxygen consumption. The measurement information was gathered from the Firstbeat Sports program and analyzed in the PSPP-program.

From the test results we can see that iWall fitness games produce different loads depending on the game. Some of the games are developed to load the cardiovascular system, and during those games also the heart rate was higher. Some of the games are designed to develop other skills, such as coordination or balance, and during those games the heart rate did not rise as much. These games caused more variation in the heart rates of the target group, most likely because excitement and competition can affect heart rate more when the heart rate is lower.

The aim of the study was to investigate physical load during fitness gaming and to discover the physical load of the different games and levels. The test results are useful for planning exergaming for exercise purposes. Further research of the exercise programs in iWall fitness gaming and measuring the total physical load of the exercise could be useful.

Sisällys

1.	JOHDANTO	1
2.	EXERGAMING	3
	2.1 Historia	4
	2.2 Tutkimuksia	6
3.	CSE ENTERTAINMENT	9
	3.1 iWall	10
	3.2 iWall pelit	10
4.	HENGITYS- JA VERENKIERTOELIMISTÖ	12
	4.1 Sydän	13
	4.1.1 Syke	14
	4.1.2 Sydän rasituksessa	15
	4.3 Hengityselimistö	16
	4.3.1 Hengityselimistö rasituksessa	17
5.	LIIKUNNAN KUORMITTAVUUS	19
	5.1 Liikunnan kuormittavuuden mittaaminen	20
	5.2 Sykemittaus	22
	5.3 Firstbeat	23
	5.4 Testattavan subjektiivinen kuormittuneisuus	25
	5.5 Metabolic equivalent (MET)	26
6.	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA	27
7.	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	28
	7.1 Kohdejoukko	28
	7.2 Aineiston hankinta ja käsittely	30
8.	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	8.1 Shadow Master	32
	8.2 Parkour	38
	8.3 Space Shooter	42
	8.4 HyperSlam	43
	8.5 Parkour Extreme	48

8.6 Street Racing	52
8.7 Yhteenveto	53
9. LUOTETTAVUUS	57
10. POHDINTA	59
Lähteet.....	61
Liitteet	

1. JOHDANTO

Virtuaalimaailman kehittyminen on avannut mahdollisuuden uudelle harjoittelulle ja pelaamiselle sekä niiden yhdistämiselle. Exergaming on alkanut nousta uudelle tasolle ja kansan tietoisuuteen. Exergaming on tullut tutuksi jo aiemmin erilaisten konsolipelien muodossa, ensin peleihin liitettiin erillinen pelimatto ja sittemmin Nintendo kehitti Wii:n, jossa pelattiin ohjaimella. Nykyään peleissä käytetään uusinta teknologiaa ja ne toimivat liiketunnistimella. Pelit ovat levinneet myös julkisiin tiloihin ja esimerkiksi kuntosaleille.

Kajaanilainen CSE Entertainment on monipuolinen liikunta- ja kuntoutuspelien valmistaja. He haluavat tarjota ihmisille vaihtoehtoja harjoittelulle ja lisäksi inspiroida kaikenikäisiä ihmisiä pitämään hauskaa liikuntapelien parissa. He kehittävät erilaisia laitteita, joihin pelitekologiaa yhdistämällä saadaan aikaan uudenlaisia harjoittelu- ja liikuntakokemuksia virtuaalisesti.

Yksi heidän kehittämistä tuotteistaan on iWall, jossa on erilaisia pelejä. Peli toimivat liiketunnistimella ja pelaaja seuraa pelin etenemistä edessään olevasta ruudusta. Peliä voi pelata kaksi pelaajaa yhtäaikaisesti. CSE Entertainment on toiminut toimeksiantajanani tässä opinnäytetyössä. Toimeksiantajana he halusivat tietää, millaisilla sykkeillä iWall pelejä pelataan. iWall laitteita on myyty ympäri maailmaa monenlaisiin paikkoihin, kuten lentokentille, kouluihin, ostoskeskuksiin, sisäliikuntapuistoihin ja kuntosaleille. Lähinnä kuntosalitoimintaa ajatellen, on hyödyllistä tietää, kuinka fyysisesti kuormittavia pelit ovat. iWall pelejä voi käyttää viihteenä, harjoitustarkoitukseen tai sitten esimerkiksi ennen kuntosalia lämmittelynä. Kuntosaleilla iWall pelejä voi pelata itsenäisesti tai siellä voi työskennellä iWall trainer, joka opastaa peleissä ja harjoituksen suunnittelussa. Fyysisen kuormituksen tietäminen pelikohtaisesti helpottaa pelien ohjaamista ja esimerkiksi pelattavien pelien järjestyksen suunnittelua.

Tutkimuksia exergaming aiheesta ei kovin laajasti löydy. Muutamia tutkimuksia oli kuitenkin tehty ja niistä saadut tulokset olivat osittain ristiriitaisia. Joidenkin tutkimusten mukaan digitaaliset liikuntapelit eivät aiheuta kovin suurta fyysistä rasitusta ja niitä voitaisiin suositella perinteisen istuen tapahtuvan pelaamisen sijaan. Eräässä tutkimuksessa kuitenkin WiiFit pelissä ylettiin jopa 170 keskiarvosykkeeseen.

Mielestäni aihe oli mielenkiintoinen ja lähdin suunnittelemaan opinnäytetyön toteuttamista. Koin aiheen haastavana, sillä exergaming oli minulle aiheena melko tuntematon ja kirjallisuutta aiheesta ei myöskään ole helposti löydettävissä. Termistöä, jolla tietoa löytyy

ja joita tässäkin opinnäytetyössä käytetään, on pääasiassa exergaming sekä digitaaliset liikuntapelit ja virtuaaliset liikuntapelit.

Aineistonkeruu tapahtui CSE Entertainmentin tiloissa kesällä 2018. Kohdejoukko koostui 11 henkilöstä ja he olivat urheilijoita, kaksi jääkiekkoilijaa sekä yhdeksän jalkapalloilijaa. Kohdejoukko pelasi iWall pelit tietyssä järjestyksessä ja samalla heiltä kerättiin dataa Firstbeat mittarin avulla. Tiedot tallentuivat mittariin ja niistä poimittiin tutkimuksen kannalta tärkeät tiedot Firstbeat Sports ohjelman avulla. Aineisto käsiteltiin PSPP-ohjelmalla.

2. EXERGAMING

Pelillä tarkoitetaan useamman osapuolen välisiä vuorovaikutustoimintoja, joko pelaajan ja tietokoneen tai eri pelaajien. Niitä ohjaavat säännöt ja yleensä peleihin liittyy jokin tavoite. Peleihin liittyvien etujen tavoittelemiseksi on rajallisesti käytössä voimavaroja, jotka määräytyvät sääntöjen mukaan. Konsoli- ja tietokonepelit ovat osa pelien ja leikkien jatkumoa ja ovat kehittyneet kortti-, lauta- ja hahmopeleistä digitaaliseen muotoon. (Huh-tamo & Kangas 2002, 19.)

Digitaaliset liikuntapelit ovat pelejä, jotka yhdistävät pelaamisen ja liikunnan ja samalla vaativat pelaajaltaan fyysistä aktiivisuutta. Digitaalisista liikuntapeleistä käytetään usein myös sanontaa exergames. (Kari 2017, 5.) Exergaming ympäristöt yhdistävät harjoittelun (exercising) ja pelaamisen (gaming). Pelaamisella voidaan erilaisissa virtuaaliympäristöissä tuoda tehokkuutta harjoitteluun ja lisäksi se voi olla viihdyttävää ajanvietettä. (Mero, Nummela, Kalaja & Häkkinen 2016, 621.)

Karin (2017) mukaan fyysisen aktiivisuuden tulee ylittää hyvin matala aktiivisuustaso tai sen tulee sisältää liikkuvuuteen, voimailuun tai tasapainoon liittyvää tekemistä, jotta voidaan puhua exergame pelistä. Exergame pelissä ohjaaminen ja pelaaminen tapahtuu omaa kehoa liikuttamalla. Digitaalisia liikuntapelejä on nykyään pelikonsolleille, mobiililaitteille ja niitä on myös erilaisissa pelihalleissa. Lisäksi niitä on yhdistettynä kuntoilulaitteisiin sekä esimerkiksi kiipeilyseiniin. (Kari 2017a, 5-6.)

Hyötypelit ovat sellaisia, joiden päämääränä on opettaa, harjoittaa tai antaa tietoa. Hyötypelit ovat saaneet alkunsa opetuksellisesta näkökulmasta. Edutainment on yhdistelmä education ja entertainment sanoista ja se on saanut alkunsa 1990-luvulla, kun tietokoneiden yleistymisen alkoi luoda mahdollisuuksia tuoda koulun opetusta digitaalisemmaksi. Sitten hyötypelit ovat laajentuneet ja niitä on alettu käyttää opettamisessa asioissa, jotka voi oppia vain tekemällä ja epäonnistumalla, esimerkiksi armeijassa ja kouluissa. Hyötypelit voivat myös olla informatiivisia ja niiden kautta voidaan opettaa monia asioita sekä asenteita. Hyötypelien kuuluu muun muassa pelejä, joissa on opettavainen, poliittinen, uskonnollinen tai terveydellinen opetus ja hyöty pelaajalleen. (Michael & Chen. 2006.)

Teknologiaa on alettu hyödyntämään ja kehittämään myös urheiluvalmennuksessa. Uutta teknologiaa hyödynnetään erityisesti erilaisissa mittauksissa. Liikuntapelit tuovat kuitenkin

uutta tehokkuutta sekä myöskin uusia mahdollisuuksia harjoitteluun. Esimerkiksi virtuaaliympäristöissä tapahtuva harjoittelu on mielekästä vaihtelua ja lisäksi sitä voi hyödyntää lajikohtaisesti harjoittelun tukena valitsemalla sopivia pelejä harjoituksen osaksi tai itse harjoitukseksi. (Mero ym. 2016, 620-621.)

2.1 Historia

Kiinnostus liikuntapelejä kohtaan on lähtenyt nousuun viimeisten vuosien aikana. Media on alkanut nostamaan liikuntapelejä enemmän esille ja tämän vuoksi moni voisi kuvitella, että liikuntapelit ovat uusi ilmiö. Liikuntapeliin kehittyminen on alkanut kuitenkin jo vuosikymmeniä sitten ja niitä on ollut olemassa koko ajan. Jo 1970- ja 1980-luvulla pelatut pelit saivat ihmiset liikkumaan. Pelaamisen vuoksi piti ensin yleensä pyörällä tai kävellä pidempi matka, sillä pelejä ei ollut joka kotona. Pelejä, kuten Pac Man pelattiin seisoen ja koko keholla peliin eläytyen. Myös ensimmäisissä kotona pelattavissa konsoleissa peliä ohjattiin joystickillä tai jollain muulla vastaavalla, jolla ei ehkä päästy vastaaviin fyysisiin suorituksiin kuin tämän hetken peleillä, mutta pelaajan fyysisellä tekemisellä oli yhteys peliin ja suorituksiin. (Bogost.)

Vuonna 1987 Nintendo julkaisi Foot Craz-pelin, jota varten oli kehitetty erillinen pelimatto. Pelimatossa oli viisi eri väristä nappia, jotka reagoivat kosketukseen ja sitä pelattiin jaloilla nappeja painamalla. Vuotta myöhemmin Nintendo julkaisi myös Power Pad-pelimaton, johon kehitettiin useita pelejä 1980-luvun lopulla sekä 1990-luvun alussa. Power Pad tunnisti kosketuksen ja hahmoa liikutettiin painamalla nappeja jalalla. Yksi näistä peleistä oli Track & Field, jossa pelaaja kilpaili kuudessa Olympialajissa. Muita pelejä Power Padille oli muun muassa Stadium Events, World Class Track ja World Track Meet. Näissä peleissä oli juoksua, kävelyä, hyppimistä sekä kyykistymistä. (Bogost.)

Vuonna 1998 Konami julkisti liikunnallisen pelin, nimeltään The Dance Dance Revolution eli DDR, jossa pelataan erillisen sensorin päällä ja tarkoituksena on painaa jalalla musiikin rytmissä oikeaa nuolta sensorissa. Ruudussa näkyy mitä nuolta tulisi painaa ja missä rytmissä. Se on julkaistu myös konsoleihin kuten Sony Playstation, Sega Dreamcast, Nintendo 64, Microsoft Xbox ja Nintendo GameCube. Vuonna 2004 lanseerattiin GetUpMove.com-sivusto, jossa mainostettiin The Dance Dance Revolution-peliä painonpudotuksen keinona. Sivusto olikin menestys. Se sai myös median huomiota ja pian ihmiset ostivat Playstation-konsoleita ja DDR-peliä harrastaakseen liikuntaa. Näihin aikoihin myös exergaming sana muotoutui käyttöön. (Bogost.)

Vuonna 2003 Sony julkisti EyeToy:n Se on digitaalinen kamera Playstation 2 konsolille ja sen avulla pelaaja pystyy pelaamaan siihen suunniteltuja pelejä interaktiivisesti liikuttamalla koko vartaloaan, käsiä, päätä ja jalkoja. Kamera tunnistaa liikkeen ja pelaaja pelaa kehollaan. (Michael & Chen 2006, 186-187.)

Vuonna 2004 responDESIGN alkoi kehittämään virtuaalisia ohjelmia, jotka ovat hyväksi ihmisille, eli ”*games that are good for you.*” He julkaisivat Yourself!Fitness:n XBOX:lle, PC:lle ja Playstation 2:lle. Kyseessä ei ole varsinaisesti peli, mutta se sisältää paljon pelillisiä elementtejä, kuten muuttuvia ympäristöjä, musiikkia ja uusia tasoja. Ohjelma kehitettiin parantamaan pelaajan terveyttä ja kuntoa. Ohjelma tekee pelaajalle yksilöityä kuntoiluohjelmaa ja virtuaalinen personal trainer, Maya, valmentaa pelaajaa harjoittelusion läpi. Yourself!Fitness pelissä on painonpudotus-, yoga-, Pilates-, cardio-, voima- ja liikkuvuusharjoituksia. (Michael & Chen 2006, 188.)

Vuonna 2006 Nintendo julkisti uuden konsolin, nimeltään Wii. Sen langattomat liikkeeseen perustuvat ohjaimet, Wi-Fi mahdollisuus ja muut ominaisuudet tekivät siitä erittäin suosittun ja parhaiten myydyn konsolin. The American Heart Association ja Nintendo alkoivat tekemään yhteistyötä, jotta ihmiset voisivat luoda terveellisen elämäntyylin fyysisesti aktiivisesti pelien kautta. Nintendo Wii laitteisiin laitettiin The American Heart Association merkki. Vuonna 2012 Nintendo julkaisi WiiU konsolin, joka on uudistettu versio Wii konsolista. (Nintendo.)

Konsolipohjaisten pelien rinnalle on noussut sittemmin mobiilipohjaiset pelit. Niistä läpimurron tehnyt Pokémon Go peli oli suosittu ja teki läpimurron kautta liikunnalliset mobiilipelit tunnetuksi suurelle yleisölle. Muita tunnettuja mobiilipelejä on Zombies Run sekä Ingress. (Kari 2017a, 6.)

Mobiilipelien myötä konsolipohjaisten pelien suosio kotikäytössä on vähentynyt. Kuitenkin konsolipohjaisten pelien suosio terveyteen ja hyvinvointiin liittyen on nousussa. Esimerkkinä kuntoutus, terapia ja vanhusten tasapainon parantaminen. Erityistarpeita omaaville henkilöille onkin kehitetty liikuntapelejä ja niiden avulla tylsästä toiminnasta voidaan tehdä mielekästä. (Kari 2017a, 6.)

2.2 Tutkimuksia

Digitaalisilla liikuntapeleillä on aina ollut huvin lisäksi paljon hyötypotentiaalia. Sekä kaupallisen että terveydellisen näkökulman vuoksi on tarpeellista saada lisää tieteellisiin tutkimuksiin perustuvaa tietoa, sekä myöskin tutkimustuloksiin pohjautuvia suosituksia ja johtopäätöksiä. Siten olemassa oleva potentiaali saadaan parhaiten esille. Tutkimustuloksia tarvitaan erityisesti käyttäjäkeskeiselle lähestymistavalle laitekeskeisen lähestymistavan lisäksi. (Kari 2017a, 6.) Seuraavaksi kerron hieman tutkimuksista, joissa on mitattu tai selvitetty digitaalisten liikuntapelin kuormittavuutta.

Kari Tuomas Jyväskylän yliopistosta on tehnyt systemaattisen katsauksen siitä, voidaan digitaalisilla liikuntapeleillä edistää fyysistä aktiivisuutta ja kuntoa. Tutkimuksessa tehtiin kirjallisuushaku 10 eri tietokantaan, joista rajausten jälkeen 6 artikkelia jäi katsaukseen. Tämän systemaattisen katsauksen tulos on, että pelaamisen rasitustaso on lapsilla, nuorilla ja aikuisilla kevyt tai keskiverto, MET arvon ollessa hieman yli 3 ja senioreilla matalampi. Systemaattisen katsauksen mukaan digitaaliset liikuntapelit voivat saada jotain hyötyjä aikaan fyysisen kunnan ja fyysisen aktiivisuuden kannalta, mutta niitä ei voida suositella ainoaksi liikuntamuodoksi. Digitaalisia liikuntapelejä voidaan katsauksen mukaan kuitenkin suositella perinteisten istuen tapahtuvien pelien tilalle. (Kari 2015.)

Tutkimuksessa, jossa mitattiin terveiden aikuisten exergame pelaamista XBOX 360 Kinect konsolilla havaittiin, että liikuntapelit voivat olla vaihtoehtona fyysisen aktiivisuuden edistämiseksi. Tutkimuksessa 17 nuorta aikuista pelasi kuusi liikuntapeliä ja heiltä mitattiin hapenkulutus ja sydämen syke pelaamisen aikana ja niistä laskettiin MET ja energiankulutus. Tutkimuksen sykearvoja ei ole nähtävillä, mutta MET arvoista laskettuna nyrkkeily (6.8 ± 1.9 MET) ja jalkapallo (6.2 ± 1.7 MET) edellyttivät melko suurta fyysistä aktiivisuutta. Muita lajeja ja tuloksia olivat beach lentopallo (5.7 ± 1.8 MET), yleisurheilu (5.0 ± 1.5 MET) pöytätennis (4.0 ± 1.6 MET) sekä keilaus (2.6 ± 0.8 MET) (Energy Expenditure and Intensity in Health Young Adults during Exergaming.) UKK-instituutin mukaan rasittavimmat pelit tässä tutkimuksessa vastaavat kohtalaista fyysistä aktiivisuutta (MET 5-7), ja on verrattavissa muun muassa reippaaseen kävelyyn tai pallopeleihin sekä kuntosaliharjoitteluun ja muokkausjumppaan. Kevyemmät pelit taas vastaavat joko kevyttä fyysistä aktiivisuutta (MET 3-4), jonka voidaan arvioida vastaavan rauhallista kävelyä tai esimerkiksi puutarhatyötä tai ratsastusta tai kevyttä työtä (MET 2). (UKK-instituutti.)

Kari Tuomas on tehnyt väitöskirjan vuonna 2017, Exergaming Usage: Hedonic and Utilitarian Aspects. Väitöksessään hän on paneutunut nimenomaan käyttäjäkeskeiseen näkökulmaan sekä siihen, kuinka peleissä voi yhdistää huvia ja hyödyn, joka toimii monelle

pelaamisen lähtökohtana. Etenkin vähän liikkuvia liikunnalliset pelit voivat innostaa nostamaan fyysistä aktiivisuuttaan. Väitöstutkimuksen mukaan pelaaminen voi edistää terveyttä, mutta jos fyysistä kuntoa haluaa parantaa, tulisi liikunnallisten pelien lisäksi harrastaa jotain muuta liikuntaa. Karin mukaan liikunnallisia pelejä voisikin suositella perinteisen pelaamisen vaihtoehdoksi. Tutkimuksessa kävi ilmi, että miehet ja naiset pelaavat yhtä paljon, mutta nuoremmat ikäluokat enemmän kuin vanhemmat. Liikunnallisten pelien pelaaminen voi toimia myös sosiaalisena tapahtumana, ja usein pelataankin kavereiden kanssa. Vapaa-ajan fyysinen aktiivisuus ei tutkimuksen mukaan vaikuta siihen, pelaako ihminen liikunnallisia pelejä, kun taas muiden digitaalisten pelien pelaaminen lisää todennäköisyyttä digitaalisten liikuntapelien pelaamiselle. Tutkimuksen mukaan pelien suunnittelua tulisi tehdä huvi edellä, sillä pelkkä terveyshyöty ei motivoi pelaamaan, mutta peleistä saatava palaute terveydellisistä hyödyistä kuitenkin voisi toimia motivaationa pelaamisen jatkamiselle. (Kari 2017b; Väitös 11.2.2017 KTM Tuomas Kari.)

Eräässä tutkimuksessa tutkittiin lasten energiankulutusta, kun he pelaavat digitaalisia liikuntapelejä. Tutkimukseen osallistui 23 henkilöä ja he olivat 10-13 vuotiaita. Tutkimuksessa mitattiin energiankulutusta, sykettä, askellusta sekä koettua tuntemusta, kun koehenkilöt katsoivat televisiota, pelasivat digitaalista liikuntapeliä tai kävelivät. Digitaalisina liikuntapeleinä tutkimuksessa oli DDR kahdella tasolla sekä Wii:n keilaus ja nyrkkeily. Kävely mitattiin 2,6 km/h, 4,2 km/h ja 5,7 km/h. Television katsominen tapahtui levossa. Tutkimuksessa havaittiin, että televisionkatseluun verrattuna käveleminen sekä pelaaminen nostivat energiankulutusta 2-3 kertaiseksi. Suurimmat energiankulutukset mitattiin, kun koehenkilö pelasi Wii nyrkkeilyä, DDR taso 2:a tai käveli 5,7 km/h. Wii keilaus sekä DDR helpommalla tasolla nostivat energiankulutusta kaksinkertaiseksi verrattuna television katsomiseen. Johtopäätöksenä tutkimuksessa oli, että digitaalisen liikuntapelin pelaaminen on energiankulutukseltaan verrattavissa kävelyyn ja niille lapsille, jotka pelaavat paljon digitaalisia pelejä, liikunnalliset pelit olisivat hyvä vaihtoehto ja samalla se lisäisi energiankulutusta. (Graf, Pratt, Hester & Short. 2009.)

Tutkimuksessa, jossa tutkittiin lasten kuormittumista Wii Fit ja Wii Sports pelissä verrattuna ohjaamattomaan fyysiseen aktiiviseen toimintaan havaittiin, että liikuntapeli voi yltää samaan fyysiseen kuormitukseen. Tutkimuksessa koehenkilöt saivat 20 minuutin ajan tehdä sitä fyysistä aktiivisuutta, mitä itse valitsivat. Syke mitattiin ennen, kesken ja jälkeen aktiiviteetin. Toiset 20 minuuttia koehenkilöt saivat pelata Wii:llä. Wii peli jakautui siten, että 10 minuuttia pelattiin Wii Fit ja 10 minuuttia Wii Sports pelejä. Sykkeet mitattiin ennen peliä, 5 minuutin kohdalla ja pelin jälkeen. Lisäksi koehenkilöiltä kysyttiin testattavan subjektiivista kuormittuneisuutta RPE 6-20 asteikolla. Wii Fit peli oli näistä vaihtoehdoista

tutkimuksen mukaan kuormittavin. Wii Fit pelissä sykekeskiarvo oli 170 eli 80 % maksimisykkeestä. Sykkeet Wii Sports pelissä oli noin 130 ja ohjaamattomassa aktiviteetissa noin 150. RPE oli korkein Wii Fit pelin jälkeen, ollen 17. Johtopäätöksenä tutkimuksesta on, että Wii Fit pelissä aktiivisuus voi nousta yhtä korkeaksi, kuin ohjaamattomassa aktiviteetissa ja siten digitaaliset liikuntapelit voivat olla apuna, jotta lapset voisivat saavuttaa päivittäisen aktiviteetin suositukset. (Graham, Perron, Feldman & Hall.)

3. CSE ENTERTAINMENT

CSE Entertainment on kajaanilainen liikuntaa ja pelejä yhdistäviä tuotteita suunnitteleva ja valmistava yritys. Heidän motivaationaan on tarjota vaihtoehtoja tylsälle harjoittelulle pelien avulla, sekä saada kaiken ikäiset ihmiset liikkumaan ja pitämään hauskaa heidän tuotteidensa parissa. Yrityksen parasta osaamista on virtuaalisuus, pelit, peliteknologia ja simulaattorit ja heidän tuotteitaan myydään maailmanlaajuisesti. (CSE Entertainment.)

CSE Entertainment on perustettu vuonna 2012. Se on saanut alkunsa Oulun Yliopiston sekä Kajaanin Ammattikorkeakoulun urheilu- ja ajosimulaattoreiden kehitysprojektista, joka toimi vuosina 2010-2014. Yrityksen perustaja Veli-Matti Nurkkala työskenteli tuolloin kyseisen kehitysprojektin parissa ja entisenä kilpaurheilijana hän sai idean pelillisestä harjoittelun mahdollistamisesta ja kehittämisestä. Toiminta on laajentunut ja kehittynyt yrityksen vision mukaisesti maailmanlaajuisesti. (CSE Entertainment.)

CSE Entertainmentilla on monipuolisesti viimeisintä tekniikkaa olevia laitteita ja pelejä. Yrityksen kehittämiä pelejä ovat iWall, joka on liikunnallisia pelejä yhdistävä tuote yksin tai kaksin pelattavaksi. RehabWall, joka on kehitetty kuntoutukseen, fysio- sekä toimintaterapiaan, ja siinä hyödynnetään virtuaalilaseja, pyörätuolisimulaattoria, liiketunnistinta sekä kosketusnäyttöä. TapWall, jota pelataan kosketusnäytöllä ja jonka peleissä tarvitaan esimerkiksi reaktionopeutta sekä koordinaatiota. Pelit ovat sekä muistia kehittäviä että ylläpitäviä. (CSE Entertainment.)

CSE Entertainment on kehittänyt myös 4active pelin, joka sisältää liikuntapelejä 1-4 pelaajalle ja sitä pelataan erillisellä pelimatolla. CycloBEAT on myös yksi yrityksen tuote ja se on yksilöllistä ryhmäliikuntaa sisäpyöräilyyn, joka perustuu tavoiteltavan syketaason saavuttamiseen ja ylläpitämiseen. RunBEAT, joka on juoksumatoilla tehtävää yksilöllistä ryhmäliikuntaa tai kilpailuja. Athene Exergaming, joka on ohjelmisto kardio- ja kuntoutuslaitteille. Se on kehitetty kuntosaliharjoitteluun, mutta sitä hyödynnetään myös kuntoutuksessa ja huippu-urheiluvalmennuksessa. Trixter VR on CSE:n kehittämä kuntopyörä, joka käyttää Athene exergaming alustaa ja siinä voi kilpailla maailmanlaajuisesti. Treadmill VR on juoksumatto, jolla voi kuntoilla tai kilpailla erilaisissa maastoissa virtuaalisesti. (CSE Entertainment.)

3.1 iWall

iWall on yksi CSE Entertainmentin kehittämistä liikuntapeleistä. Itse laite on kahdesta näytöstä koostuva kotelo, joka sisältää myös tietokoneen, liiketunnistimen sekä iWall ohjelmiston. Pelin pelaamista varten tarvitaan 3x3 metrin kokoinen alue, jotta pelejä mahtuu pelaamaan ja liiketunnistin toimii oikein. (iWall.)

Kaksi näyttöä mahdollistaa sen, että pelejä voi pelata yksi tai kaksi henkilöä kerralla. Pelit ovat suunniteltu niin, että ne ovat sopivia kaikenikäisille, kokoisille ja tasoisille. Siksi iWall onkin sopiva valinta liikuntapeleistä moniin paikkoihin ja tiloihin. Sitä markkinoidaan esimerkiksi aktiviteettipuistoihin, kauppakeskuksiin, hotelleihin, lentokentille, kouluihin sekä kuntosaleille. (iWall.)

iWall pelejä pelataan omalla keholla liiketunnistimen avulla, eli peleissä liikutaan ja edetään oman vartalon liikkeen avulla. Pelit on kehitetty monipuolisuutta ajatellen ja peleistä löytyy eri lailla kehoa kuormittavia pelejä, joista pelaaja voi valita itselleen juuri siihen hetkeen sopivan pelin. Uusia pelisisältöjä kehitetään myös jatkuvasti. (iWall.)

3.2 iWall pelit

Parkour pelissä kisataan virtuaaliympäristössä Manhattanin pilvenpiirtäjien katoilla. Voittaja on se, joka selviää radan nopeimmin. Parkouria pelataan siten, että hahmo liikkuu sitä nopeammin, mitä nopeammin pelaaja juoksee paikallaan polviaan mahdollisimman korkealle nostaen. Radalla on esteitä, joita väistellään siirtyen sivuille, sekä oikealle että vasemmalle. Lisäksi radalla on esteitä, joiden yli tulee hypätä mahdollisimman korkealle tai kyykistymällä esteen ali mahdollisimman matalalle. Radalla voi olla myös seinä, jonka kohdalla tulee hypätä kädet ylhäällä, jolloin hahmo hyppää, sekä vaijeri, jonka kohdalla pelaajan tulee hypätä kädet ylhäällä ja kädet pidetään ylhäällä koko vaijerin ajan. Pelistä on olemassa kolme tasoa, level 1, level 2 ja level 3. (iWall.)

Space Shooter on peli, jossa hahmo liikkuu avaruudessa väistellen ja tuhoten meteoriitteja sekä muita avaruuden kappaleita. Peliä voi pelata yksin tai parin kanssa ja parin kanssa pelatessa tehdään yhteistyötä, eli pelataan samalla puolella. Space Shooteria pelatessa pelaajan tulee väistellä avaruudessa leijuvia kappaleita liikkumalla sivusuunnassa. Kappaleita voi tuhota heiluttamalla käsiä laajasti ylös ja alas, liikkuen samalla tu-

hottavan kappaleen kohdalle. Hahmolle voi hankkia myös lisävoimia tai lisäenergiaa keräämällä sinisiä ja punaisia palloja. Pelaajan päästessä pelissä tarpeeksi pitkälle, vastassa on loppuvastustaja, joka tulee päihittää. Pelissä ei ole useampia eri kenttiä, vaan peliä on vain yksi taso. (iWall.)

Shadow Master on erityisesti liikkuvuutta ja lihaskestävyyttä haastava peli. Näiden lisäksi pelissä voi kehittää myös tasapainoa ja akrobaattisia kykyjä. Shadow Master pelissä on tarkoituksena toistaa ruudulla näkyvän sensein tekemä asento. Liike tulee tehdä mahdollisimman tarkasti ja nopeasti samalla tavalla. Mitä vakaammin asennossa pysyy, sitä enemmän siitä saa pisteitä. Shadow Masterista on kehitetty myös Flow versio, jossa liike tulee jatkuvana, eli asentoon ei jäädä paikoilleen, vaan liike jatkuu suoraan seuraavaan asentoon. Shadow Master peliä on olemassa kolme tasoa, easy, normal ja hard sekä flow- versiosta on kaksi tasoa, jotka ovat normal ja hard. (iWall.)

HyperSlam on virtuaalinen mailapeli. Sitä voi pelata kahdestaan toisiaan vastaan tai yksin tekoälyä vastaan. Pelissä on eri tasoja ja peliä voi pelata joko yhdellä tai kahdella pallolla. Pelissä tekniikalla ja ajoituksella on suuri merkitys. Peli kehittää koordinaatiota sekä reaktionopeutta ja parantaa ajoitus- ja havainnointikykyä. Pelin tarkoituksena on pelata pallo takaisin vastustajalle pysäyttämällä se mailalla tai lyömällä sitä. Pelissä on neljä taso, jotka ovat easy 1 ball, medium 1 ball, pro 2 balls ja expert 2 balls. (iWall.)

Deepsea Dash peli sijoittuu veden alaiseen maailmaan. Pelissä on tarkoituksena pysyä kapealla laiturilla keräten simpukoita ja ehtiä ensimmäisenä maaliin. Peli kehittää tarkkuutta, avaruudellista hahmotuskykyä sekä ajoitusta. Deepsea Dash pelissä pyritään siis tarkasti pysymään reitillä kehoa liikuttamalla ja välillä hypätään seuraavalle laiturille. (iWall.)

Parkour Extreme on periaatteelta sama kuin Parkour peli. Parkour Extreme on kuitenkin vielä haastavampi, pidempikestoisempi sekä raskaampi. Hahmo liikkuu samalla tavalla kuin Parkour pelissä, eli pelaajan juostessa polvennostojuoksua, hahmo liikkuu eteenpäin. Esteitä väistellään hyppäämällä, kyykistymällä tai liikkumalla sivulle. Parkour Extreme pelissä on kolme tasoa ja nämä ovat Torture, Inferno ja Final Countdown. (iWall.)

Street Racing on iWall peleistä uusin. Peli perustuu autokisaan. Pelaajan on juostava mahdollisimman nopeasti auton kierroslukumittarin noustessa ja kun mittari on tiettyssä kohdassa, tulee pelaajan kyykistyä, jolloin auto vaihtaa vaihdetta. Street Racing peli on lyhyt, vain 25 sekuntia, mutta koko ajan pelaajan tulee juosta täysillä ja kyykistyä oikealla hetkellä. (iWall.)

4. HENGITYS- JA VERENKIERTOELIMISTÖ

Hengitys- ja verenkiertoelimistö toimii tärkeässä roolissa ihmisen kuormittaessa itseään fyysisesti, sillä se toimii kuljetusjärjestelmänä. Siten myös kuormituksen kasvaessa hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminta kiihtyy. Siksi hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintaa seuraamalla ja mittaamalla voidaan saada selville fyysisen toiminnan kuormittavuus. Tässä kappaleessa kerrotaan hengitys- ja verenkiertoelimistön anatomiaa ja fysiologiaa.

Verenkierto toimii elimistön kuljetusjärjestelmänä. Se muodostuu sydäimestä ja lukuisista erikokoisista verisuonista. Verenkierron tehtävänä on kuljettaa ravintoa kudoksiin, kuten happea, glukoosia, rasvahappoja, vitamiineja ja kivennäisaineita. Lisäksi sen tehtävänä on kuljettaa kuona-aineita pois eli hiilidioksidia, virtsa-aineita, virtsahappoa, kreatiniinia ja epäorgaanisia kuona-aineita. Verenkierron avulla kuljetetaan myös kemiallisia viestejä, hormoneja ja lisäksi se tasoittaa ruumiinosien välisiä lämpötila- sekä happamuuseroja. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1997, 185.)

Verenkiertoelimistö muodostuu kaksoispumpusta, eli sydäimestä sekä erikokoisista verisuonista. Sydän lihaseinäinen kammio, jossa veri pääsee virtaamaan vain yhteen suuntaan. Sydän jakautuu oikeaan ja vasempaan puoliskoon ja vahva väliseinä erottaa ne toisistaan ja molemmat pumput pumppaavat verta omiin verenkiertoihin. Ihmisen verenkierto jaetaan keuhkoverenkiertoon eli pieneen verenkiertoon sekä isoon verenkiertoon eli systeemiseen verenkiertoon. (Bjälje, Haug, Sand, Sjaastad & Toverud 2002, 220.)

Verisuonet jaetaan kolmeen päätyyppiin. Nämä ovat valtimot, laskimot ja hiussuonet. Sydämen kammioista veri kulkee pois laskimoa pitkin ja palaa sydämen eteiseen valtimoita pitkin. Valtimoita ja laskimoita yhdistää hiussuonet. Ihmisen verenkiertojärjestelmä on suljettu, joten veri ei ole verisuonten ulkopuolella oleviin soluihin kosketuksissa. Ihmisen elimet sijaitsevat niin sanotusti rinnakkain, ja se mahdollistaa sen, että sydäimestä tulevan veren jakautumista elimistöön voidaan säädellä tarpeiden mukaan. Tämä tapahtuu pikkuvaltimoiden läpimittaa säätelemällä, eli kun sitä muutetaan, myös verenkierron vastus muuttuu. (Bjälje ym. 2002, 221.)

Veri virtaa suoniston läpi, kun sydämen supistuminen aiheuttaa verenkiertoon paineeroja. Veri virtaa sydäimestä ensin suuriin valtimoihin ja ne jakavat veren yhä pienempiin haaroihin. Pienimmät valtimot eli arteriolit haarautuvat lukemattomiksi hyvin kapeiksi hiussuoniksi. Näiden hiussuonien läpi ravintoaineet, kaasut ja kuona-aineet siirtyvät verestä

soluihin ja päinvastoin. Soluvälineste toimii näiden kahden välissä väliasemana ja vaihto tapahtuu pääasiassa diffuusion välityksellä. (Bjälle ym. 2002, 220-221.)

Ihmisen verenkiertoelimistössä on noin 5 litraa verta, ja tämän saman määrän keskikokoisen aikuisen sydämen kumpikin puolisko pumpppaa levossa noin minuutin aikana. Keuhkot, ruoansulatuselimet, maksa, munuaiset ja iho saavat yleensä suuremman osan minuuttitilavuudesta, kuin mitä niiden metabolia edellyttäisi. Keuhkojen läpi kulkee elimistön koko verimäärää vastaava määrä minuutissa. Ruoansulatuselimiin ja maksaan ohjautuu levossa 25 % koko elimistön verimäärästä. Ravintoaineiden siirtyminen suolistosta vereen on siis koko ajan tehokasta, ja ravintoaineiden varastoituminen maksaan tai vapautuminen sieltä säätelee niiden pitoisuutta veressä. Ruokailun jälkeen veren virtaus ruoansulatuskanavaan lisääntyy. Munuaisten läpi kulkee noin 20 % veren määrästä minuutissa ja samalla munuaiset korjaavat aineiden pitoisuuksia ja poistavat kuona-aineet sekä ylimääräisen veden. Ihoon tuleva verimäärä riippuu monista asioista. Sen avulla säädellään ihon kautta tapahtuvaa lämmönhukkaa ja tämän vuoksi ruumiinlämpö pysyy melko vakaana. (Bjälle ym. 2002, 221.)

4.1 Sydän

Sydän on ontto lihas ja se painaa noin 300-500 grammaa. Se sijaitsee ihmisen vasemmalla puolella, mutta noin kolmasosa siitä on kuitenkin keskiviivan oikealla puolella. Sen edessä on rintalasta, sivuilla keuhkot ja alapuolella pallea. Sydän on muodoltaan keilaomainen ja sen terävähkö kärki osoittaa alas vasemmalle ja tyviosa, johon suuret verisuonet liittyvät on ylhäällä. (Bjälle ym. 2002, 223; Nienstedt ym. 1997, 186-187.)

Sydämessä on vahva väliseinä, joka erottaa oikean ja vasemman puoliskon toisistaan ja ne ovat käytännössä erilliset pumpput, joiden kautta veri virtaa erillisiin verenkiertoihin. Sydämen vasemmasta puoliskosta veri pumpataan vasemmasta kammioista aorttaan ja siitä edelleen systeemiseen verenkiertoon, eli koko elimistön isoon verenkiertoon. Systeemisestä verenkierrosta veri palaa laskimoa pitkin sydämen oikeaan eteiseen ja siitä se siirtyy oikean kammion pumpppaamana pieneen verenkiertoon, eli keuhkovaltimorunkoa pitkin keuhkoihin. Keuhkoissa veri hapettuu, eli se saa hengitysilmaasta happea ja luovuttaa siihen hiilidioksidia. Sen jälkeen veri palaa keuhkolaskimoita pitkin sydämen vasempaan eteiseen ja siitä edelleen vasempaan kammioon jatkaakseen uudelleen systeemiseen verenkiertoon. (Bjälle ym. 2002, 220; Nienstedt ym. 1997, 185-186.)

Sydämen kautta menevä virtaus on yksisuuntainen ja veren virtaaminen takaisin on estetty neljän läpän avulla. (Rieger, Nacelrio, Jimenez & Moody 2016, 51). Eteis-kammio­läpät sijaitsevat eteisten ja kammioiden välissä ja niitä on yhteensä kaksi. Toiset kaksi läpää ovat kammio-­valtimoläpät ja ne sijaitsevat kammioista lähtevien suurten verisuonien, aortan ja keuhkovaltimorungon tyvessä. (Nienstedt ym. 1997, 191.) Läpät estävät takaisin virtauksen, sillä ne avautuvat ja sulkeutuvat sen mukaan kummalla puolella paine on suurempi. Eteisten paineen ollessa suurempi eteis-kammio­läpät avautuvat ja veri pääsee virtaamaan kammioihin. Kun kammiot supistuvat, niiden paine nousee suuremmaksi ja eteis-kammio­läpät sulkeutuvat. Kammio-­valtimoläpät avautuvat, kun kammioiden paine ylittää valtimoissa vallitsevan paineen ja veri pääsee virtaamaan valtimoihin. Eteisten ja niihin laskevien laskimoiden välillä ei ole läppiä, vaan eteis­paine on aina alhainen. (Bjälje ym. 2002, 225.)

Sydämen toiminta toistuu säännöllisenä, eli puhutaan syklistä, joka muodostuu yhdestä toimintakierrosta. Sydämen sykliin kuuluvat supistumisvaihe eli systole, sekä veltostumisvaihe eli diastole. Nämä kuvastavat sydämen pumppaustoimintaa sekä sydämen eri osissa vallitsevaa painetta. (Bjälje ym, 2002, 230-231.)

Sydänlihas muodostuu poikkijuovaisista lihassoluista. Sydänlihassolut ovat haaroittuneita ja muutaman sadan mikrometrin mittaisia. Solut ovat kiinnittyneet päistään toisiinsa ja ne muodostuvat kaksi yhtenäistä verkostoa. Nämä ovat eteissolujen verkosto sekä kammiosolujen verkosto. Sydämen oikeassa eteisessä sijaitsee sinussolmuke, jossa syntynyt aktiopotentiali leviää sydämeen ja laukaisee sydänlihaksen supistuksen. Sinussolmuke on pieni solukertymä ja se toimii sydämen tahdistimena. Sinussolmukkeen lisäksi impulsinjohtojärjestelmään kuuluu eteisradat, eteis-kammiosolmuke sekä eteis-kammio­kimppu ja tämän haarat. Sinussolmuke siis käynnistää sydämen supistumisen, sillä se ehtii ennen muita osia käynnistää toimintakierron uudelleen. (Bjälje ym. 2002, 226-227; Nienstedt ym. 1997, 192.)

4.1.1 Syke

Ihmisellä on sinusrytmi, joka kuvastaa sydämen supistumisnopeutta. Sydän muodostaa aktiopotentialin tasaisin väliajoin ja siksi sydän sykkii säännöllisesti. Sydämen lyöntitiheydellä eli sykkeellä tarkoitetaan lyöntikertojen määrää minuutissa. Aikuisen lyöntitiheys eli syketiheys on lepotilassa yleensä noin 60-80 kertaa minuutissa. (Bjälje ym. 2002, 228; Nienstedt ym. 1997, 195.)

Sinussolmuke tuottaa impulsseja noin 100 kertaa minuutissa. Hermoston ja hormonien toiminnan vaikutuksesta todellinen lyöntitiheys voi kuitenkin olla paljon nopeampi tai hitaampi. Autonomisen hermoston vaikutus lyöntitiheyteen on tärkeä. Sydämeen tulevien sympaattisten hermosyiden ärsytys sekä lisääntynyt adrenaliinin ja noradrenaliinin vapautuminen lisämunuaisytimestä aiheuttavat sydämen sykkeen nopeutumista. Parasympaattisen stimulaation voimistuminen taas hidastaa syketiheyttä. Sydämen lyöntitiheys siis on riippuvainen parasympaattisen hermoston jarruttavan vaikutuksen ja sympaattisen hermoston kiihdyttävän vaikutuksen välisestä suhteesta. Levossa parasympaattisen hermoston vaikutus on hallitsevampi kuin sympaattisen hermoston, joten levossa sydämen syketiheys eli leposyke on paljon alle 100 lyöntiä minuutissa. (Bjälle ym. 2002, 233-234.)

Lasten sydän on pienempi kuin aikuisen sydän. Tämän vuoksi myös iskuilavuudet ovat pienemmät ja lapsen sydän kompensoi pienempää iskuilavuutta korkeammalla sykkeellä. Myös pienempi veren kokonaistilavuus, joka on yhteydessä kehon massaan, vaikuttaa iskuilavuuteen. Veren kokonaistilavuus on 10-vuotiaana noin 2 litraa, murrosiässä noin 4 litraa ja aikuisena 5-6 litraa. Leposyke on 10 vuoden iässä noin 70 lyöntiä minuutissa ja asettuu murrosiän jälkeen noin 60 lyöntiin minuutissa. (Mero ym. 2016, 66.) Aerobinen suorituskyky kehittyy kasvun mukaisesti saavuttaen pojilla luontaisen maksimin noin 16 vuoden iässä ja tytöillä 13 vuoden iässä. (Hämäläinen, Danskanen, Hakkarainen, Lintunen, Forsblom, Pulkkinen, Jaakkola, Pasanen, Kalaja, Arajärvi, Lehtoviita & Riski 2015, 76.)

4.1.2 Sydän rasituksessa

Ruumiillisen rasituksen ja kuormituksen aikana sydämen minuuttitilavuus suurenee ja se kasvaa suorassa suhteessa kuormituksen lisääntyessä. Sydämen minuuttitilavuuden kasvuun vaikuttaa sekä syketiheyden, mutta myös iskuilavuuden suureneminen. Lepotilassa tavallisen ja terveen ihmisen sydän pumppaa verta noin 5 litraa minuutissa ja suurin osa tästä ohjataan suoraan sisäelimille. Kuormituksessa minuuttitilavuus voi nousta noin 25 litraan ja kuormituksessa suurin osa verenkierrosta ohjataan työskenteleville lihaksille. (Nienstedt ym. 1997, 196-197; Mero ym. 2016, 124-125.)

Sykkeeseen nousu on lineaarista suhteessa kuormitusintensiteettiin. Nousu kuitenkin taittuu loivemmaksi, kun lähestytään maksimisykettä. Maksimisykkeellä tarkoitetaan sitä luke-

maa, mitä tiheämmin sydän ei pysty enää supistumaan. Maksimisyke on hyvin yksilöllinen ja yleensä se on välillä 190-210 kertaa minuutissa ja pienenee usein iän mukana. (Nienstedt ym. 1997, 196-197; Mero ym. 2016, 124-125.)

Pitkäaikainen kestävyysharjoittelu voi laskea leposykintää jopa 35 kertaan minuutissa. Tällaisella henkilöllä kuormituksessa sydämen sykintä tihenee alussa hitaasti ja iskutilavuus kasvaa. Harjoittelemattomalla henkilöllä taas kuormituksen alusta asti sydän reagoi sykintää tihentämällä ja iskutilavuus nousee suhteellisen vähän. Harjoittelematon henkilö siis saavuttaa oman maksimisykkeensä verraten nopeammin. Harjoitellulla henkilöllä taas on enemmän varaa lisätä rasitusta, sillä hän saavuttaa maksimisykkeensä hitaammin. (Nienstedt ym. 1997, 196-197; Mero ym. 2016, 124-125.)

Sekä äkillinen että jatkuva liikunta tai rasitus vaikuttaa sydämen ja keuhkojen toimintaan. Liikunnan aikana tapahtuu mukautumista ja verenkierron uudelleen jakautumista toimitoilta tai vähemmän aktiivisilta alueilta aktiivisiin lihaksiin. Lihasten verenkierto levossa on noin 0,75 litraa minuutissa ja raskaan liikunnan aikana lihaksen verenkierto voi olla noin 20 litraa minuutissa, ollen tuolloin jopa 70-85 % ihmisen verenkierrosta minuutissa. (Rieger ym. 2016, 54-55.)

4.3 Hengityselimistö

Hengityselimistöön kuuluvat nenäontelo, suuontelo, nielu, kurkunpää, henkitorvi ja keuhkoputket. Ne jaetaan vielä kahteen osaan, eli ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo ja nielu. Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi ja keuhkoputket. (Bjälje ym. 2002, 300-303.)

Keuhkokudoksesta suurin osa on keuhkorakkuloita, joita ympäröi hiussuoniverkosto. Hiussuoniverkoston tulee verta sydämen oikeasta puoliskosta kammion pumppaamana keuhkovaltimoita pitkin, joita on kaksi ja jotka menevät omaan keuhkoonsa. Näiden keuhkovaltimoiden haarat myötäilevät keuhkoputkissa olevia haaroja ja ne päättyvät hiussuoniverkostoksi keuhkorakkuloiden ympärillä. Tämä hiussuoniverkosto on tärkeä kaasujenvaihdossa, sillä veren ja ilman välinen kaasujenvaihto tapahtuu siellä. Hiussuoniverkostossa veri ottaa happea keuhkorakkulan sisällä olevasta ilmasta ja luovuttaa siihen samalla hiilidioksidia. Veri on hiussuoniverkoston tullessaan hiilidioksidipitoista ja sieltä poistuessaan se sisältää runsaasti happea. Hapettuneena veri palaa keuhkolaskimoita pitkin sydämen vasempaan puoliskoon jatkaakseen sieltä valtimoita pitkin systeemiseen verenkiertoon eli elimistöön. (Bjälje ym. 2002, 300.)

Ihminen hengittää noin 12-13 kertaa minuutissa ja hengitystiheys korreloi rasituksen kanssa. Maksimirasituksessa hengitystiheys kasvaa vähintään 2-3 kertaiseksi, eli noin 35 kertaan minuutissa. Hengitystiheyden kasvua voi tapahtua hyväkuntoisilla kuitenkin enemmän, jopa 6-kertaisesti, jolloin hengitystiheys voi olla 60 kertaa minuutissa. Harjoitelleen ja harjoittelemattoman ventilaatioissa, eli keuhkotuuletuksessa voikin olla suuri ero. Esimerkiksi harjoitelleen nuoren miehen ventilaatio voi olla 200 litraa minuutissa ja harjoittelemattoman 120 litraa minuutissa. (Vuori, Taimela & Kujala 2016, 335.)

Hapettuneena veri siis jatkaa kehon eri osiin kudosten käytettäväksi. Hapenottokyvyllä tarkoitetaan sitä, että kuinka hyvin hengitys- ja verenkiertoelimistö pystyy kuljettamaan happea ja sitä, kuinka hyvin lihakset pystyvät käyttämään sitä energiantuotantoon. Maksimaalinen hapenottokyky tarkoittaa sitä, kuinka hyvin se onnistuu elimistön kovan kuormituksen aikana. (Rieger ym. 2016, 68.)

4.3.1 Hengityselimistö rasituksessa

Keuhkotuuletuksella eli ventilaatiolla tarkoitetaan ulkoilman ja hengityselinten välistä ilmanvaihtoa. Aikuisen henkilön hengitystiheys levossa on noin 12-14 kertaa minuutissa. Yhdellä hengenvedolla ilmaa vedetään sisään noin puoli litraa, joten hengityksen minuuttitilavuus levossa on noin 6-7 litraa. Kehon lihastyö eli rasitus suurentaa hengitystiheyttä ja hengityksen minuuttitilavuutta. (Nienstedt ym. 1997, 280.)

Ilman ja veren välinen kaasujen vaihto keuhkorakkuloissa perustuu siihen, että kaasut pyrkivät siirtymään suuremmasta osapaineesta pienempään. Happi siis siirtyy keuhkojen alveoleista vereen, sillä sen osapaine alveoli-ilmassa on suurempi kuin veressä. Verisolut viipyvät kapillaarissa vain hetken, mutta ehtii siinä ajassa hapettua täydellisesti sekä levossa että rasituksen aikana. Lihasarasituksen aikana veri virtaa kuitenkin tavallista nopeammin. Lisäksi rasituksen aikana tulee käyttöön uusia keuhkoalueita, kapillaareja ja alveoleja. (Nienstedt ym. 1997, 278-280.)

Fyysinen rasitus lisää lihasten energiantarvetta ja uusia lihassoluja rekrytoidaan vastaamaan suurentuneeseen fyysiseen rasitukseen. Samalla myös kudskapillaarit laajenevat sekä verenkierto vilkastuu. Tällöin sydämen syke ja iskuilavuus kasvavat ja keuhkoverenkierto myös vilkastuu sekä hengityssyvyys ja hengitystaajuus kasvavat. Lihasten lisääntynyt energiankulutus siis voidaan havaita hapenkulutuksen sekä hiilidioksidintuoton nousuna. (Suni & Taulaniemi 2012, 213.)

Hengitysilmastä mitattua hapenkulutuksen suurinta arvoa eli rasituksen aikaista maksimaalista hapenottoäkyä käytetään usein kuvastamaan hengitys- ja verenkiertoelimistön suoritusäkyä. (Nienstedt ym. 1997, 283.) Maksimaalinen hapenkulutus kuvastaa henkilön aerobisten energiantuottomekanismien tehokkuutta. Kehon painokiloa kohden ilmaistuna, sen katsotaan olevan paras sydämen ja verenkiertoelimistön suoritusäyvyn mittari. (Suni & Taulaniemi 2012, 219.)

Maksimaalinen hapenottoäky kehittyy sekä tytöillä että pojilla muun kasvun ja kehityksen mukaisesti. Pojilla kehitys jatkuu aina 16-vuotiaaksi asti. Tytöillä kehitys saavuttaa luonnollaisen maksimin jo noin 13-vuotiaana. (Hämäläinen ym. 2015, 76.)

5. LIIKUNNAN KUORMITTAVUUS

Liikunta voi aiheuttaa muutoksia elinten ja elinjärjestelmien toiminnoissa. Liikuntasuorituksen aikana elimistö on eräänlainen järjestelmä. Tässä järjestelmässä eri osilla on eri tehtävät, mutta ne kytkeytyvät toisiinsa ja myöskin vaikuttavat toisiin osiin. Liikesuoritukseen tarvitaan hermoston ja tuki- ja liikuntaelimistön kineettisen ketjun muodostama toiminta. Kun liikuntasuoritus jatkuu pidempään, hapenkuljetusjärjestelmän toiminta kiihtyy, sillä lihakset tarvitsevat toimiakseen energiaa. (Vuori ym. 2016, 23.)

Liikunta vaikuttaa niihin elimiin, jotka kuormittavat liikunnan aikana, kuten luut, nivelet, lihakset, jänteet, keuhkot, sydän ja verisuonisto. Lisäksi liikunta vaikuttaa niihin elimiin sekä kudoksiin, jotka vastaavat energiantuotosta, säätelystä ja huollosta. Liikunta vaikuttaa elimistöön suorasti ja ohimenevästi, mutta mikäli suoritus toistuu säännöllisesti, tapahtuu oppimista. (Vuori ym. 2016, 30-31.)

Kaikki toiminnot elimistössä tarvitsevat kemiallista energiaa. Sitä saadaan ravinnosta. Ihmisen elimistö ei pysty käyttämään energiaa kuitenkaan suoraan ruoasta, vaan hiilihydraatteihin, rasvoihin ja proteiineihin sidoksiin sitoutunut kemiallinen energia pitää siirtää adenosiinitrifosfaattiin, jota solut pystyvät hyödyntämään. Siirto tapahtuu entsyymien säätelmissä reaktioissa. Adenosiinitrifosfaatin eli ATP:n tuottamiseen lihasten energia-ainevaihdunnassa on eri tapoja, aerobiset ja anaerobiset tavat. Anaerobisesti tuotettuna ATP:a voidaan tuottaa lihasten fosfokreatiini – tai hiilihydraattivarastoista glykolyysin avulla. Aerobisesti tuotettuna ATP:a tuotetaan energiaa hiilihydraateista, rasvoista sekä proteiineista hengitysilman hapen avulla. (Mero ym. 2016, 128.)

Energiantuottonopeus määrittelee, millä tavoin energiaa tuotetaan. Levossa energiaa tuotetaan rasvojen aerobisella hapettamisella. Matalatehoisen liikunnan aikana lihasten energiantarve kasvaa ja tällöin energiaa tuotetaan rasvan lisäksi myös hiilihydraattien avulla aerobisesti. Kun suorituksen kuormittavuus nousee, myös hiilihydraattien osuus nousee hallitsevaksi energiantuotossa, sillä hiilihydraateista saadaan tuotettua energiaa nopeammin kuin rasvoista. Lihasten energiantarpeen noustessa noin 10-14 kertaiseksi lepotilaan verrattuna, tulee anaerobinen energiantuottotapa hallitsevaksi, jotta lihakset saavat energiaa käyttöön tarpeeksi nopeasti. (Mero ym. 2016, 129.)

5.1 Liikunnan kuormittavuuden mittaaminen

Kuntotestausta tehdään silloin, kun halutaan tietää henkilön kunto ja silloin mitataan elimistön kykyä tehdä työtä lihasvoimaa ja mekaanista tehoa tuottamalla. Kuntotestauksessa siis arvioidaan henkilöä yksittäisten lihasten tai liharyhmien sekä energiankulutuksen pohjalta. Mitattavia fyysisen suorituskyvyn osatekijöitä on energian tuottaminen, joka jaetaan aerobiseen sekä anaerobiseen prosessiin. Toisena fyysisen suorituskyvyn osatekijänä on hermo-lihasjärjestelmän toiminta, joka jaetaan voimantuottoon ja suoritustekniikkaan. Kolmantena on psyykkiset tekijät, johon sisältyy motivaatio ja taktiikka. Voimantuoton, työtehon, työmäärän sekä energiankulutuksen mittaamisessa on varmistettava, että valittu testimenetelmä mittaa juuri tätä ominaisuutta. (Vuori ym. 2016, 102-103.)

Yleisimmin kuntotestauksessa mitattu fyysisen kunnan perusominaisuus on kestävyys, joka tarkoittaa elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisen suorituksen aikana. Siihen vaikuttaa hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky, lihasten aineenvaihdunta sekä hermo-lihasjärjestelmän toiminta. Kestävyysharjoittelun avulla voidaan parantaa sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintaa, että lihasten aerobista aineenvaihduntaa. Kestävyysominaisuuksien yleisin määrittystapa on maksimaalisen hapenottokyvyn mittaaminen. Pitkäaikaisen tai submaksimaalisen kestävyuden mittaamisessa käytetään useimmiten sydämen sykkeeseen, hengityskaasuihin tai veren laktaattipitoisuuksiin perustuvia mittauksia. Näiden arvojen avulla voidaan selvittää myös henkilön aerobinen sekä anaerobinen kynnys. (Vuori ym. 2016, 110-111.)

Maksimaalinen hapenkulutus tarkoittaa suurinta tehoa, jolla elimistö tuottaa aerobista energiaa noin kymmenen minuutin ajan. Hapenkulutus voidaan määrittää, kun mitataan henkilön sisään ja ulos hengitetyn ilman happi- ja hiilidioksidipitoisuuksien erotus ja hengitetty ilmamäärä. Maksimaalinen hapenkulutus saadaan mitattua, kun lisätään asteittain aerobisen energiantuotannon vaatimusta liikunnassa, tutkittavan uupumukseen asti. Kuormitusta nostetaan asteittain ja jokaisen kuorman noston kohdalla mitataan verestä laktaattipitoisuus. Tällöin saadaan myös mitattua kynnystehot. (Vuori ym. 2016, 111-112.)

Maksimaalista hapenkulutusta (VO_{2max}) voidaan mitata automaattisilla hengityskaasuanalysaattoreilla, jotka ovat tarkkoja. Tämä vaatii kuitenkin kalliit laitteet, laboratorioolosuhteet sekä koulutetun henkilökunnan. Submaksimaaliseen kuormittamiseen perustuvat testit taas ovat kustannuksiltaan kohtuullisempia ja moneen tarkoitukseen riittävän luotettavia sekä toistettavissa olevia. Niissä usein käytetään kuormitusmuotona polkupyöräergometria tai juoksumattoa. Epäsuorissa testeissä käytetään kuormitusportaita, aina 80%:n tasolle maksimaalisesta aerobisesta tehosta. Kuormituksen aikana mitatuista

syke- ja kuormapareista muodostuu regressiosuora, jonka arvioitu päättyminen muodostetaan iän mukaan arvioituun maksimisykkeeseen. Polkemisteho, joka vastaa henkilön maksimisykettä muunnetaan hapenkulutukseksi, josta muodostuu tutkittavan henkilön arvioitu maksimaalinen aerobinen teho. (Vuori ym. 2016, 111-112.)

Aerobista suorituskykyä voidaan arvioida myös matemaattisilla ennusteyhtälöillä. Nämä on arvioitu sekä kehitetty tietyn ihmisjoukon VO₂max mittausten tai arvioiden pohjalta. Näitä voidaan käyttää muun muassa sen tason arvioimiseen, missä henkilön VO₂max arvo todennäköisesti on. Uusin tekniikka ja analytiikka myös arvioi maksimaalista hapenottoa. (Vuori ym. 2016, 113.) Firstbeat mittarilla voi muun muassa suorittaa maksimaalisen tai submaksimaalisen kuntotestin. (Firstbeat Sports Käyttöopas.)

Liikuntasuorituksen kuormittavuutta voidaan mitata ja ilmaista suhteessa henkilön maksimikapasiteettiin, eli mitataan energiankulutus prosentteina henkilön maksimaalisesta hapenkulutuskvyydestä, %VO₂max. Kasvavan hapenkulutuksen ja kohonneen sykkeen välillä on kuitenkin lähes lineaarinen riippuvuussuhde, joten näitä kumpaakin muuttujaa on käytetty mitattaessa ja arvioitaessa liikunnan kuormittavuutta. (Sandström & Ahonen 2011, 74.)

Sydämen sykettä käytetään sekä liikunnan annostelussa, mutta myös erilaisten kuormituskokeiden vastemuuttujana. (Suni & Taulaniemi 2012, 220). Sydämen sykettä pidetäänkin yleisesti käyttökelpoisena muuttujana arvioitaessa maksimaalista aerobista tehoa epäsuorilla menetelmillä. Sykkeen ja hapenkulutuksen välinen yhteys on lineaarinen sykealueilla 120-170. Kevyessä rasituksessa sykkeen vaihtelu voi olla noin 8 % eli 8 lyöntiä minuutissa. Syketason kasvaessa 165 lyöntiin minuutissa vaihtelu vähenee noin 2%:iin. Kevyessä rasituksessa monet asiat vaikuttavat sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välityksellä sykkeeseen. Korkeammilla kuormitustasoilla taas syketaajuuden muutoksia ohjaa sympaattinen hermosto ja siksi tulosten luotettavuus onkin parempi, mikäli testissä kuormitustasot ulotetaan sympaattisen säätelyn alueelle, eli noin 65 %:n tasolle maksimisykkeestä. (Vuori ym. 2016, 112.)

Liikuntaa sekä fyysistä aktiivisuutta voidaan arvioida kahdella tavalla. Subjektivisin menetelmin, eli omaan arvioon perustuen. Subjektivisissa menetelmissä on olemassa takevat menetelmät, jotka perustuvat kyselyyn tai haastatteluun sekä etenevät menetelmät, kuten päiväkirja. Toinen arviointitapa on objektiiviset menetelmät, jotka perustuvat laitteilla tehtyihin mittauksiin. Objektiivisissa menetelmissä henkilön oma arviointi, asenne tai arvot eivät yleensä vaikuta lopputulokseen. (Vuori ym. 2016, 78.)

Omaan arviointiin perustuvat arviointimenetelmät ovat yleisempiä sekä käytännön liikunnanohjauksessa, kuin tieteellisissä tutkimuksissakin. Yleensä omaan arviointiin perustuva menetelmä on kustannuksiltaan vähäinen ja tiedonkeruu on joustavaa. Yleensä arvioinnilla pyritään saamaan tieto liikuntaan käytetystä ajasta, kuormittavuudesta, liikunnan tyyppistä ja toteuttamistavasta. Objektiiiset arviointimenetelmät suoritetaan siis yleensä laitteella, kuten askelmittarilla, sykemittarilla, akselerometrilla, epäsuoralla kalorimetrialla tai kaskoismarkityllä vedellä. (Vuori ym. 2016, 78-89.)

TRIMP tulee sanoista training impulse ja sen avulla voidaan mitata harjoituksen kokonaiskuormitusta. Sen avulla voidaan arvioida harjoituksen kokonaiskuormitusta eri henkilöiden kohdalla. Esimerkiksi joukkueurheilussa, vaikka kaikki tekevät saman harjoituksen, voi sen kuormittavuus olla eri henkilöiden kohdalla erilainen riippuen yksilöllisistä tekijöistä. TRIMP arvoa seuraamalla voidaan siis arvioida harjoittelun lopputulosta annosvastesuhteen avulla. (Training Impulse.)

EPOC eli Excess Post-Exercise Oxygen consumption mittaa harjoituksen jälkeistä ylimääräistä hapenkulutusta, eli elimistön palautumisen tarvetta rasituksesta. Myös sen avulla voidaan mitata, kuinka kovan fyysisen rasituksen harjoitellut henkilö on tehnyt. EPOC on fysiologinen mitta, joka yleensä mitataan hengityskaasuista harjoituksen loputtua, mutta Firstbeat mittarin avulla EPOC voidaan ennustaa myös harjoituksen aikaisista sykkeistä. (Firstbeat.)

5.2 Sykemittaus

Sydän alkaa sykkiä voimakkaammin, kun hapenkulutus ja energiankulutus kasvavat. Sykkeen sekä hapenkulutuksen yhteyttä voidaan hyödyntää energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa. Syketietoja voi kerätä koko vuorokauden ajalta, jolloin saadaan tietoa henkilön aktiivisuudesta koko päivän aikana. Vaihtoehtoisesti sykettä voidaan mitata vain liikunnan aikana. Sykkeen käyttö liikunnan sekä fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa on luotettavinta silloin, kun henkilö liikkuu kohtalaisella tai rasittavalla tasolla, sillä kevyellä tasolla liikuttaessa muut asiat voivat vaikuttaa sykkeeseen. Virheitä voi myös aiheutua siitä, että maksimaalinen syke ja syketaso samalla kuormituksella vaihtelee varsin laajasti. (Vuori ym. 2016, 88.)

Sykkeeseen mittaamiseen voi käyttää sykemittaria tai EKG-laitteita. Sykemittarit ovat yleisiä mittauksessa sekä myös testikäytössä niiden helppouden takia. (Keskinen ym. 2010, 60.)

Sydämen syke on tunnustettu käyttökelpoiseksi muuttujaksi maksimaalisen aerobisen tehon mittaamenetelmäksi. Sykkeen suurempi vaihtelu pienillä kuormitustasoilla selittyy nestetasapainon, erilaisten ympäristötekijöiden sekä jännityksen vaikutuksesta parasymptaattisen hermoston kautta. Parasymptaattisen hermoston vaikutus syketaajuuteen katoaa noin 65 % maksimisykkeestä tehtävällä kuormituksella sekä noin 50 % maksimaalisesta hapenottokyvystä kohdalla. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2010. 78.)

länmukainen maksimisyke voidaan laskea erilaisin kaavoin. Tällaiset iänmukaiset maksimisykkeet toimivat parhaiten väestötasolla, mutta yksittäisen henkilön kohdalla ne voivat osoittautua epäluotettaviksi. Mikäli tiedossa on henkilön mitattu maksimisyke esimerkiksi sykemittarilla tai EKG- monitorilla tulisi niitä käyttää maksimaalisen hapenkulutuksen laskemiseen sekä sykkeen seurannan apuna. län perusteella laskettuun maksimisykkeeseen ja syketasoihin tulisikin suhtautua varauksella. (Keskinen ym. 2010, 78-79.)

5.3 Firstbeat

Firstbeat Technologies on perustettu vuonna 2002 ja sen kehittämien tuotteiden taustalla on yli 20 vuoden tutkimustyö hermoston toiminnasta ja liikuntafysiologian, psykofysiologian sekä psykologian aloilta. Firstbeat yritys on syntynyt Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksessa ja Jyväskylän Yliopistossa tehtyjen tutkimusten perusteella. Firstbeat mittareiden toiminnan taustalla onkin fysiologinen mittaustieto elimistön toiminnasta. Tietokannat, joita tuotekehitykseen käytetään sisältävät tuhansia laboratoriotuloksia muun muassa hengityksestä, energiankulutuksesta sekä maksimaalisesta hapenottokyvystä. Ensimmäinen versio hyvinvointianalyysin sovelluksesta tuli vuonna 2004. (Firstbeat.)

Firstbeat Bodyguard 2 syketalennin on Firstbeatin kehittämä monipuolinen mittaustilaite. Bodyguard 2 kiinnitetään ihoon kahdella elektrodilla, jolloin se käynnistyy automaattisesti. Syketietojen purkaminen ja tallentaminen tapahtuvat tietokoneeseen USB portin kautta ja raporttien tekemiseen tarvitaan ohjelmisto. Firstbeat bodyguard 2 mittarilla voi tehdä hyvinvointianalyysin, joka mittaa hyvin kuormitusta ja palautumista. Tällöin mittaria pidetään useamman vuorokauden ajan, jolloin hyvinvointianalyysi kertoo, kuinka keho reagoi eri tilanteissa, mitä kuormittavia ja tekijöitä on ja kuinka liikunta vaikuttaa. (Firstbeat.)

Firstbeatin kehittämät menetelmät ovat olleet käytössä alusta asti myös huippu-urheilussa. Firstbeat Sports on julkaistu vuonna 2006 ja se on tarkoitettu sekä yksilö-, että ryhmävalmennukseen ja harjoittelun seurantaan. Firstbeat Sports analyysija varten tarvitaan Firstbeat Bodyguard 2 mittari sekä Firstbeat ohjelmisto. (Firstbeat.)

Firstbeat Sports ohjelmaan luodaan henkilöprofiili, joka on välttämätön mittausjaksojen tallentamiseen ja analysointiin. Henkilöprofiiliin tulee henkilön taustatiedot, joihin mittausjakson analysointi perustuu. Näitä taustatiedoista välttämättömiä ovat syntymäaika, sukupuoli, pituus, paino ja aktiivisuusluokka. Mikäli henkilöllä on tiedossa oma lepo- ja maksimisykkeensä, kestävyysliikunnan tehoalueet ja MET (Metabolic Equivalent) ne voi laittaa myös taustatietoihin. Jos niitä ei aseta, niin ohjelmisto laskee ne viitearvojen perusteella. (Firstbeat Sports Käyttöopas.)

Ohjelmiston päänäkyvässä on nähtävillä kuvaajia mittausjaksosta ja siinä voi tarkastella eri muuttujia graafisessa muodossa. Näitä valittavia muuttujia ovat:

- *Syke*
- *EPOC + TE*
- *%VO2max*
- *Matka*
- *Hengitystiheys*
- *Korkeus*
- *Nopeus*
- *Energiankulutus*
- *Kadenssi*
- *Harjoitusalueet*

Päänäkymän lisäksi ohjelmistossa voi tarkastella yleiskaaviota, harjoituskuorman seuranta ja palautumisen seuranta. Yleiskaaviossa on nähtävillä kehon fysiologiset reaktiot harjoituksen ajalta. Näitä reaktioita on fyysinen aktiivisuus, liikunta, palautuminen ja stressireaktiot. Lisäksi niistä on nähtävillä, kuinka kauan ajallisesti mitään reaktiota on harjoituksen aikana ollut. Harjoituskuorman seurannassa voidaan tarkastella harjoituksen kuormittavuutta TRIMP ja EPOC muuttujien avulla. Palautumisseuranta näyttää palautumistestien tiedot. (Firstbeat Sports Käyttöopas.)

5.4 Testattavan subjektiivinen kuormittuneisuus

Testattavan subjektiivisen kuormittuneisuuden mittari korreloi sydämen syketiheyden sekä kuorman kanssa. Testattavan subjektiivinen kuormittuneisuus, eli rating of perceived exertion lyhennetään RPE. Yleisimmin RPE:n mittaamisessa on käytössä Borgin asteikko. Borgin asteikko voi olla joko asteikolla 6-20 tai 0-10, kuten kuvassa 1 näkyy. (Keskinen ym. 2007, 38.)

RPE-asteikko perustuu testattavan oman kuormittuneisuuden arviointiin liikunnan aikana. Kuormittuneisuutta arvioidaan asteikolla, joka tulee selvittää testattavalle ennen suoritusta. Alin kuormittuneisuuden luku kuvaa sitä tilannetta, kun testattava ei tee mitään. Korkein kuormittuneisuuden aste taas kuvastaa sitä tilannetta, kun testattava ei pysty jatkamaan testiä enää. (Keskinen ym. 2007, 38; Suni & Taulaniemi. 2012, 252-253.)

Subjektiivisesta rasitustuntemuksesta saatava hyöty ja tieto tulee parhaiten esille silloin, jos testattavan todellinen maksimisyke eroaa huomattavasti iän mukaan arvioidusta maksimisykkeestä. Silloin tulee subjektiivista rasitustuntemusta arvioida suhteessa sykkeeseen. Jos testattava arvioi subjektiivisen rasitustuntemuksen matalaksi, vaikka tulosten mukaan ollaan jo lähellä maksimisykettä, voidaan olettaa testattavan henkilön maksimisykkeen olevan ikäistään korkeampi. (Sunni & Taulaniemi 2012, 236.)

6	
7	erittäin kevyt
8	
9	hyvin kevyt
10	
11	
12	
13	hieman rasittava
14	
15	rasittava
16	
17	hyvin rasittava
18	
19	erittäin rasittava
20	

Kuva1. Borgin asteikko (Keskinen ym, 2010, 39.)

5.5 Metabolic equivalent (MET)

Fyysisen aktiivisuuden sekä energiankulutuksen arviointi perustuu yleisimmin MET-lukujen käyttöön. MET-luvulla voidaan ilmaista liikunnan aikaisen energiankulutuksen suhdetta verrattuna perusaineenvaihduntaan, eli siihen, minkä verran energiaa keho käyttää levossa. Esimerkiksi MET 3 tarkoittaa siis sitä, että fyysisen suorituksen aikana kehon energiankulutus nousee kolminkertaiseksi perusaineenvaihduntaan nähden. (Vuori ym. 2016, 80.)

MET-luvulla eli toisin sanoen MET-kerrannaisina voidaan siis ilmaista fyysisen kuormituksen määrää erilaisissa rasituksissa. MET-luvun laskenta perustuu hapenkulutukseen, jolloin laskennassa täytyy huomioida liikkujan paino. Yksi MET tarkoittaa istuvan henkilön hapenkulutusta ja se on noin 3,5 ml /kg /min eli 1 kcal /kg /h. (Sandström & Ahonen 2011,74.)

kuormittavuus	esimerkki	MET	%HRmax	%VO2max
fyysinen passiivisuus	istuminen	1-2	alle 50	alle 36
kevyt	hidas kävely	2-3	50-63	36-51
kohtalainen	reipas kävely	3-6	64-76	52-67
raskas	hölkkä 8 km/h	6-10	77-93	68-87
erittäin raskas	juoksu 10 km/h	yli 11	94-100	yli88

Kuva 2. Liikuntasuoritus MET-kerrannaisina ilmaistuna. (Sandström & Ahonen 2011, 75.)

Fyysisen kuormituksen mittaukseen käytettävistä menetelmistä valitsin tutkimuksen toteuttamiseen sen, kuinka korkealle syke ja hapenkulutus nousee pelin aikana sekä testattavan subjektiivisen kuormittuneisuuden. Nämä valitsin sen takia, että tutkimuksessa haluttiin tietää, kuinka kuormittavia pelit ja tasot ovat. Testattavat pitivät tauon jokaisen pelin jälkeen ja harjoituskuormitus jäi siten mielestäni pienemmäksi kokonaisuutena. Testaukseen ei ollut myöskään käytettävissä laboratorio-olosuhteita, joten Firstbeat mitarin avulla saadaan tehtyä laajasti mittauksia ilman niitäkin. MET-kerrannaisia olen käyttänyt tulosten johtopäätöksissä selventämään pelien ja tasojen kuormitusta.

6. TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka fyysisesti kuormittavia digitaaliset liikuntapelit ovat. Opinnäytetyön toimeksiantaja kajaanilainen liikuntapeliyritys CSE Entertainment halusi saada selvillä, millaisilla sykkeillä iWall pelejä pelataan. Tiedon avulla he voisivat konkreettisemmin kertoa tuotteestaan, markkinoida tehokkaammin ja se olisi myös hyödyksi heille tuotekehityksessä. Opinnäytetyössäni on yksi tutkimusongelma ja sen lisäksi kolme alaongelmaa.

Tutkimusongelma

Kuinka fyysisesti kuormittavia iWall pelit ovat?

Miten korkealle syke nousee pelin aikana?

Miten korkealle hapenkulutus nousee pelin aikana?

Kuinka kuormittavaksi testattava arvioi pelin?

7. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

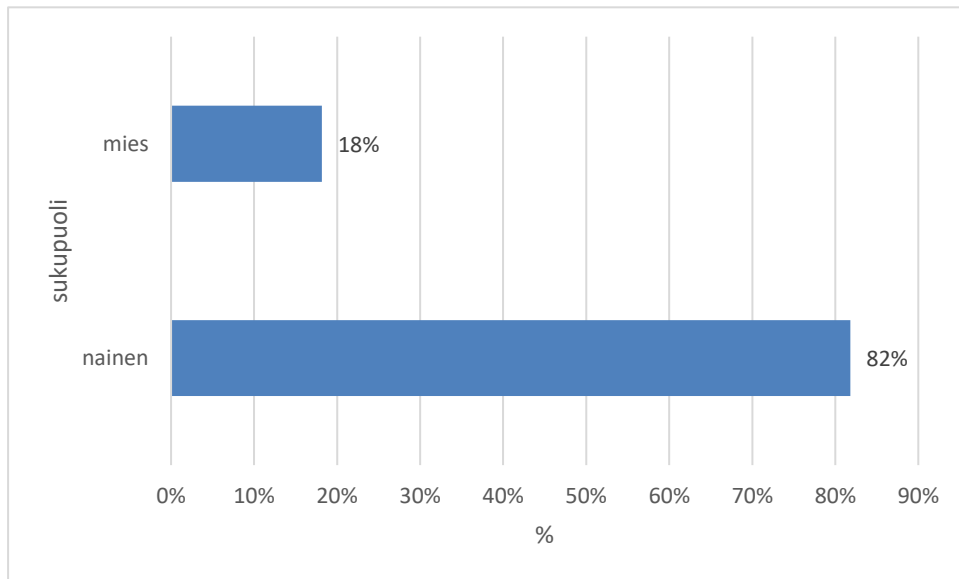
Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka fyysisesti kuormittavia iWall pelit ovat. Ongelmaan vastausta lähdin hakemaan alaongelmien kautta. Lähdin siis selvittämään, kuinka korkealle syke ja hapenkulutus nousee pelin aikana, sekä kuinka kuormittavaksi pelaaja arvioi pelin. Valitsin nämä kuormituksen mittareiksi, sillä koin, että saan niiden avulla kattavan selvityksen jokaisen pelin ja tason kuormittavuudesta.

Testaustavaksi valitsin Firstbeat mittareilla tapahtuvan sykkeen ja hapenkulutuksen mittaamisen pelaamisen aikana. Mittaukset ja tulokset perustuvat Firstbeat Sports ohjelmiston viitearvoihin, jotka määrittävät maksimaalisen sykkeen sekä maksimaalisen hapenkulutuksen laskennallisesti taustatiedoista.

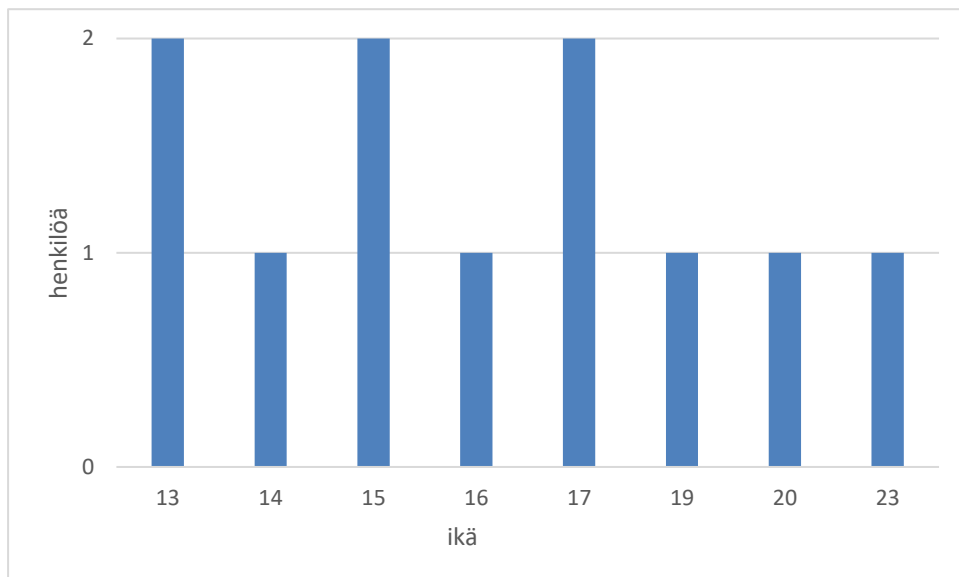
7.1 Kohdejoukko

Kohdejoukoksi valikoitui urheilijat. iWall pelejä on alettu markkinoimaan ja myymään laajalle asiakaskunnalle. Ne soveltuvat muun muassa sisäliikuntapuistoihin, kauppakeskuksiin ja kouluihin. Lisäksi niitä on myyty kuntokeskuksiin, joissa niitä pelaavat kuntokeskusten käyttäjät. Toimeksiantaja halusikin selvittää aktiivisesti liikkuvien henkilöiden sykkeet iWall peliä pelatessa. Kohdejoukoksi valikoitui urheilijat sillä perusteella, että he harrastavat aktiivisesti ja säännöllisesti liikuntaa ja pystyvät suorittamaan kaikki pelit. Kohdejoukko koostui jalkapalloilijoista sekä jääkiekkoilijoista.

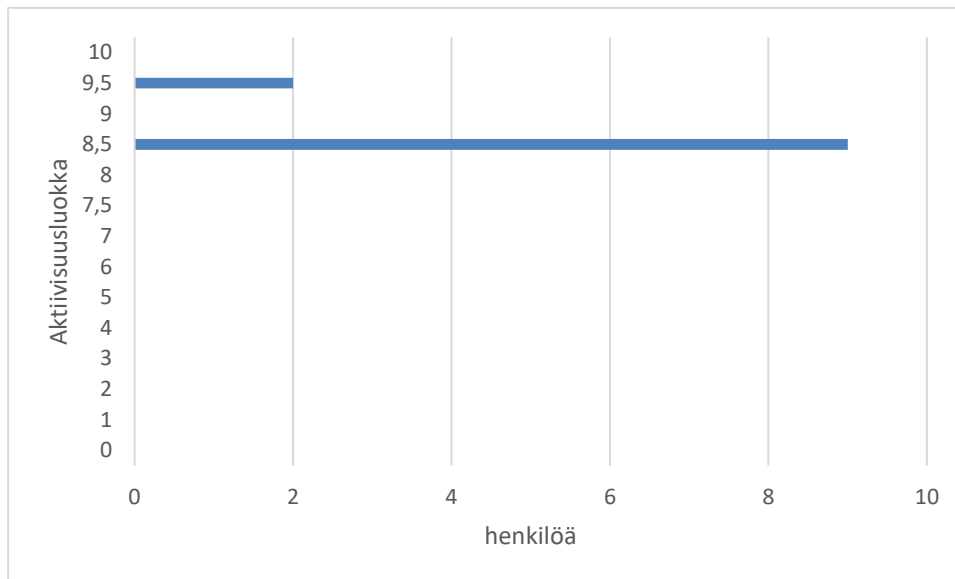
Kohdejoukolle tehtiin taustakyselylomake (LIITE 1), jossa selvitettiin ikä, pituus ja paino. Näitä tarvitaan syketietojen analysoinnissa. Lisäksi kysyttiin sairaudet ja lääkitykset, sillä jotkut sairaudet tai lääkitykset voivat vaikuttaa sykkeeseen ja tämän olisi hyvä olla tiedossa. Kahdella henkilöllä oli astma. Toisella ei ollut lääkitystä ja toisella henkilöllä oli käytössä Bufomix. Taustakyselylomakkeessa kysyttiin myös aktiivisuusluokkaa perustuen Firstbeat mittarin luokituksiin (LIITE2)



Kuva 3. Kohdejoukko (n=11). Kohdejoukossa oli 9 naista ja 2 miestä.



Kuva 4. Ikäjakauma (n=11). Kohdejoukon ikäjakauma oli 13-23 ikävuoden välillä. Keskiarvo oli 16,55 ja mediaani 16.



Kuva 5. Aktiivisuusluokka (n=11). Kohdejoukon aktiivisuusluokka oli yhdeksällä 8,5 ja kahdella 9,5.

7.2 Aineiston hankinta ja käsittely

Tutkimus toteutettiin niin, että pelaajat pelasivat iWall pelit tietyssä järjestyksessä. Ennen pelaamisen aloittamista he täyttivät kyselylomakkeen ja heille laitettiin Firstbeat mittarit. Mittaukset tehtiin kolmella eri kerralla. Ensimmäisellä kerralla koehenkilöitä oli neljä, toisella kerralla viisi ja kolmannella kerralla kaksi. iWall peliä voi pelata kaksi henkilöä kerralla ja kun henkilöitä oli toisella kerralla pariton määrä, niin yksi henkilö pelasi pelit ilman paria ja tietyt pelit konetta vastaan.

Pelien välissä pidettiin taukoa, niin että syke laski ja hengitys tasaantui. Useamman henkilön ryhmissä tämä tapahtui automaattisesti omaa vuoroa odottaessa. Kahden hengen ryhmässä taukoa pidettiin tarkoituksellisesti, jotta syke pääsee laskemaan. Jokaisen pelin jälkeen koehenkilöt arvioivat RPE- asteikolla pelin kuormittavuutta. Testauksessa päätin käyttää Borgin asteikko 6-20 ja heillä oli koko ajan asteikko näkyvässä (LIITE3). Testattavan subjektiivinen kuormittuneisuus eli RPE merkattiin erilliseen lomakkeeseen testattavan toimesta jokaisen pelin jälkeen. (LIITE4)

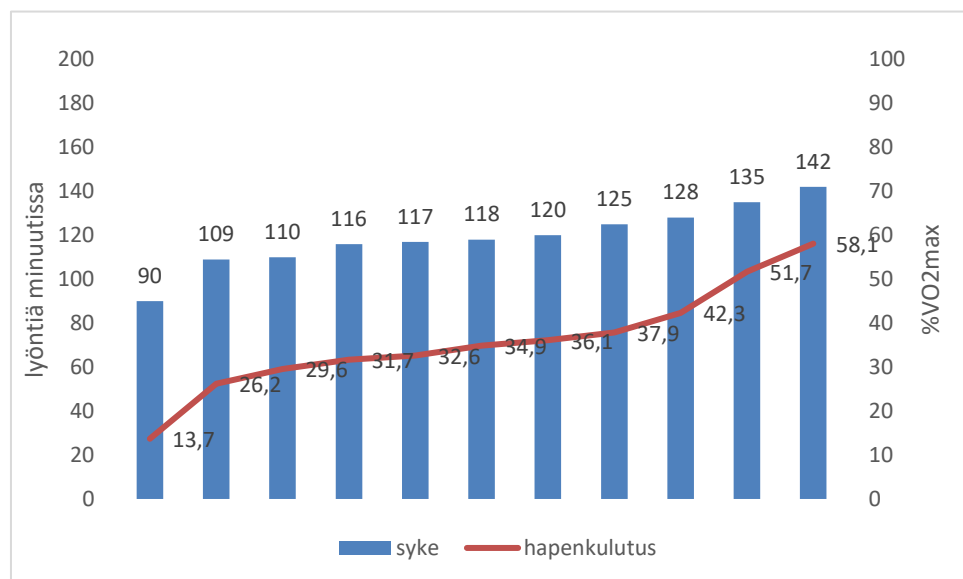
Firstbeat Sports ohjelman avulla jokaisen pelin kohdalta selvitettiin, kuinka korkealle syke ja hapenkulutus nousi peliä pelatessa pelaajakohtaisesti. Tiedot analysoitiin PSPP ohjelmalla. Sykkeestä, hapenkulutuksesta ja testattavan subjektiivisesta kuormittumisesta analysoitiin keskiarvo, keskihajonta, moodi, mediaani, maksimi ja minimi.

Alkukyselyssä kävi ilmi, että testattavat eivät tienneet omia sykealueitaan, joten tulosten analysoinnissa käytettiin Firstbeat Sports ohjelman laskemia teoreettisia arvioita sykealueista ja maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Ohjelma arvioi testattavan leposykkeen sekä maksimisykkeen. Tulokset perustuvat siis laskennallisiin sykealueisiin.

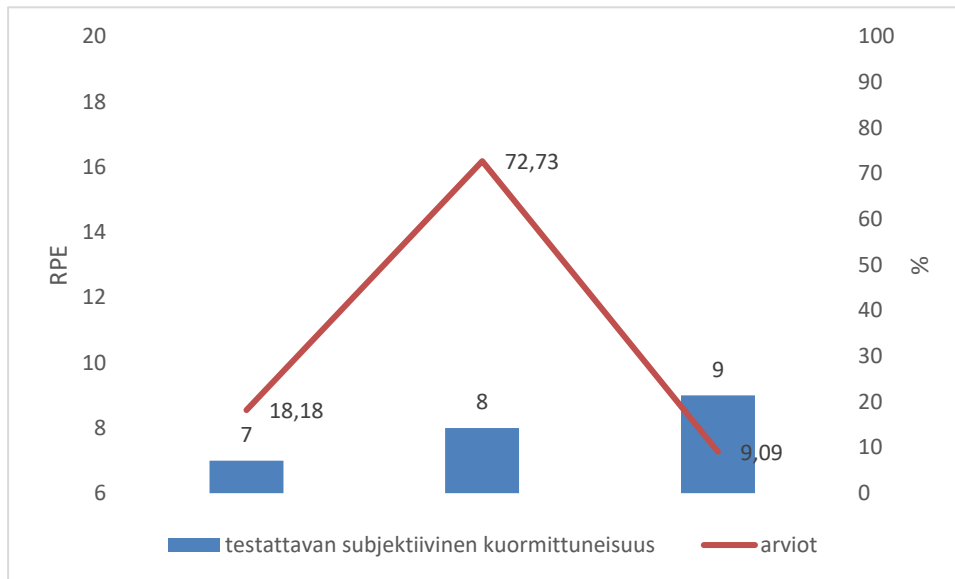
8. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kappaleessa käsitellään opinnäytetyön tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset. Tulokset esitellään peleittäin ja tasoittain siten, että ensimmäisessä kaavioissa on nähtävissä mihin asti testattavan syke ja hapenkulutus (%VO₂max) nousivat kyseisellä tasolla pelatessa. Toisessa kaaviossa on testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE, josta esiteltyinä ne arviot, mitkä kyseinen taso on saanut ja numeron vieressä on prosentteina (%) se, kuinka suuri joukko testattavista on kyseisen arvion antanut. Lisäksi jokaisesta tasosta on kaavio, josta on nähtävissä testattavien lukumäärä (n), keskiarvo, keskihajonta, moodi, mediaani, minimi ja maksimi. Pelin kaikkien tasojen jälkeen kirjoitettuna myös johtopäätökset kyseisen pelin kohdalta.

8.1 Shadow Master



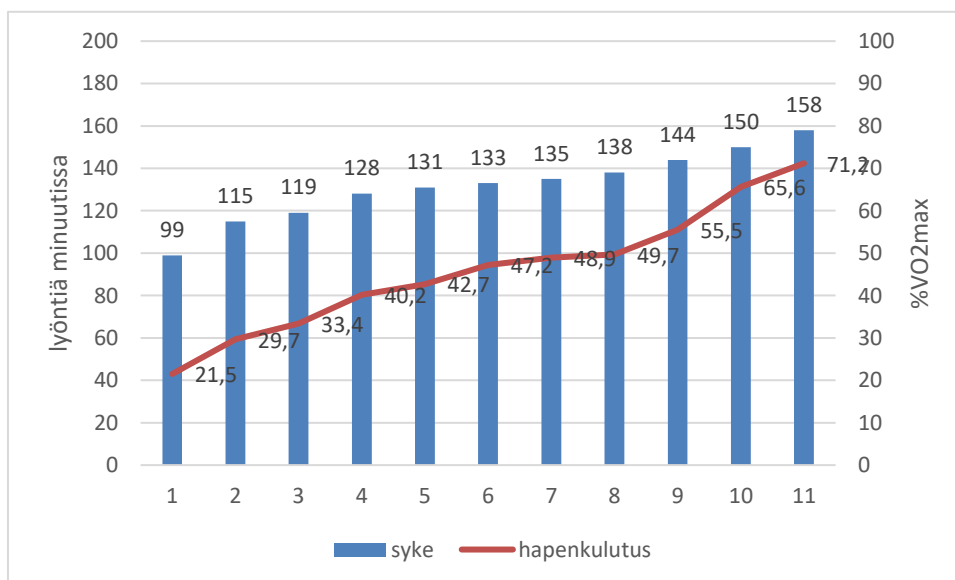
Kuva 6. Shadow Master Easy testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



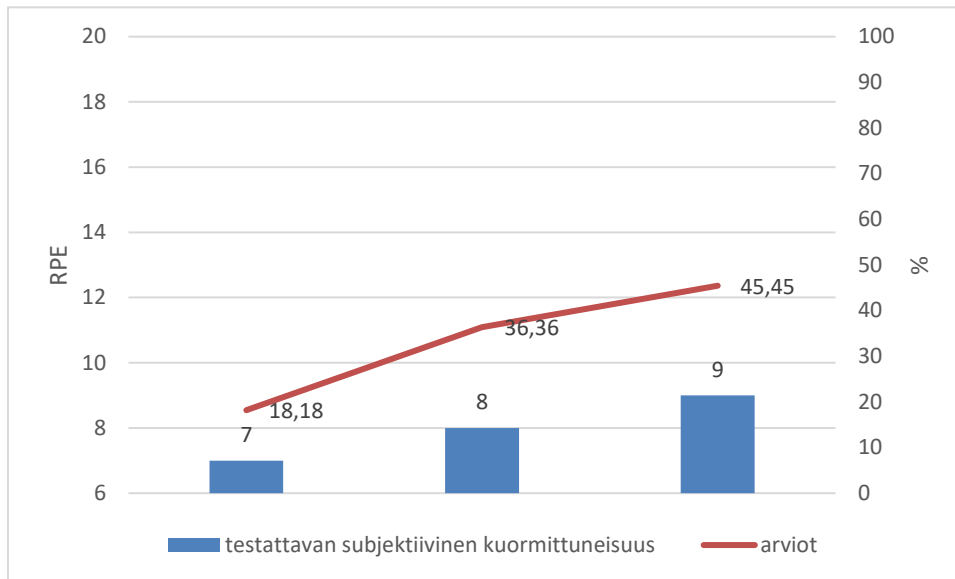
Kuva 7. Shadow Master Easy testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 1 Shadow Master easy

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	119,09	13,92		118	90	142
%VO2max	11	35,89	12,02		34,9	13,7	58,1
RPE	11	7,91	0,54	7	8	7	9



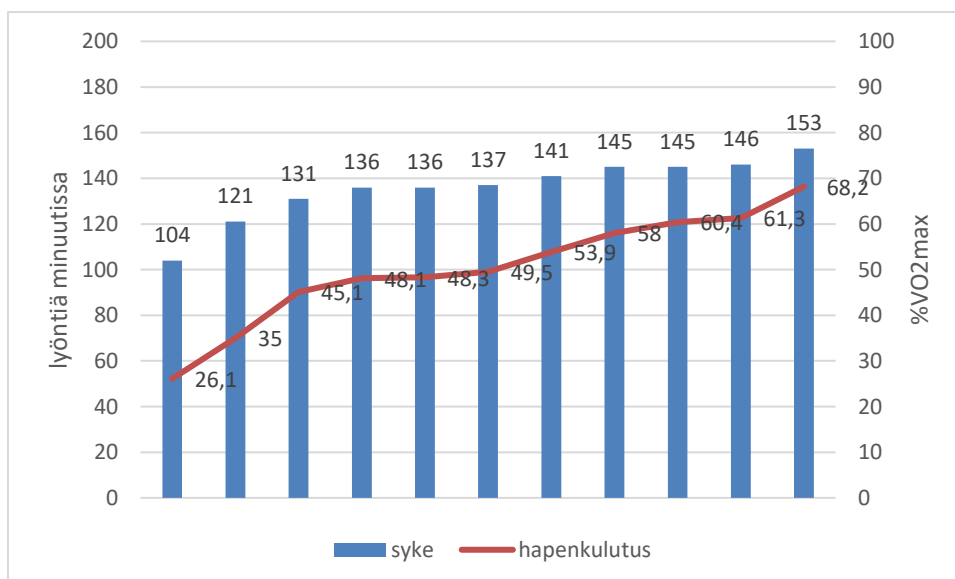
Kuva 8. Shadow Master Normal testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



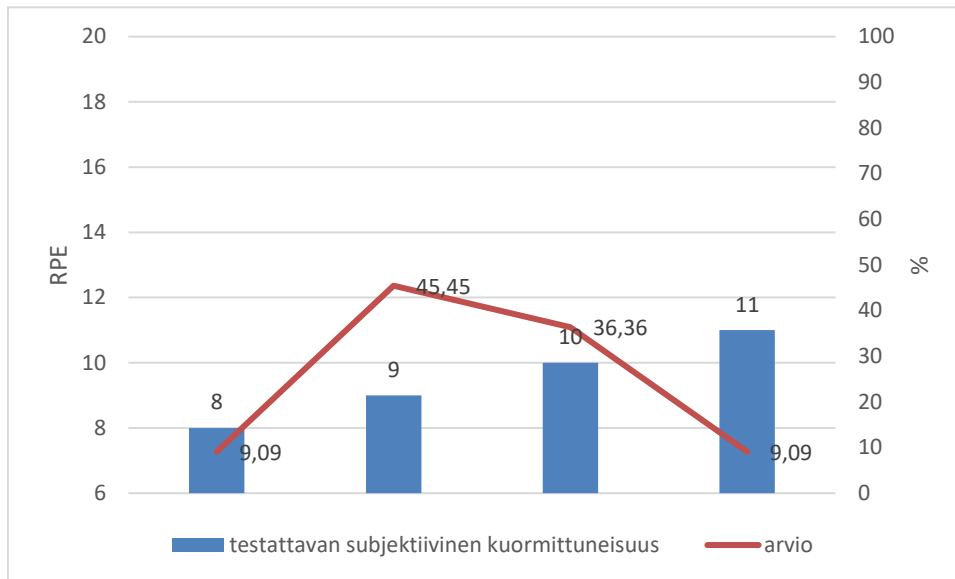
Kuva 9. Shadow Master Normal testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 2 Shadow Master Normal

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	131,82	16,59		133	99	158
%VO2max	11	45,96	14,84		47,2	21,5	71,2
RPE	11	8,27	0,79	9	8	7	9



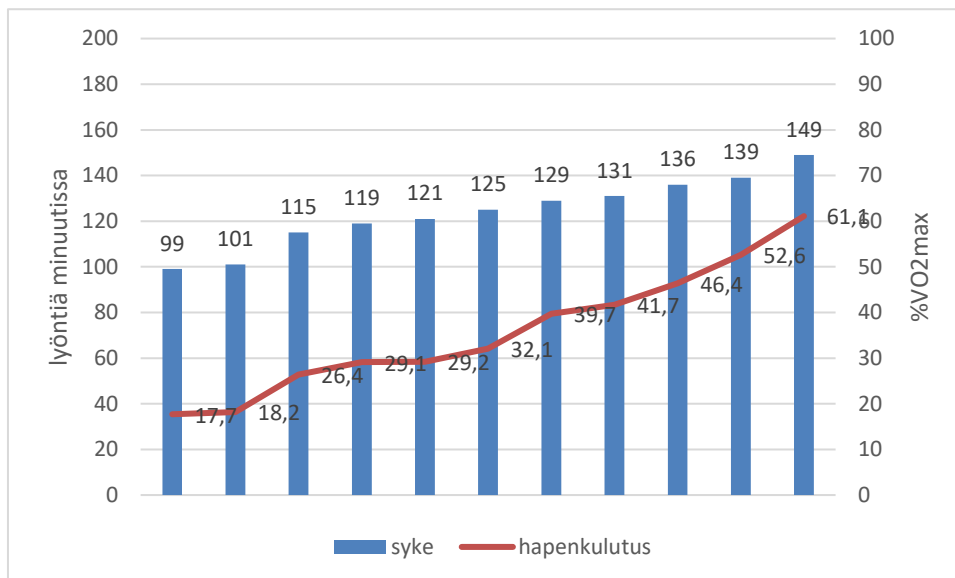
Kuva 10. Shadow Master Hard testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



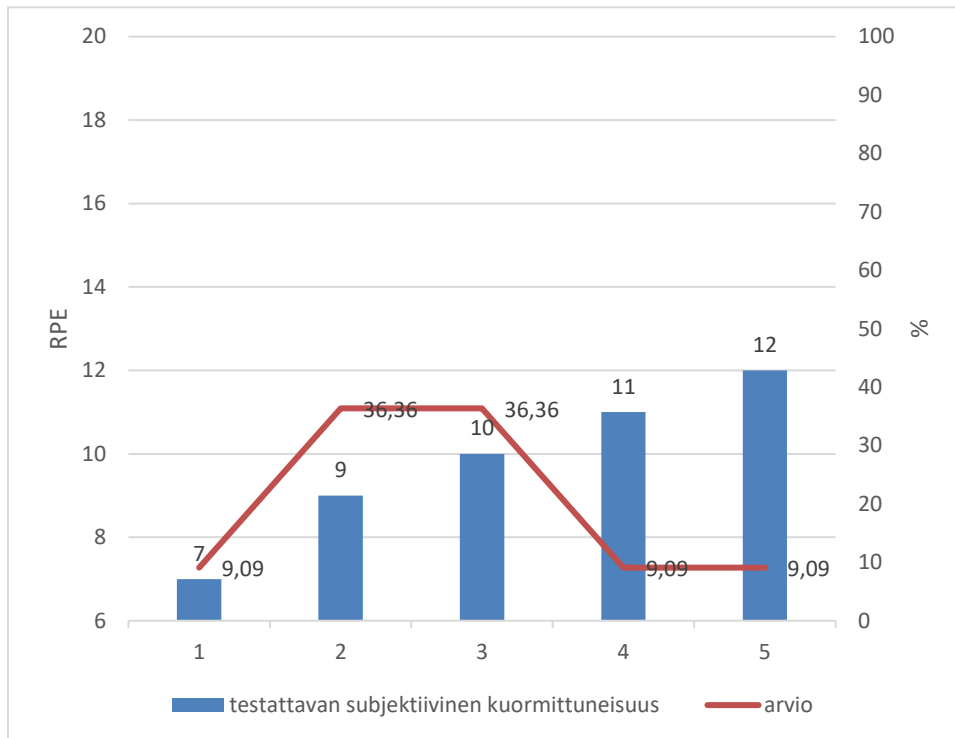
Kuva 11. Shadow Master Hard testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 3 Shadow Master Hard

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	135,91	13,6		137	104	153
%VO2max	11	50,35	12,13		49,5	26,1	68,2
RPE	11	9,45	0,82	9	9	8	11



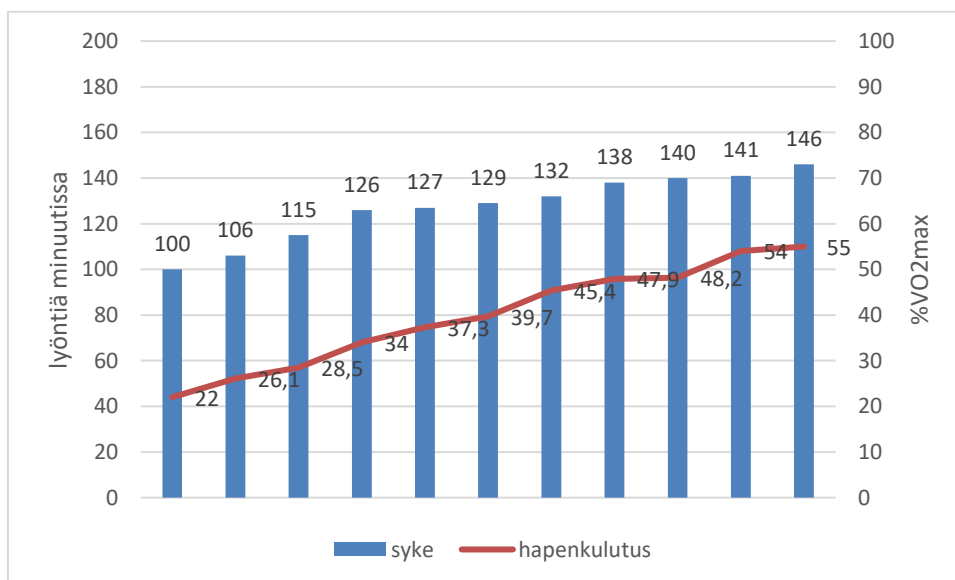
Kuva 12. Shadow Master Flow Normal testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11.)



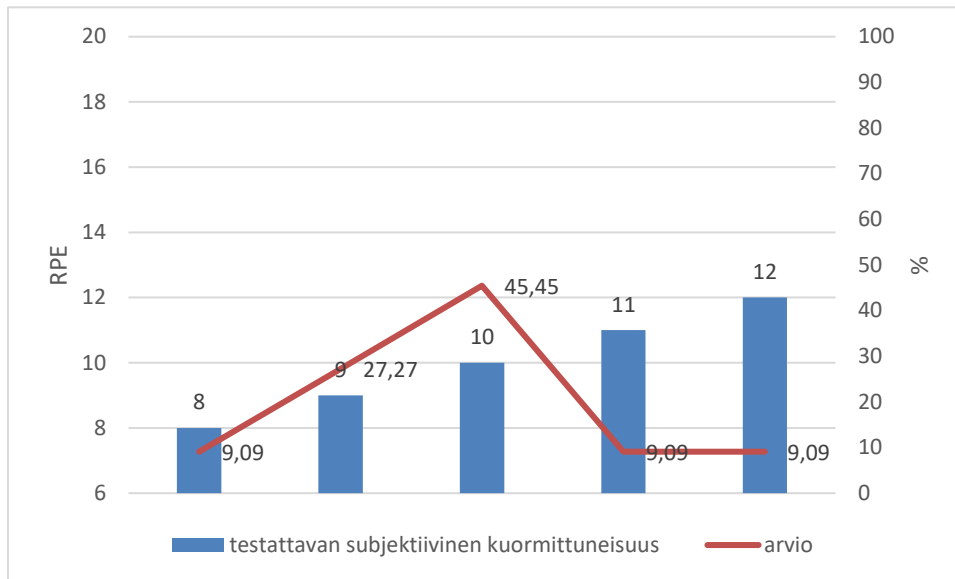
Kuva 13. Shadow Master Flow Normal testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 4 Shadow Master Flow normal

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	124	15,29		125	99	145
%VO2max	11	35,84	13,83		32,1	17,7	61,1
RPE	11	9,64	1,29		10	7	12



Kuva 14. Shadow Master Flow Hard testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



Kuva 15. Shadow Master Flow Hard testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 5 Shadow Master Flow hard

	n	keskiarvo	keskihajonta	moodi	mediaani	minimi	maksimi
syke	11	127,27	14,8		129	100	146
%VO2max	11	39,88	11,28		39,7	22	55
RPE	11	9,82	1,08	10	10	8	12

Shadow Master pelissä on kolme tasoa sekä Shadow Master Flow pelissä kaksi. Tuloksista huomataan, että easy, normal ja hard tasot vastaavat tason vaativuutta, eli kuormittavuus nousee, kun taso on kovempi. Easy tasolla testattavien sykkeet nousivat 90-142 välille ja keskiarvo oli 119,09 ja RPE:n eli testattavan subjektiivisen kuormittuneisuuden keskiarvo oli 7,91. Normal tasolla sykkeet nousivat 99-158 välille ja keskiarvo oli 131,82 sekä RPE:n keskiarvo 8,27. Hard tasolla sykkeet nousivat 104-153 välille, keskiarvon ollessa 135,91 ja RPE:n keskiarvon 9,45. Shadow Master Flow pelin normal tasolla testattavien sykkeet olivat 99-145 välillä, keskiarvon ollessa 124 ja RPE:n keskiarvon ollessa 9,64. Flow hard tasolla testattavien sykkeet nousivat 100-146 välille ja keskiarvo oli 127,27 ja RPE:n keskiarvo oli 9,82.

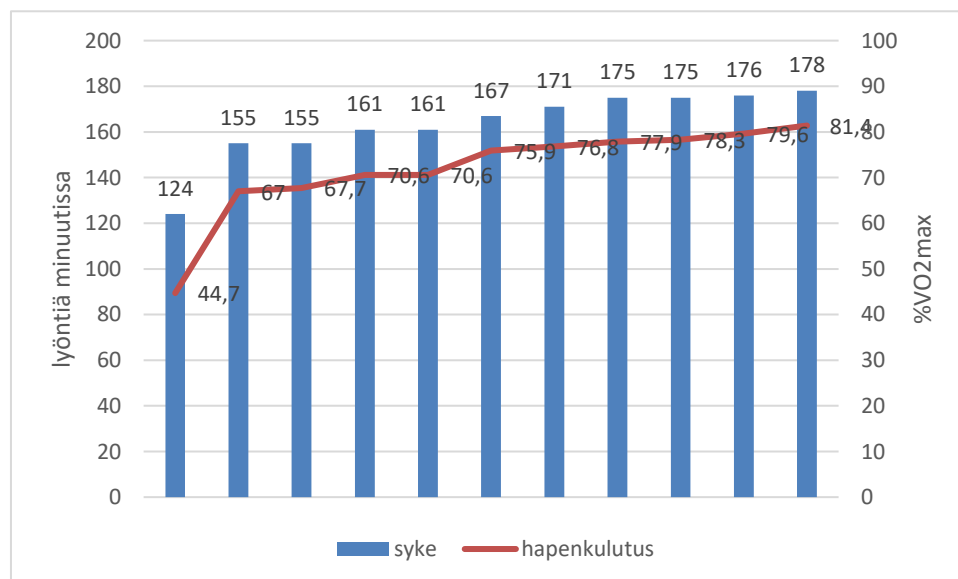
Myös hapenkulutus (%VO2max) oli keskiarvoltaan suurempi, kentän tason noustessa. Keskiarvon ollessa easy tasolla 35,89, normal tasolla 45,96 ja hard tasolla 50,35. Hapenkulutus oli normal tasolla keskiarvoltaan 35,84 ja hard tasolla 39,88. MET -kerrannaisina

ilmaistuna Shadow Master pelin kaikki tasot sijoittuvat kuormittavuudeltaan kevyeen liikuntaan, ollen 2-3 MET.

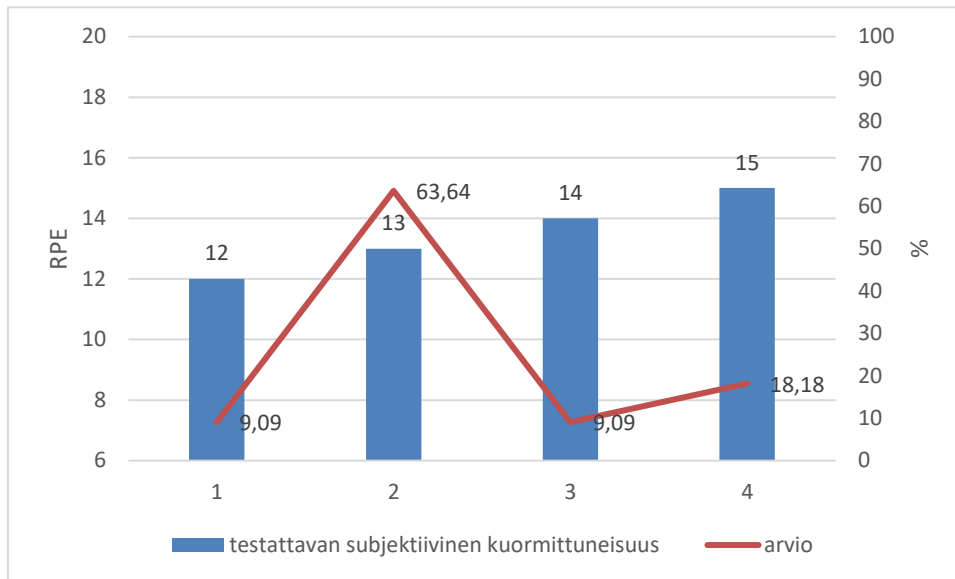
Suorituksen intensiteetin ollessa 30-60 %VO₂max:sta urheilijasta riippuen, energiantuotto tapahtuu lähes kokonaan rasvavarastoista. (Mero ym 2016, 132). Shadow Master pelin kaikilla tasoilla testattavien hapenkulutuksen keskiarvo oli tämän arvon välillä, joten Shadow Master pelit sopivat hyvin tasapainon ja liikkuvuuden harjoittelun lisäksi liikunnaksi, jossa halutaan tuottaa energiaa rasvavarastoista.

Testattavien subjektiivinen kuormittavuus nousi tasojen edetessä. Huomioitavaa on kuitenkin, että testattavat arvioivat molemmat flow tasot keskiarvollisesti kuormitukseltaan suuremmiksi, kuin normaalit tasot, vaikka sykkeet ja hapenkulutus olivat pienemmät, kuin Shadow Master normal ja hard tasolla. Flow pelissä ei tule niin pitkiä staattisia pitoja, vaan liike on sulavampaa ja se voidaan kokea haastavammaksi suorittaa.

8.2 Parkour



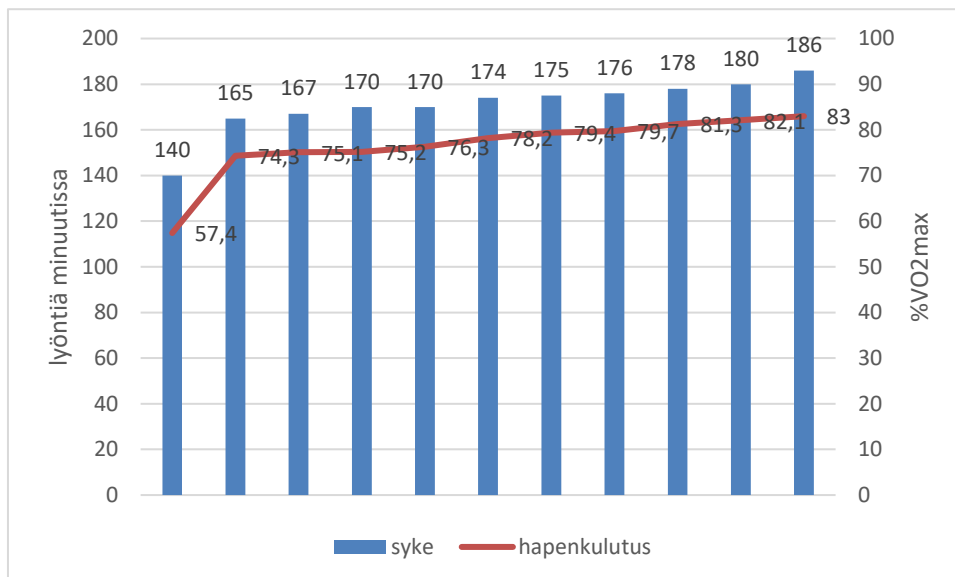
Kuva 16. Parkour Level 1 testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



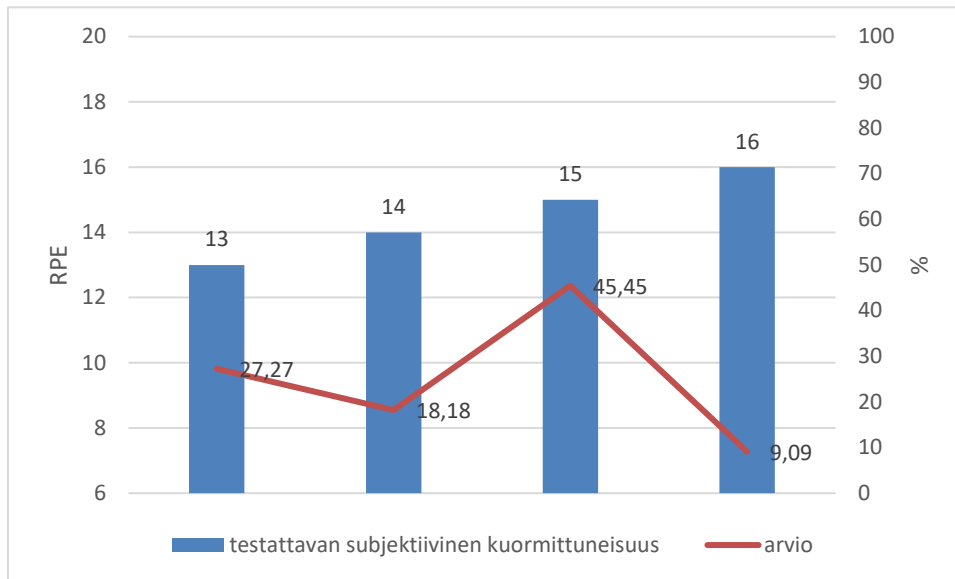
Kuva 17. Parkour Level 1 testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 6 Parkour Level 1

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	163,45	15,55		167	124	178
%VO2max	11	71,86	10,25	70,6	75,9	44,7	81,4
RPE	11	13,36	0,92	13	13	12	15



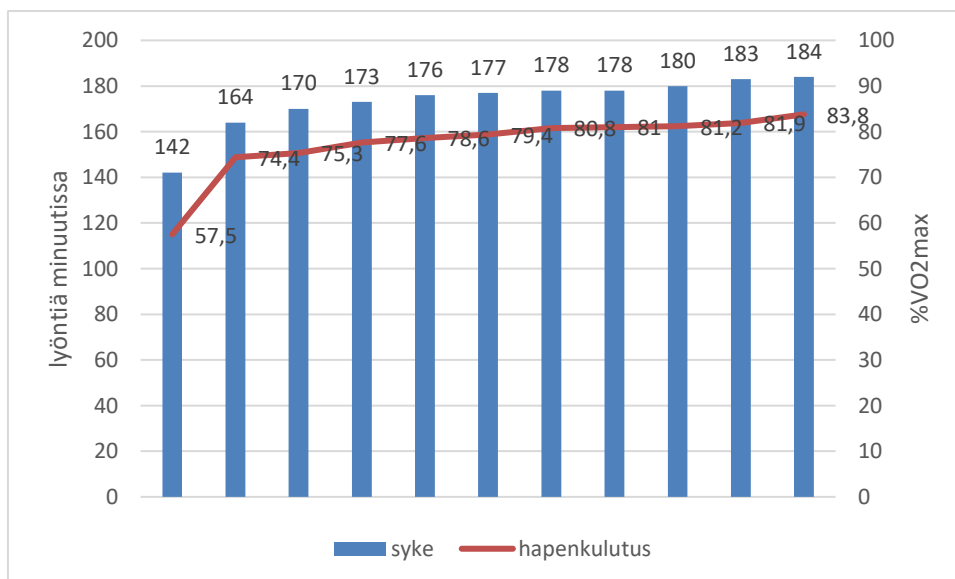
Kuva 18. Parkour Level 2 testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



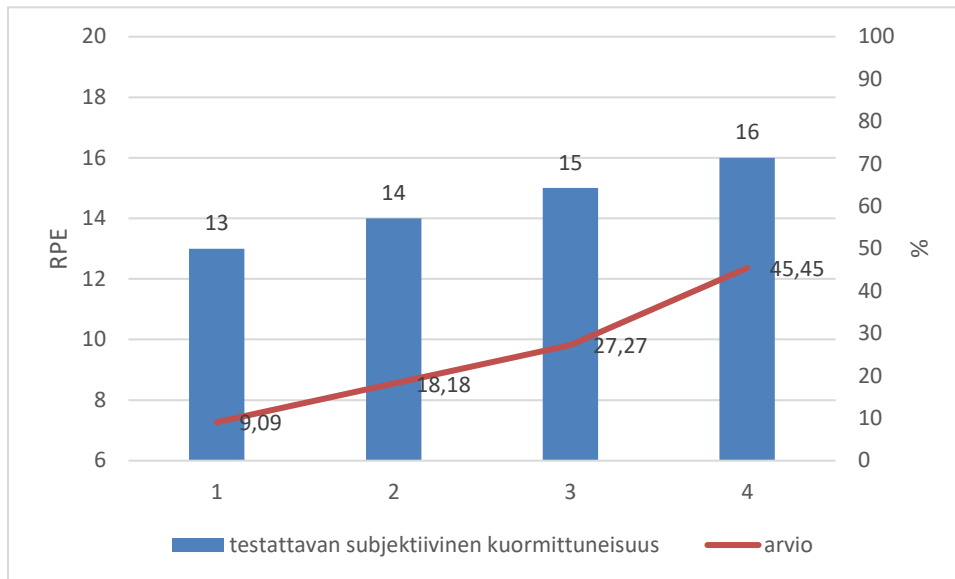
Kuva 19. Parkour Level 2 testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus (n=11).

Taulukko 7 Parkour Level 2

	n	kes- kiarvo	keskihajonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	171	11,92	170	174	140	186
%VO2max	11	76,55	7,01		78,2	57,4	83
RPE	11	14,36	1,03	15	15	13	16



Kuva 20. Parkour Level 3 testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



Kuva 21. Parkour Level 3 testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus (n=11).

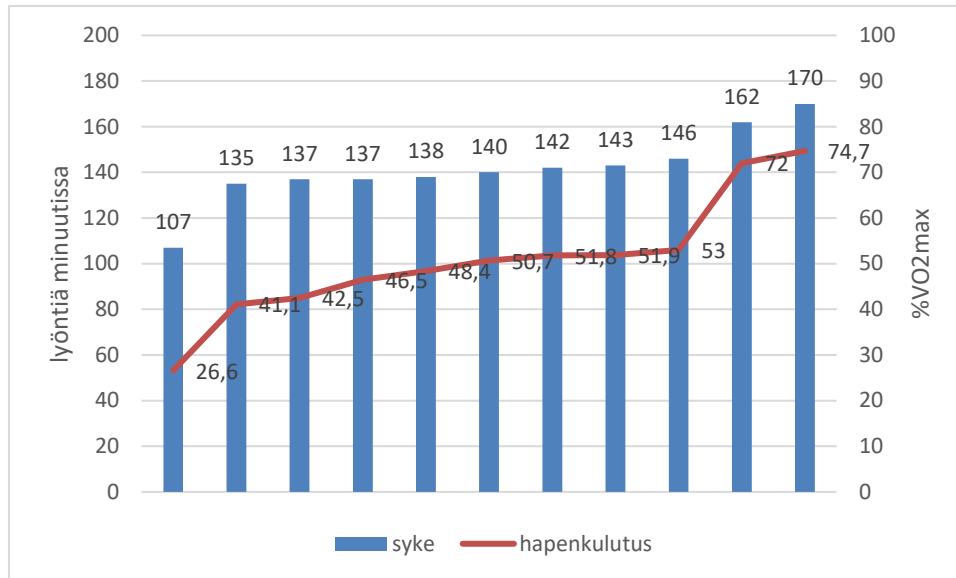
Taulukko 8 Parkour Level 3

	n	keskiarvo	keskihajonta	moodi	medi-aani	minimi	maksimi
syke	11	173,18	11,81	178	177	142	184
%VO2max	11	77,41	7,18		79,4	57,5	83,8
RPE	11	15,09	1,04	16	15	13	16

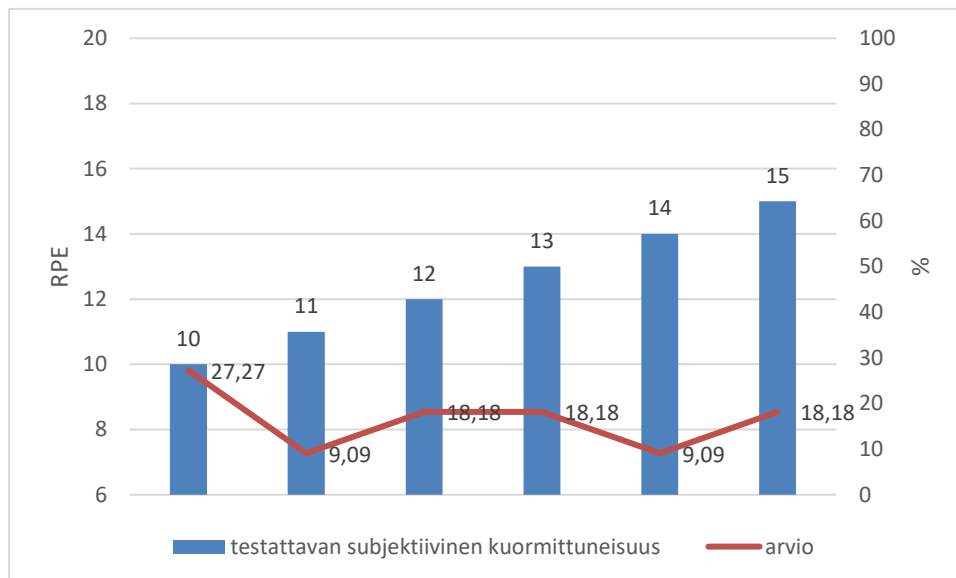
Parkour pelissä testattavien sykkeet nousivat tasolla 1, 124-178 välille, keskiarvon ollessa 163,45. Tasolla 2 sykkeet nousivat 140-186 välille, ja keskiarvo oli 171. Tasolla 3 sykkeet nousivat 142-184 välille ja keskiarvo oli 173,18. Parkour pelissä myös pelin tasot ovat testattavien fyysisen kuormittuneisuuden mukaan nousevat. Tutkittavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE oli keskiarvoltaan tasolla 1 13,36, tasolla 2 14,36 ja tasolla 3 15,09.

Hapenkulutus (%VO2max) oli keskiarvoltaan tasolla 1 71,86, tasolla 2 76,55 ja tasolla 3 77,41. MET- kerrannaisina ilmaistuna Parkour pelin kaikki tasot ovat kuormitukseltaan raskaita. Suoritusten kuormittavuus voidaan arvioida vastaavan esimerkiksi hölkkää 8km/h. (Sandström & Ahonen 2011, 75.)

8.3 Space Shooter



Kuva 22. Space Shooter testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



Kuva 23. Space Shooter testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

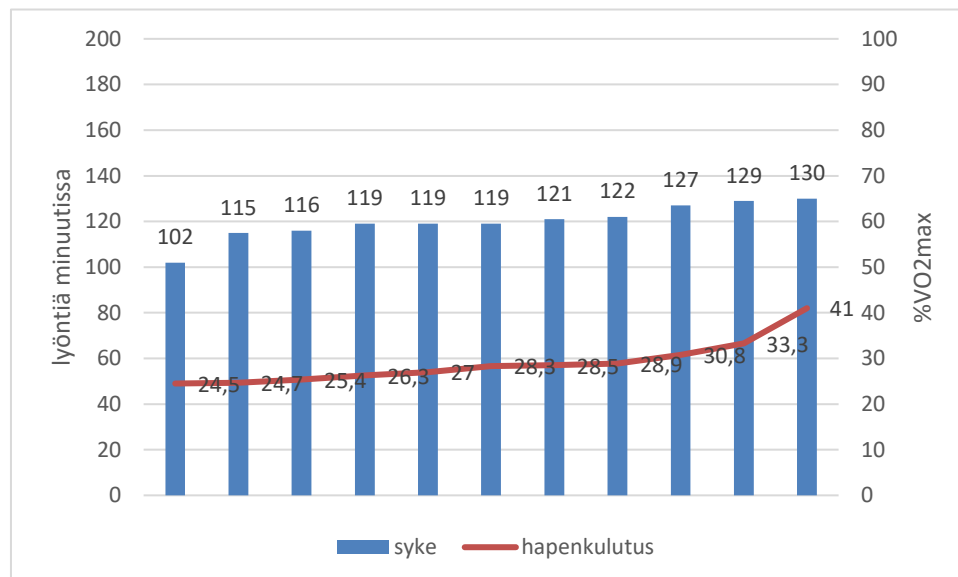
Taulukko 9 Space Shooter

	n	kes- kiarvo	keskihajonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	141,55	15,95	137	140	107	170
%VO2max	11	50,84	13,42		50,7	26,6	74,7
RPE	11	12,27	1,9	10	12	10	15

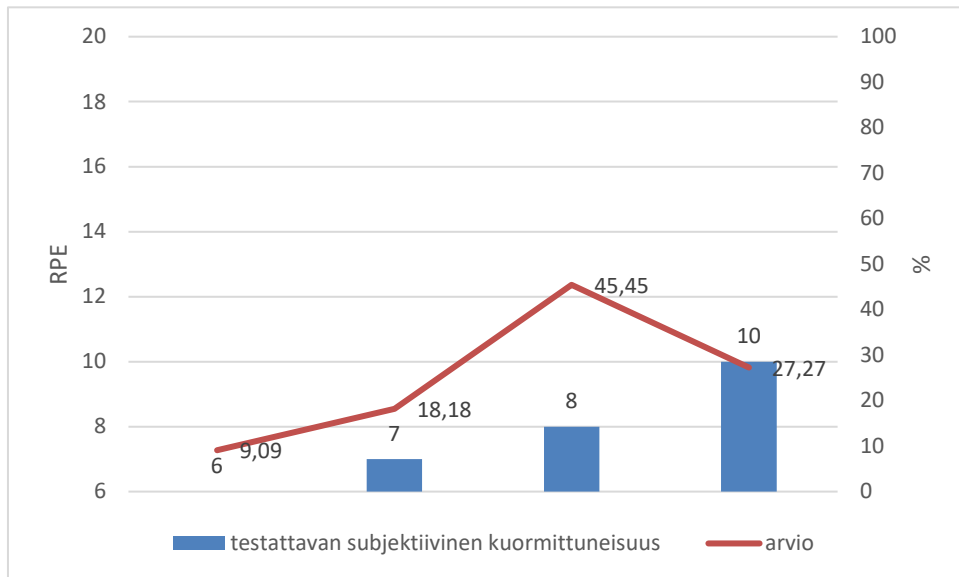
Space Shooter pelissä testattavien sykkeet vaihtelivat suuresti testattavien kesken. Sykkeet nousivat pelin aikana 107-170 välille, keskiarvon ollessa 141,55. Myös hapenkulutuksessa (%VO₂max) oli suuria eroja, sen ollessa 26,6-74,7 välillä. Testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE oli myös hajanainen, ollen välillä 10-15 ja keskiarvon ollessa 12,27.

Tulosten suurta hajontaa voi selittää osittain se, että pelin kesto määräytyy pelissä pärjäämisen mukaan. Eli jos pelissä on hyvä, voi peli kestää paljon pidempään, tai se voi loppua vaikka muutamien sekuntien päästä, mikäli pelissä ei menesty. Myös pelaajan innostuneisuus ja vartalon liikehdintä voi pelissä vaihdella pelaajakohtaisesti paljonkin riippumatta siitä, pärjääkö pelissä vai ei. Keskiarvollisesti peli on MET-kerrannaisina kevyttä ollen 2-3 MET, ja vastaten hidasta kävelyä. Kuitenkin pelaajakohtaisesti tarkasteltuna on kuormittuneisuudessa ollut suuria eroja. MET kerrannaisina pienimmällä sykkeellä pelanneen pelaajan MET jää fyysisen passiivisuuden tasolle ja korkeimmalla sykkeellä pelanneen MET taas vastaa raskasta kuormittuneisuutta.

8.4 HyperSlam



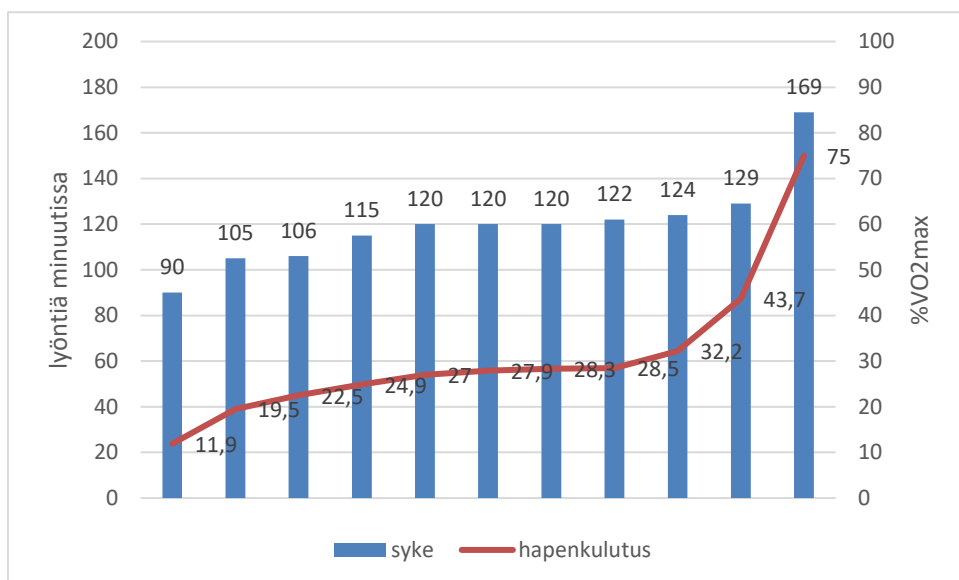
Kuva 24. HyperSlam easy 1 ball testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



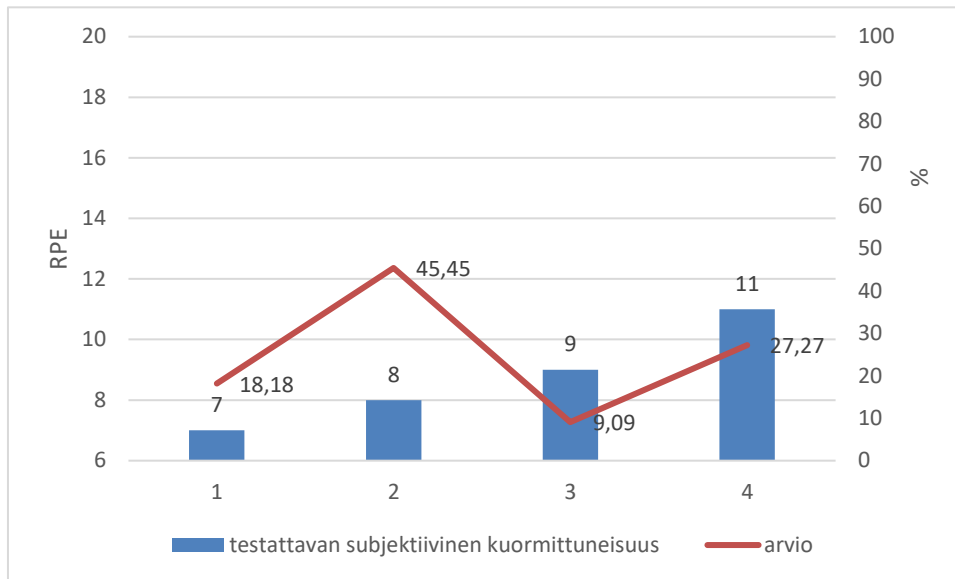
Kuva 25. HyperSlam easy 1 ball testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 10 HyperSlam easy 1 ball

	N	keskiarvo	keskihajonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	119,91	7,76	119	119	102	130
%VO2max	11	28,97	4,79		28,3	24,5	41
RPE	11	8,18	1,33	8	8	6	10



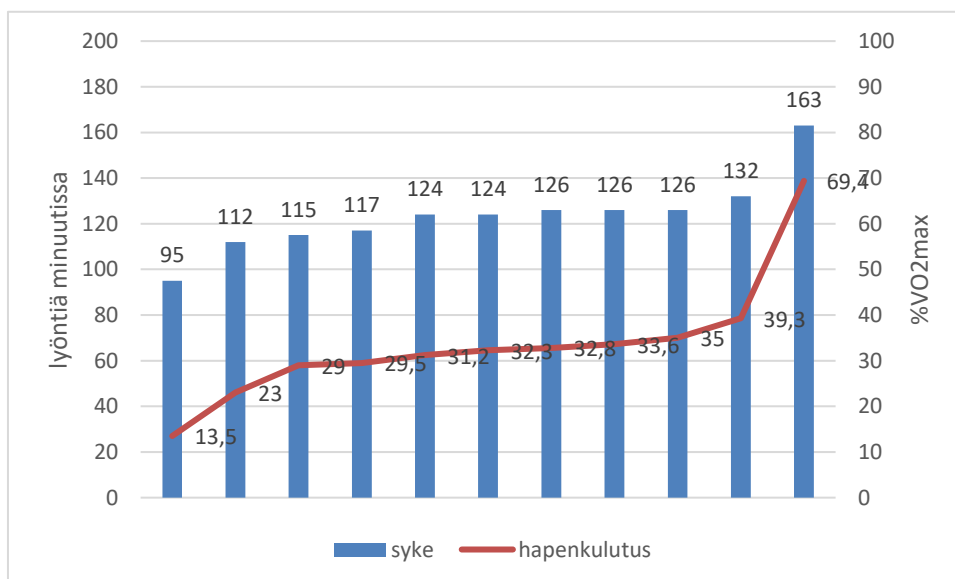
Kuva 26. HyperSlam medium 1 ball testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



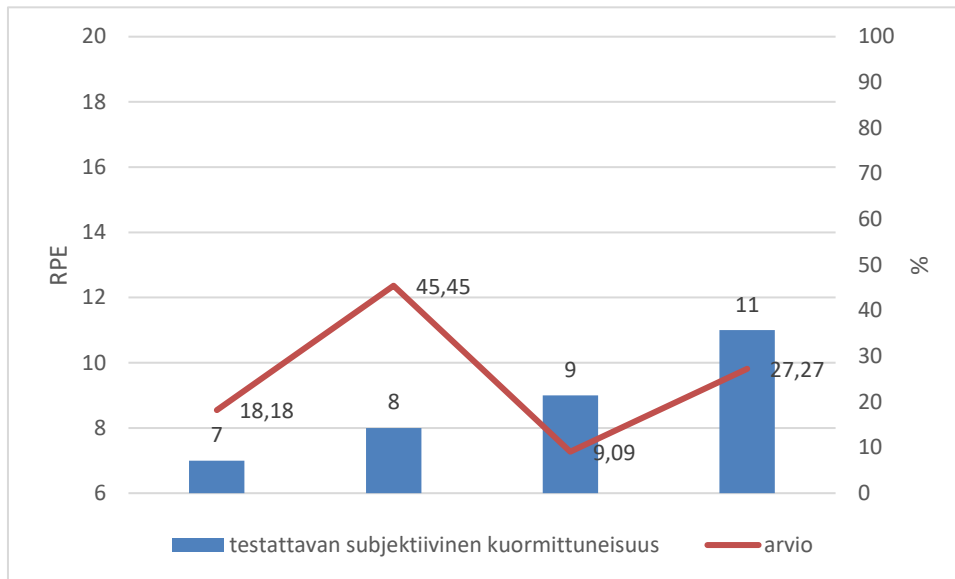
Kuva 27. HyperSlam medium 1 ball testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 11 HyperSlam medium 1 ball

	n	keskiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	120	19,62	120	120	90	169
%VO2max	11	31,04	16,57		27,9	11,9	75
RPE	11	8,55	1,44	8	8	7	11



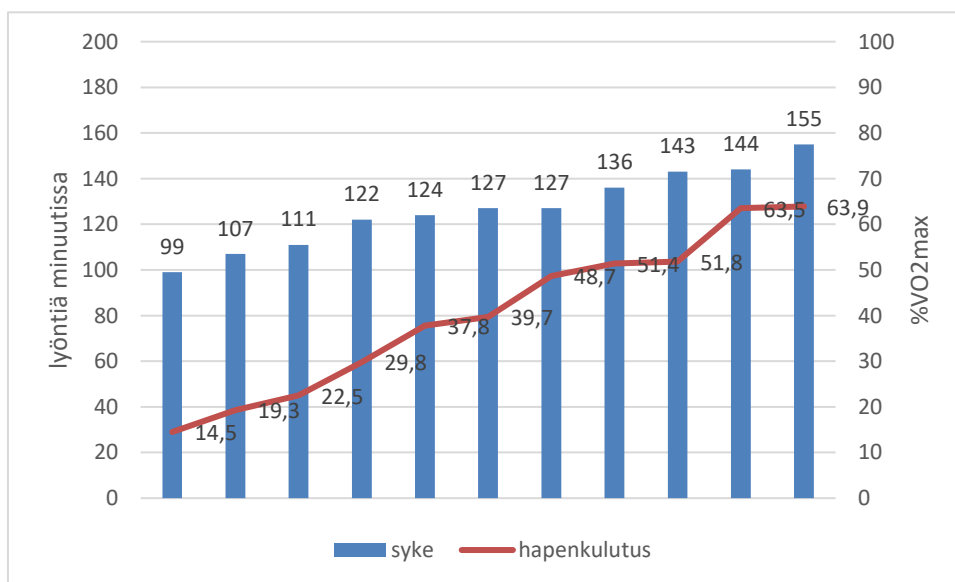
Kuva 28. HyperSlam pro 2 balls testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



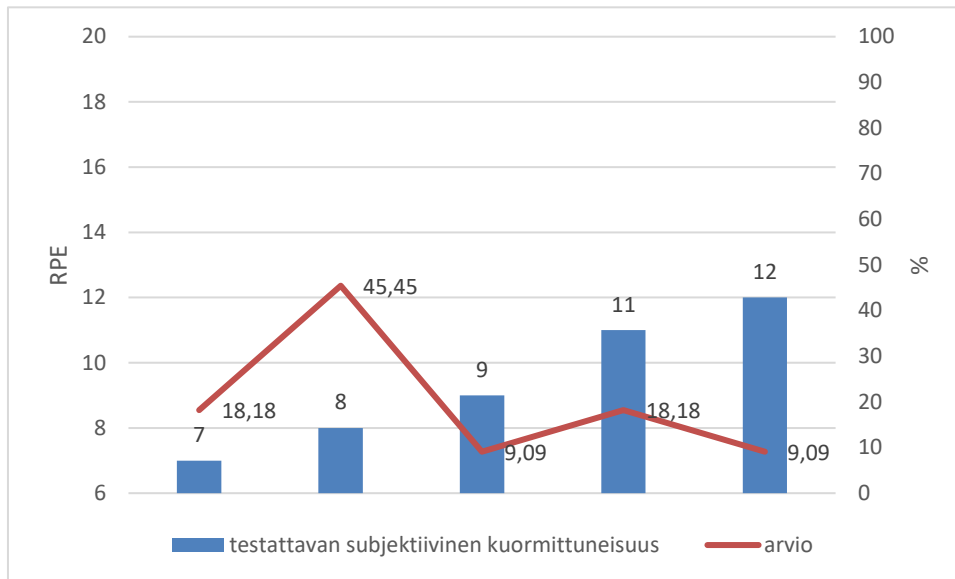
Kuva 29. HyperSlam pro 2 balls testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus (n=11).

Taulukko 12 HyperSlam pro 2 balls

	n	keskiarvo	keskihajonta	moodi	mediaani	minimi	maksimi
syke	11	123,64	46,46		124	95	163
%VO2max	11	33,51	13,71		32,3	13,5	69,4
RPE	11	8,73	1,56	8	8	7	11



Kuva 30. HyperSlam expert 2 balls testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



Kuva 31. HyperSlam Expert 2 balls testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 13 HyperSlam Expert 2 balls

	n	keskiarvo	keskihajonta	moodi	mediानी	minimi	maksimi
syke	11	126,82	16,98	127	127	99	155
%VO2max	11	40,26	17,21		39,7	14,5	63,9
RPE	11	8,82	1,72	8	8	7	12

HyperSlam pelissä testattavien sykkeiden nousussa oli suuria eroja. Easy 1 ball tasolla testattavien sykkeet nousivat 102-130 välille, ollen keskiarvolta 119,91, medium 1 ball tasolla sykkeet nousivat 90-169 välille ja keskiarvo oli 120. Pro 2 balls tasolla sykkeet nousivat 95-163 välille, keskiarvon ollessa 120 ja expert 2 balls tasolla sykkeet nousivat 99-155 välille, ja keskiarvo oli 126,82.

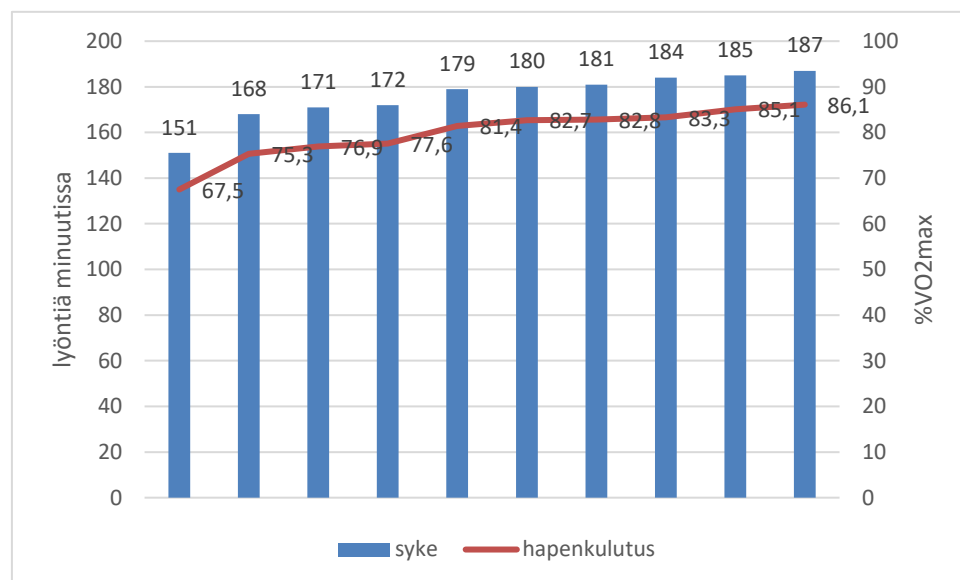
Hapenkulutus (%VO2max) oli easy 1ball tasolla välillä 24,5-41, keskiarvon ollessa 28,97. Medium 1 ball tasolla 11,9-75 välillä, keskiarvon ollessa 31,04. Pro 2 balls tasolla 13,5-69,4 välillä, keskiarvon ollessa 33,51. Expert 2 balls tasolla 14,5-63,9, keskiarvo oli 40,26. MET kerrannaisina kuormitus myös vaihtelee suuresti testattavien kesken fyysisestä passiivisuudesta aina raskaaseen kuormittuneisuuteen asti.

Testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE vaihteli easy 1 ball tasolla 6-10 välillä, keskiarvon ollessa 8,18. Medium 1 ball tasolla 7-11 välillä ja keskiarvo oli 8,55. Pro 2 tasolla testattavat arvioivat kuormittuneisuuden 7-11 välille ja keskiarvo oli 8,73 ja expert

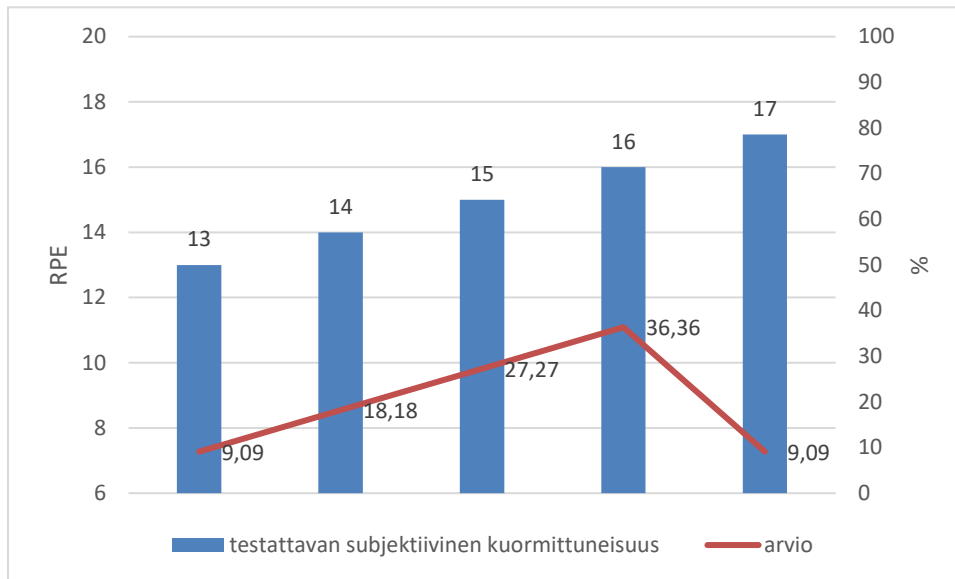
2 balls tasolla RPE oli 7-12 välillä, keskiarvon ollessa 8,82. Testattavat siis arvioivat keskiarvollisesti kaikki tasot hyvin kevyiksi.

HyperSlam pelissä testattavan kuormittuneisuuteen voi vaikuttaa vartalon liikehdintä pelin aikana. Peliä voi pelata ja siinä voi menestyä vain käsiä heiluttamalla tai siinä voi pelata myös koko vartalon avulla eläytyen. Testattavissa oli jalkapallomaalivahti ja hän pääsi jokaisella tasolla pelaamaan pitkään ja hän pelasi peliä koko vartalolla, jolloin hänen kuormittuneisuutensa oli myös suurempaa, kuin eleettömästi pelaavien. Lisäksi pelitilanteessa innostuminen voi vaikuttaa sykkeeseen ja sitä kautta kuormittuneisuuteen.

8.5 Parkour Extreme



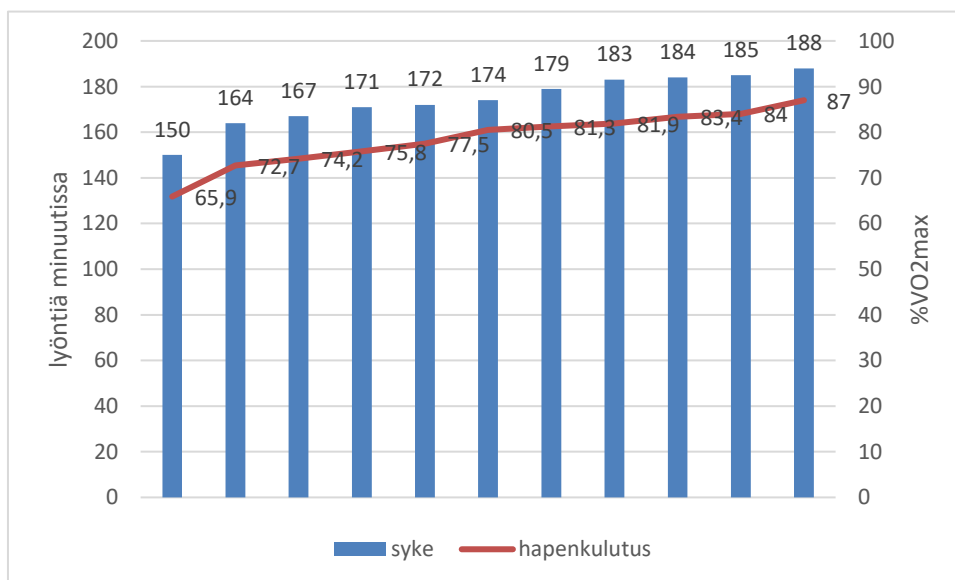
Kuva 33. Parkour Extreme torture testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



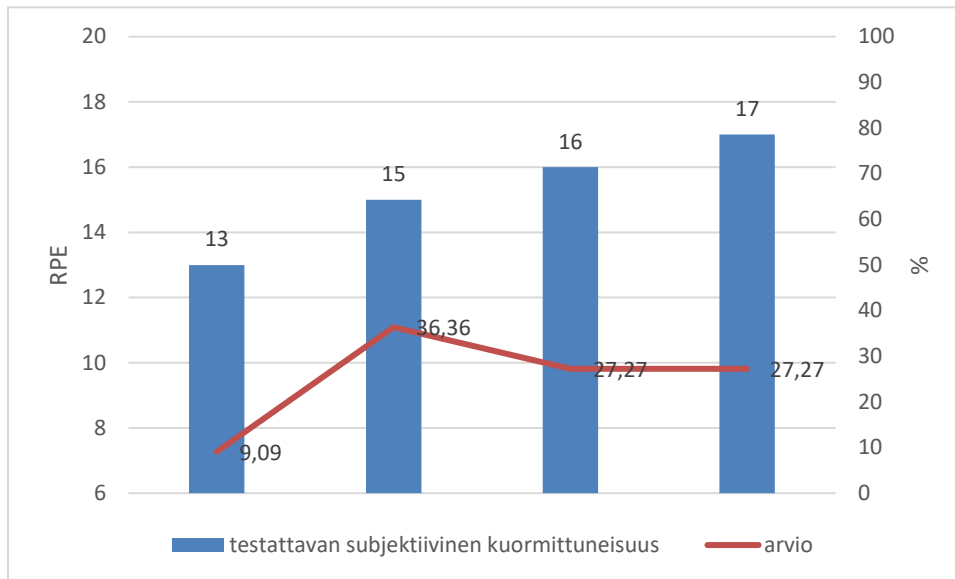
Kuva 34. Parkour Extreme torture testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus (n=11).

Taulukko 14 Parkour Extreme torture

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	175,45	10,29	172	179	151	187
%VO ₂ max	11	79,6	5,41	76,9	81,4	67,5	86,1
RPE	11	15,18	1,17	16	15	13	17



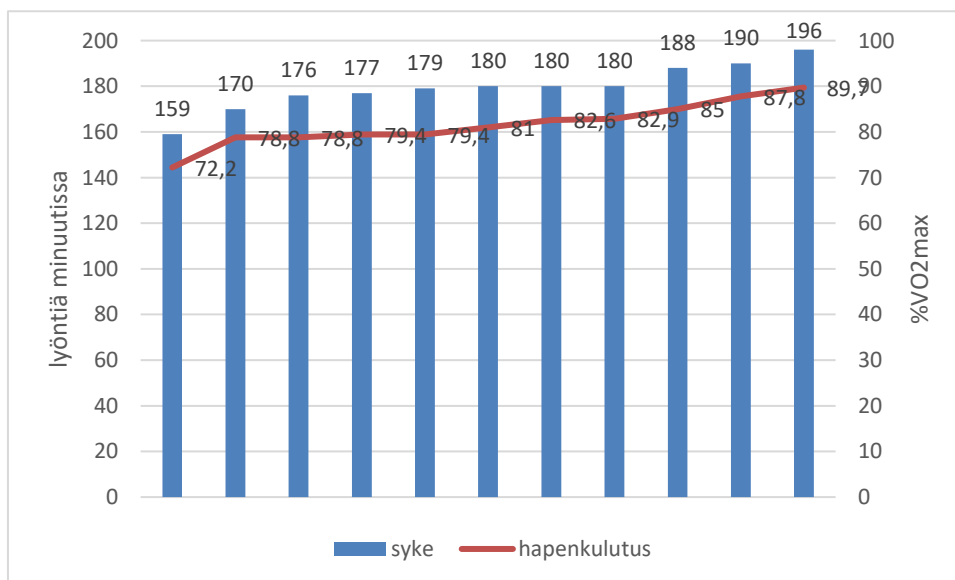
Kuva 35. Parkour Extreme inferno testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



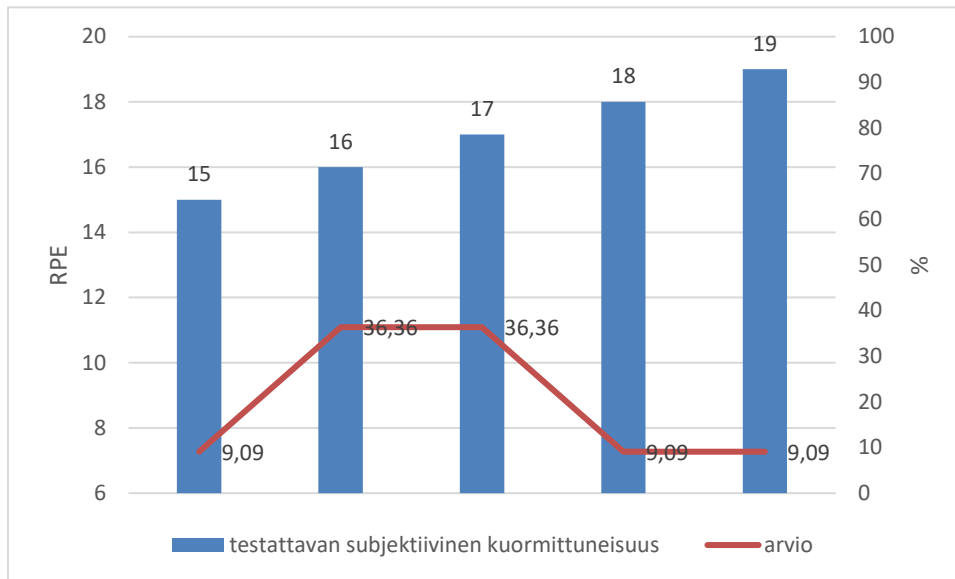
Kuva 36. Parkour Extreme inferno testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus (n=11).

Taulukko 15 Parkour Extreme inferno

	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	174,27	11,23		174	150	188
%VO2max	11	78,56	6,07		80,5	65,9	87
RPE	11	15,64	1,21	15	16	13	17



Kuva 37. Parkour Extreme final countdown testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=11).



Kuva 38. Parkour Extreme final countdown testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 16 Parkour Extreme final countdown

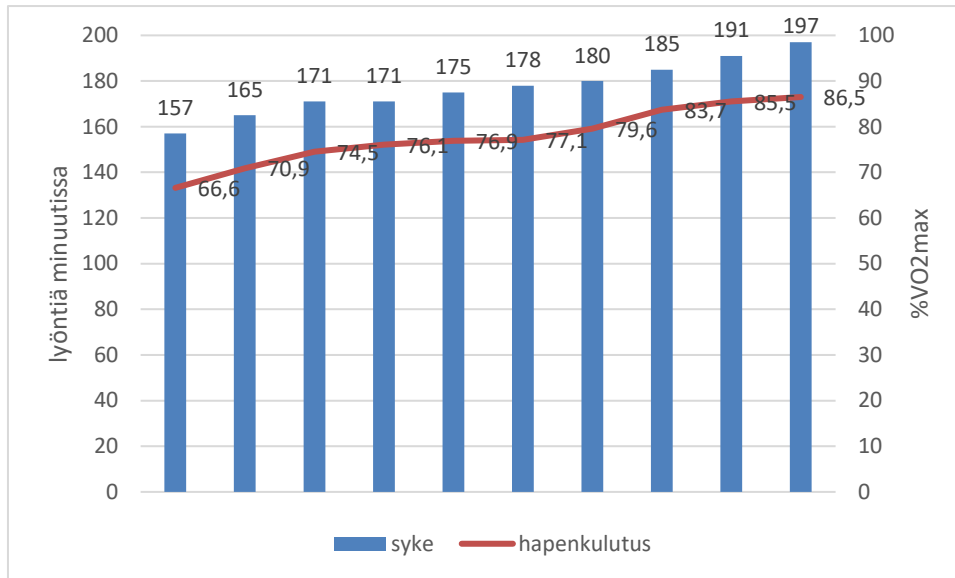
	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	11	179,55	9,92	180	180	159	196
%VO2max	11	81,6	4,82		81	72,2	89,7
RPE	11	16,73	1,1		17	15	19

Parkour Extreme pelissä testattavien sykkeet nousivat Torture tasolla 151-187 välille ja keskiarvo oli 175,45. Tasolla Inferno sykkeet nousivat 150-188 välille, keskiarvon ollessa 174,27 ja tasolla Final Countdown 159-196 välille ja keskiarvo oli 179,55.

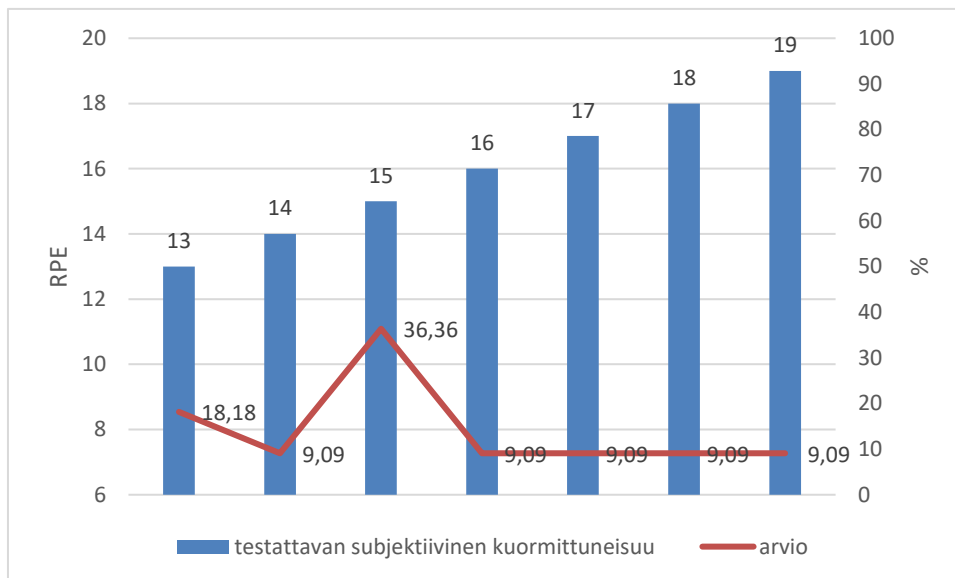
Hapenkulutus (%VO2max) oli Torture tasolla 67,5-86,1 välillä, keskiarvon ollessa 79,6 ja Inferno tasolla 65,9-87 välillä ja keskiarvo oli 78,56. Final Countdown tasolla hapenkulutus nousi 72,2-89,7 asti ja keskiarvo oli 81,6. MET kerrannaisina tarkastellen kaikki tasot ovat keskiarvollisesti 6-10 välillä, vastaten raskasta kuormittavuutta eli, esimerkiksi voisi verrata hölkkä 8 km/h.

Testattavan subjektiivinen kuormittuneisuus RPE oli tasolla Torture 13-17 välillä, keskiarvon ollessa 15,18 vastaten rasittavaa. Tasolla Inferno RPE oli myös välillä 13-17 ja keskiarvo oli 15,64. Tasolla Final Countdown RPE oli 15-19 välillä ja keskiarvolta 16,73.

8.6 Street Racing



Kuva 39. Street Racing testattavien sykkeet ja hapenkulutus (n=10).



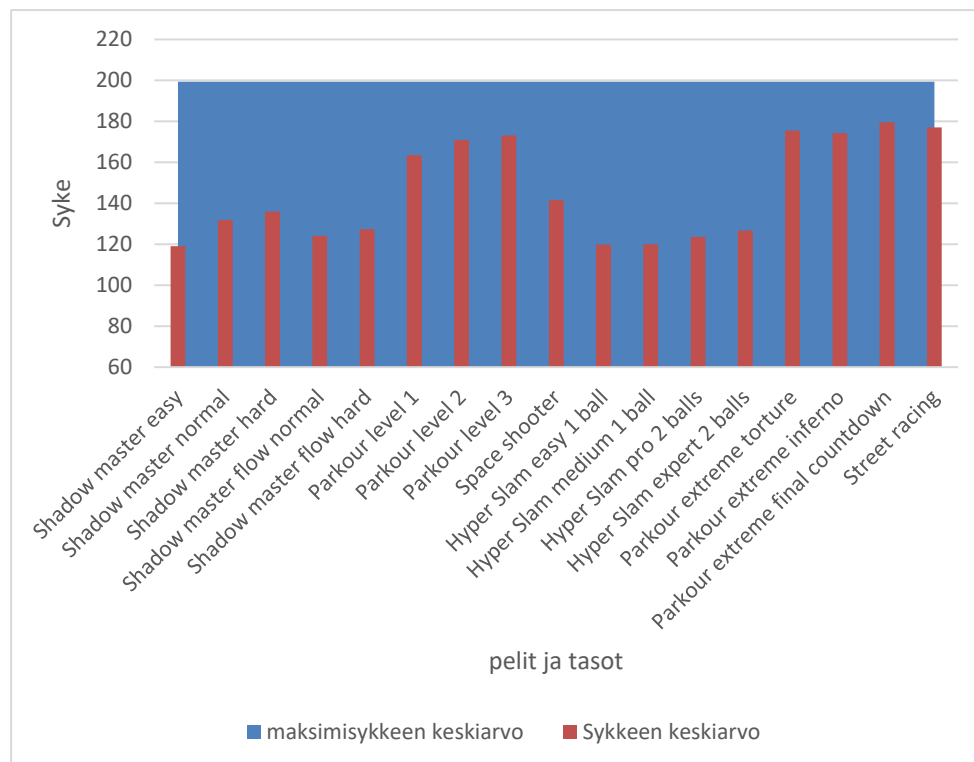
Kuva 40. Street Racing testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE (n=11).

Taulukko 17 Street Racing

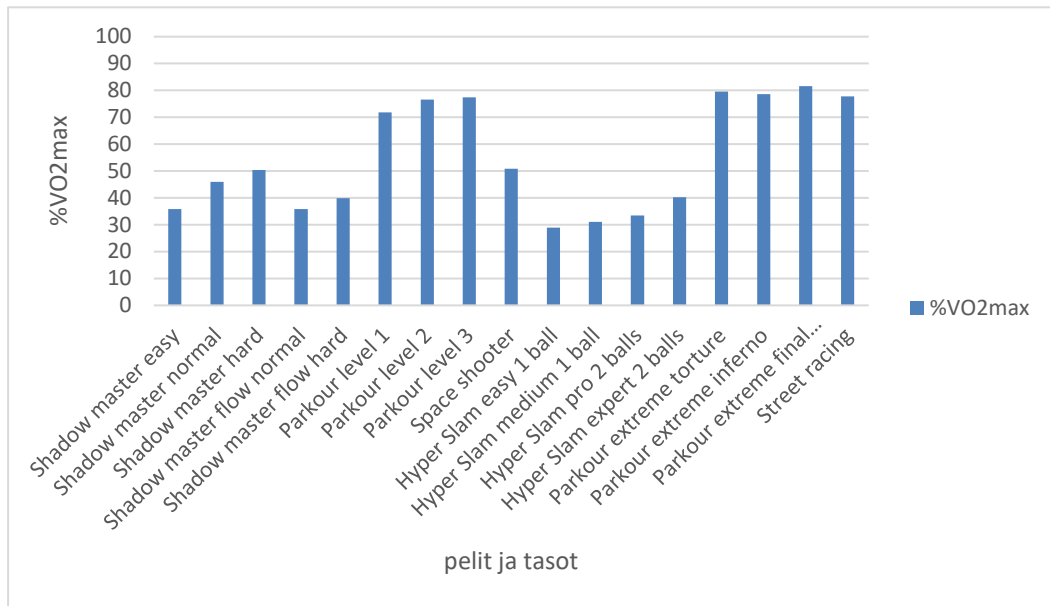
	n	kes- kiarvo	keskiha- jonta	moodi	medi- aani	minimi	maksimi
syke	10	177	11,97	171	176,5	157	197
%VO2max	10	77,74	6,33		77	66,6	86,5
RPE	11	15,45	1,92	15	15	13	19

Street Racing pelissä testattavien sykkeet nousivat 157-197 välille, keskiarvo oli 177. Happenkulutus (%VO₂max) nousi 66,6-86,5 välille ja keskiarvo oli 77,74. MET kerrannaisina peli vastaa kuormitukseltaan raskasta, ollen 6-10 MET. Testattavien subjektiivinen kuormittuneisuus RPE oli välillä 13-19 ja keskiarvo oli 15,45. RPE vaihteli tässä pelissä suuresti ollen alimmillaan vain 13 eli hieman rasittava ja korkeimmillaan hyvin, hyvin rasittava.

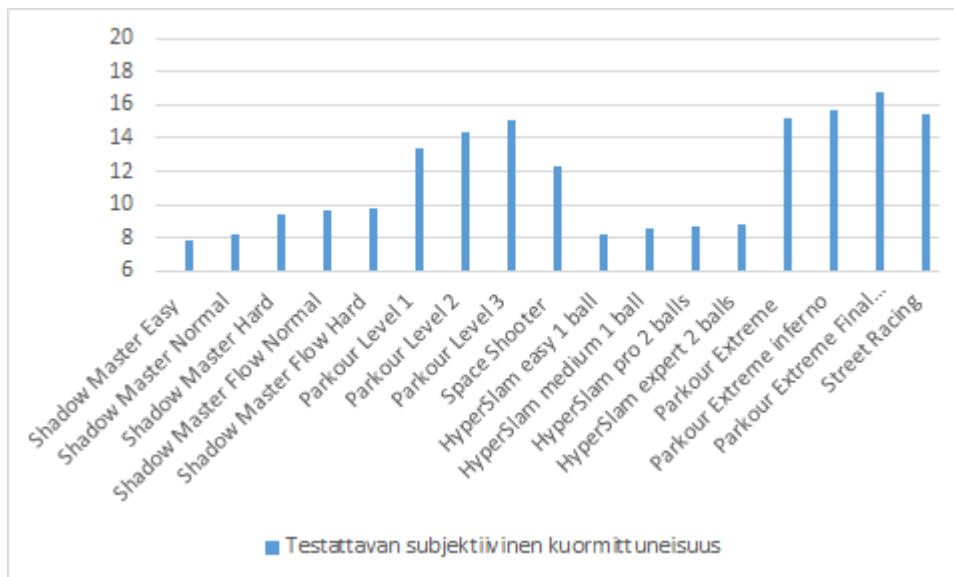
8.7 Yhteenveto



Kuva 41. Yhteenveto sykkeistä iWall pelejä pelatessa.



Kuva 42. Yhteenveto hapenkulutuksesta iWall pelejä pelatessa.



Testattavien maksimisyke oli keskiarvoltaan 199,36 ja kuvassa on nähtävissä testattavien sykkeen keskiarvo pelissä verraten maksimisykkeeseen. Kuviosta on nähtävissä, että Parkour, Parkour Extreme sekä Street Racing peleissä sykkeet nousevat eniten. Sama on nähtävissä kuvassa, jossa näkyy, että hapenkulutus (%VO2max) on suurimmillaan näissä peleissä.

iWall pelit ovat siis kuormituksiltaan hyvin erilaisia. Ne pelit, jotka ovat lähtökohtaisesti suunniteltu kuormittamaan sydän- ja verenkiertoelimistöä, myös nostavat sykettä. Peleissä, jotka on suunniteltu kehittämään muita ominaisuuksia, kuten Shadow Master, Space Shooter sekä HyperSlam syke ja kuormitus ei nouse niin korkeaksi.

Shadow Master, Space Shooter ja HyperSlam peleissä sykkeeseen vaikuttaa fyysisen kuormituksen lisäksi sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välityksellä muun muassa jännitys, erilaiset ympäristötekijät sekä nestetasapaino. Parasympaattisen hermoston vaikutus sykevaihteluun katoaa noin 50 %VO₂max tasolla. Tästä korkeammilla %VO₂max tasoilla syketaajuuteen vaikuttaa sympaattinen hermosto, ja myös testatessa tulokset ovat luotettavampia, mikäli kuormitus on yli 50 %VO₂max ja kuormitus ulottuu sympaattisen säätelyn alueelle. (Vuori ym, 2016. 112.)

Kun tarkastellaan pelien hapenkulutusta (%VO₂max) keskiarvoja ja verrataan niitä työsuorituksen kuormittavuuteen, ovat tulokset seuraavanlaisia. Shadow Master easy, sekä Shadow Master flow normal ja hard vastaavat kaikki kuormituksen laadulta kevyttä liikuntaa. Tasot normal sekä hard vastaavat keskiraskasta liikuntaa. Space Shooter vastaa myös keskiraskasta liikuntaa. HyperSlam pelissä muut tasot vastaavat kevyttä liikuntaa, mutta expert 2 balls vastaa keskiraskasta liikuntaa. Pelit Parkour, Parkour Extreme sekä Street racing vastaavat kaikki raskasta liikuntaa. (Sandström & Ahonen 2011, 113.)

Energiaa tuotetaan kaikilla energiantuottotavoilla samanaikaisesti. Energiantuottonopeus määrittelee sen, miten energiaa tuotetaan urheilusuorituksen aikana. Levossa rasvojen aerobinen hapettaminen riittää tuottamaan energiaa. Matalatehoisen liikunnan aikana energiaa tuotetaan rasvojen lisäksi aerobisesti hiilihydraateista. Suhde, kuinka suuri osa tulee rasvoista ja kuinka suuri osa hiilihydraateista riippuu kuormituksen tehosta. Kun lihasten energiantarve nousee 10-40 kertaiseksi hallitsevaksi energiantuottotavaksi nousee anaerobinen energiantuotto. Energiaa tuotetaan rinnakkain aerobisesti sekä anaerobisesti. Urheilusuorituksen teho ja kesto määrittelee sen, mikä on hallitseva tapa. (Mero ym 2016, 128-131.)

Testattavien sykealueet ja hapenkulutus perustuivat Firstbeat Sports ohjelman arvioon. Aerobisen sekä anaerobisen kynnyksen tarkka määrittäminen vaatii laktaattimittauksia testauksen aikana ja nämä kynnykset voivat vaihdella paljonkin henkilöstä riippuen. Tuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että pelit Shadow Master, Space Shooter sekä HyperSlam pelit ovat olleet kuormitukseltaan sellaisia, että pääasiallinen energiantuotto on tapahtunut aerobisesti. Parkour, Parkour Extreme sekä Street Racing peleissä energiantuotto on joidenkin pelaajien kohdalla ollut anaerobista, tämä on pääteltävissä kuormituksen suuruudesta.

MET-kerrannaisina ajateltuna Parkour, Parkour Extreme sekä Street Racing vastasivat kaikki kuormittavuudeltaan raskasta, eli sitä voisi verrata hölkkään 8 km/h. Shadow Master pelit ylsivät lähestulkoon joka tasolla kevyeen kuormittavuuteen, pois lukien easy sekä

flow normal tasot, jotka jäivät muutaman kymmenyksen päähän jääden näin fyysisen passiivisuuden puolelle. Space Shooter vastasi kuormitukseltaan kevyttä, kuten myös Hyper Slam expert 2 balls. Muut Hyper Slam tasot vastasivat MET-kerrannaisina fyysistä passiivisuutta, jääden hapenkulutuksessa (%VO₂max) alle 36 ja ollen näin MET-kerrannaisina 1-2. (Sandström & Ahonen 2011, 75.)

9. LUOTETTAVUUS

Tutkimuksen tarkoituksena on saada luotettavaa tietoa. Mittauksen onnistumista kuvataan realibiliteetti, sekä validiteetti käsitteiden avulla. Realibiliteetti tarkoittaa sitä, että samat tulokset saataisiin toistettaessa tutkimus eikä saadut tulokset johdu sattumasta. Validiteetti tarkoittaa mittarin tarkkuutta, eli onko käytetty oikeaa mittaria ja mitattu oikeita asioita.

Reliabiliteetti eli mittauksen pysyvyys tarkoittaa sitä, että jos mittaukset tehtäisiin uudelleen, olisi tulokset samat. (Kananen 2011, 119). Tämän tutkimuksen kohdalla ei täysin samaa tulosta luultavimmin saa, vaikka testattavat henkilöt olisivat samat. Ja jos koehenkilöt eivät olisi samat, voisi tuloksissa tulla vielä suurempia eroja. Tällä tarkoitan sitä, että sykkeet ja hapenkulutus eivät nousisi välttämättä aivan samalle tasolle ja sykealueissa on niin paljon henkilökohtaisia eroja, että eri henkilöiden ollessa kyseessä, tulokset muuttuisivat hieman. Uskon, että MET kerrannaisina tulokset eivät kuitenkaan kovin paljon eroaisi, sillä siinä on mittari jo hieman laajempi ja useat tulokset osuvat samaan kategoriaan. Myös korkeampisykkeisten eli kuormittavimpien pelien kohdalla tulokset eivät luultavimmin kovin paljon muuttuisi. Toki eroja voisi siinäkin olla, mikäli jonkun henkilön kohdalla iästä laskettu syke ja VO₂max ovat kovin paljon pienemmät tai suuremmat, kuin todellisuudessa.

Reliabiliteetista voidaan tarkastella kahta osatekijää stabiliteettia ja konsistenssia. Stabiliateetti on mittarin pysyvyyttä ajassa ja konsistenssi yhtenäisyyttä. (Kananen 2011, 119-120). Stabiliateetti on mielestäni tutkimuksen kohdalla olemassa, vaikka uusintamittauksia ei tulla suorittamaan. Fyysinen kuormitus tulee aina aiheuttamaan samanlaisen reaktion ihmisessä, eli syke ja hapenkulutus nousevat samassa suhteessa kuormituksen kanssa. Konsistenssia voisi tarkastella mielestäni tutkimuksessa sillä, että jokaisen pelin jokaisesta tasosta on tehty mittaukset Firstbeat mittarilla ja lisäksi testattava on arvioinut subjektiivista kuormittuneisuuttaan, eli hän on tehnyt RPE-asteikon mukaisen arvion kuormituksesta.

Validiteetti kuvaa sitä, onko tutkimuksessa onnistuttu mittaamaan sitä, mitä on alun perin ollut tarkoitus mitata. Eli onko tutkimuksen kysymykset ja aseteltu onnistuneet ja onko niistä saatujen tulosten avulla saatu ratkaisu tutkimusongelmaan. (Heikkilä 2014, 177.) Validiteettia voidaan kuvata myös sanalla pätevyys. Validiteetilla on myös alakäsitteitä, joiden avulla tutkimuksen validiteettia voi tarkastella. (Kananen 2011, 121.)

Sisäinen validiteetti tarkoittaa syy-seuraussuhdetta. Tutkimuksessa ei pyritty löytämään syitä fyysisen kuormittuneisuuden eri asteille, eli näitä ei tarkasteltu. Ulkoinen validiteetti tarkoittaa yleistettävyyttä. Uskoisin, että tulokset olisivat samansuuntaiset, mikäli tutkimus toistettaisiin saman ikäisille ja saman aktiivisuusluokan omaaville henkilöille. Mikäli testattavat olisivat eritaustaisia, kuin tämän koeryhmän henkilöt, niin tulokset voisivat muuttua molempiin suuntiin. Sisältövaliditeetti tarkoittaa sitä, että tutkimustulokset ovat seurausta käytetyistä muuttujista. Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata virtuaalisten liikuntapelien kuormittavuutta ja sitä lähdettiin tarkastelemaan sekä sykemittausten että testattavan subjektiivisen kuormittuneisuuden kautta, joten mielestäni mittarit olivat oikein valittu, eikä kesken tutkimuksen tarvinnut pohtia, tulisiko niitä vaihtaa tai, että ne eivät olisi toimivat. (Kananen 2011, 121-122.)

Kriteerivaliditeetti tarkoittaa sitä, että muiden samantyyppisten tutkimusten tuloksia tarkastellessa, tulokset ovat samansuuntaiset (Kananen 2011, 123). Kun lähdin tekemään tätä opinnäytetyötä, etsin paljon tietoa vastaavanlaisista mittauksista, mutta tutkimuksia ei ole paljon tehty. Yleistettävyyttä ei siis voinut tehdä, eikä etukäteen voinut tietää, millaisia tuloksia tutkimuksessa tulee ja mitä asioita esille nousee.

Luotettavuutta tutkimukselle olisi tullut siitä, jos testattavilta olisi ensin testattu heidän lepo- ja maksimisykkeensä sekä aerobinen ja anaerobinen kynnys. Niiden perusteella olisi voinut kuormittavuutta mitata luotettavammin, kuin laskennallisiin arvoihin perustuen ja tällöin olisi myös voinut tarkastella tuloksia paremmin sen kannalta, millä tavalla energian tuotto tapahtuu kyseisessä pelissä. Tämän tutkimuksen tuloksissa on se mahdollisuus, että jonkun testattavan henkilön maksimisyke eroaa paljon laskennallisesta maksimisykkeestä ja se voi vaikuttaa tulokseen.

Luotettavuutta olisi myös voinut tulla, mikäli testattavia olisi ollut enemmän. Tulokset olivat nyt melko samansuuntaisia ja se kävi selväksi tästä otoksesta, että pienemmällä kuormituksella parasympaattisen hermoston vaikutus näkyy tuloksissa ja tulokset ovat hajanaiset, kun taas suuremmilla kuormituksilla, parasympaattisen hermoston vaikutus häviää ja sykkeet tasoittuvat lähemmäksi toisten testattavien sykkeitä. Mikäli testattavia olisi ollut enemmän, uskon, että tämä olisi näkynyt vielä selvemmin.

10. POHDINTA

Opinnäytetyössä esille tulleet tulokset ovat olleet mielenkiintoisia. Virtuaaliset liikuntapelit voivat aiheuttaa eri asteista fyysistä kuormitusta pelistä riippuen. Ne pelit, jotka on tarkoitettu rasittamaan hengitys- ja verenkiertoelimistöä, myös tekivät niin. Ne pelit, jotka on suunniteltu kehittämään muita ominaisuuksia, kuten koordinaatiota, tasapainoa sekä reaktionopeutta, eivät aiheuta niin suurta kuormitusta.

Tuloksissa hieman yllätti se, että näissä peleissä oli tuloksissa suuria eroja testattavien kesken. Mittaustilanteessa kyllä jo näki, jos joku testattavista kuormittui enemmän, esimerkiksi pelaamalla peliä koko vartalolla. Myös innostuneisuus ja kilpailutilanteet vaikuttivat sykkeen nousuun. Yksi henkilö pelasi osan peleistä konetta vastaan ja kun kilpailutilannetta ei syntynyt, ei raskuukaan noussut niin suureksi. Voidaankin päätellä, että pelityyllillä ja innostumisella on merkitystä kuormituksen suuruuteen peleissä, joissa parasymptaattinen hermosto vaikuttaa sykkeeseen sympaattista hermostoa enemmän.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli alusta alkaen saada selville kuinka kuormittavia digitaaliset liikuntapelit ja nimenomaan virtuaaliset iWall pelit ovat. Pohdin alussa sopivaa mittaustapaa, kuinka saisin tämän selville parhaiten. Olen tyytyväinen, että valitsin Firstbeat mittarin mittaukseen. Mittauksia tehdessä tarkistimme monta kertaa, että testattavilla on mittarit pysyneet paikoillaan. Mittaukset onnistuivat hyvin. Vain yhdellä testattavalla oli irronnut mittari viimeisen pelin aikana, ja siitä ei siis saatu tulosta. Olen tyytyväinen mittarin valintaan ja en usko, että olisin saanut luotettavampaa tulosta muulla mittarilla. Mielestäni myös tutkimusongelman ja alaongelmien asettelu oli onnistunut ja mittausten avulla saatiin vastaukset ongelmiin.

Opinnäytetyön rajaaminen oli välttämätöntä, että aihe ei leviä liian laajaksi ja siten pystyn keskittymään tutkimuksen kannalta oleellisiin asioihin. Alussa oli ajatuksena, että tulosten perusteella olisin voinut suunnitella ohjelmia erilaisiin tarkoituksiin, kuten mitkä pelit sopivat hyvin kuntosalin alkulämmittelyksi ja mitkä niin sanottuun rasvanpolttoon tai peruskunnon kohottamiseen. Aihe on kuitenkin laaja ja vaatisi vielä teoriapohjaa lisää, joten päätin jättää sen kokonaan pois. Jatkossa se voisi olla jollekin toiselle mielenkiintoinen opinnäytetyön aihe. Siitä voisi tehdä myös sovelluksen, jonka avulla voi suunnitella itselleen sopivan harjoittelun yhdistelemällä pelejä eri järjestykseen.

Mittarin valitsemiseen käytin alussa aikaa ja päädyin Firstbeat mittariin sen monipuolisuuden vuoksi. Lisäksi mittarit ja Firstbeat ohjelmisto oli saatavilla tutkimukseen hyvin. Toimeksiantaja halusi tietää sykkeet, joilla pelejä pelataan. Mietin, mitä muuta tutkimuksen kannalta olisi oleellista selvittää. Päädyin ottamaan sykkeen lisäksi tarkempaan selvittelyyn hapenkulutuksen (%VO₂max) ja testattavan subjektiivisen kuormittuneisuuden (RPE).

Firstbeat mittarilla voi mitata myös muun muassa sykevälivaihtelua ja EPOC-lukemia eli harjoituksen jälkeistä ylimääräistä hapenkulutusta. Koin haastavana sen, että pelejä ei pelattu niin sanotusti yhteen putkeen, vaan välissä pidettiin aina tauko, jolloin sykkeet pääsivät laskemaan. Näin tehtiin sen vuoksi, että tulokset sykkeistä saataisiin mahdollisimman luotettavasti eri peleistä ja tasoista. Tulosten analysoinnissa olikin haastavaa se, että kokonaistuloksiin tuli mukaan myös tauot. Lisäksi materiaalia tuli jo niin paljon, että päätin jättää muut selvittelyt pois tästä tutkimuksesta. Koenkin, että jatkotutkimus aiheesta olisi mielenkiintoinen. Silloin voisi suunnitella ohjelman, jossa pidettäisiin lyhyemmät palautumiset ja pelit pelattaisiin harjoitusmielessä, ja tuloksista analysoitaisiin sykevälivaihtelua ja EPOC-lukemaa. Eli tutkittaisiin kokonaiskuormitusta harjoituksesta, eikä peli- ja tasokohtaista kuormitusta

Olen oppinut opinnäytetyöprosessin aikana paljon uutta. Valitsin aiheen, joka ei ollut itselleni ennestään tuttu ja koin mielenkiintoisena päästä tutustumaan itselleni uuteen aiheeseen. Opin uutta sekä digitaalisista liikuntapeleistä, mutta myös fyysisen kuormituksen mittaamisesta. En ollut aiemmin myöskään tehnyt kvantitatiivista tutkimusta tässä mitta-kaavassa ja sen prosessin oppiminen oli myös itselleni tärkeää. Olen tyytyväinen, että haastoin itseäni ja valitsin itselleni uusia aiheita ja pääsin sitä kautta kehittämään itseäni.

Lähteet

- Bjälle, J., Haug, E., Sand, O., Sjaastad O & Toverud K. 2002. Ihminen Fysiologia ja anatomia. Helsinki. Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Energy Expenditure and Intensity in Health Young Adults during Exergaming. DOI 10.5993/AJHB.39.4.12
- Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. Edita Publishing Oy. Helsinki.
- Hämäläinen, K., Danskanen, K., Hakkarainen, H., Lintunen, T., Forsblom, K., Pulkkinen, S., Jaakkola, T., Pasanen, K., Kalaja, S., Arajärvi, P., Lehtoviita, T. & Riski, J. 2015. Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. Lahti. VK-Kustannus Oy.
- Kananen, J. 2011. Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja- sarja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Kari, T. 2017a. Digitaaliset liikuntapelit – huvia ja terveyshyötyä. Liikunta ja tiede 54.
- Kari, T. 2017b. Exergaming Usage: Hedonic and Utilitarian Aspects. Väitöstutkimus. University of Jyväskylä. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-6956-1>
- Keskinen, K., Häkkinen, K & Kallinen, M. 2010. Kuntotestauksen käsikirja, 2. uudistettu painos. Helsinki. Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Mero, A., Nummela, A., Kalaja, A. & Häkkinen K. 2016. Huippu-urheiluvalmennus- Teoria ja käytäntö päivittäisessä valmennuksessa. Lahti. VK-Kustannus Oy.
- Michael, D. & Chen, S. 2006. Serious Games: Games That Educate, Train and Inform. Boston. Thomson Course Technology PTR.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 1997. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Porvoo-Helsinki-Juva. Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Rieger, T., Naclerio, F., Jimenez A. Moody J. 2016. Toim. Langinkoski, A. & Lappalainen, J. Liikuntafysiologian perusteet. Helsinki. Fitra Oy.

Sandström, M & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti. VK-Kustannus Oy.

Suni, J. & Taulaniemi A. toim. 2012. Terveyskunnan testaus – Menetelmä terveystuotannon edistämiseen. Tampere. UKK-instituutti ja Sanoma Pro Oy.

Vuori, I. Taimela, S & Kujala U. 2016. Liikuntalääketiede. Helsinki. Kustannus Duodecim Oy.

Bogost, I. The Rhetoric of Exergaming. The Georgia Institute of Technology. Viitattu 10.7.2018. <http://bogost.com/downloads/i.%20boogst%20the%20rhetoric%20of%20exergaming.pdf>

Graham, C., Perron, R., Feldman J & Hall, E. Does Exergaming Achieve the Same Levels of Fitness Intensity as Unstructured Activity? Viitattu 16.7.2018 <http://www.kon.org/urc/v10/graham.htm>

Graf, D., Pratt, L., Hester, C. & Short, K. 2009. Playing Active Video Games Increases Energy Expenditure in Children. Viitattu 16.7.2018. <http://pediatrics.aappublications.org/content/124/2/534.short>

Kari, T. 2015. Voidaanko digitaalisilla liikuntapeleillä edistää fyysistä aktiivisuutta ja kuntoa? Systemaattinen katsaus. Viitattu 16.7.2018. https://www.researchgate.net/publication/278301645_Voidaanko_digitaalisilla_liikuntapeleilla_edistaa_fyysista_aktiivisuutta_ja_kuntoa_Systemaattinen_katsaus

CSE Entertainment <https://cse.fitness/fi/>

Firstbeat <https://www.firstbeat.com/fi/>

Firstbeat Sports Käyttöopas <https://www.firstbeat.com/wp-content/uploads/2015/10/Firstbeat-SPORTS-Kayttoopas.pdf>

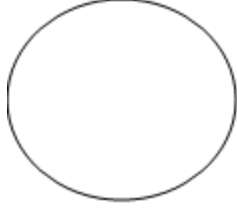
iWall <https://iwall.fitness>

Nintendo <https://www.nintendo.com/corp/history.jsp>

Training Impulse <http://www.trainingimpulse.com/>

UKK-instituutti. <http://www.ukkinstituutti.fi/>

Tällä tutkimuksella selvitetään, kuinka fyysisesti kuormittavia exergaming pelit ovat. Tutkimusaineistona käytetään syketietoja iWall pelejä pelaavilta aktiiviliikkujilta. Syketiedot mitataan Firstbeat mittareilla, jotka keräävät tietoa harjoituksen ajalta.



Kyselylomakkeella kerätään tietoja, joita tarvitaan syketietojen analysoinnissa sekä tietojen tallentamisessa Firstbeat Sports järjestelmään. Kun tiedot on tallennettu ja analysoitu Firstbeat Sports ohjelmalla, ne käsitellään nimettöminä tutkimuksen eri vaiheissa.

NIMI _____

SYNTYMÄAIKA _____

PITUUS _____

PAINO _____

AKTIIVISUUSLUOKKA _____

Max HR (maksimisyke) _____

Min HR (leposyke) _____

mitattu

arvio

ei tietoa

ONKO SINULLA SAIRAUKSIA TAI SÄÄNNÖLLISIÄ LÄÄKITYKSIÄ?

EI

KYLLÄ

MITÄ? _____

- Select the Activity Class that best describes your general level of training (aerobic training and heavy physical workload) during the past two to three months.
- If your training has changed significantly during that period (increased or decreased), use a longer time period as a reference in the selection, e.g., during the last three to four months.
- After selection of the initial Activity Class, please check the remarks below the table to see that your selection reflects your fitness level correctly.

Typical training description	Typical training frequency	Time spend in week training	Activity class
No exercise	-	-	0
Light exercise occasionally	Once every two weeks	Less than 15min	1
		Less than 30min	2
Regular training	Once a week	~30min	3
		~45min	4
		45min to 1h	5
	2-3 /week	1 to 3h	6
		3 to 5h	7
		5 to 7h	7.5
Training daily	Almost daily	7 to 9h	8
		9 to 11h	8.5
	Daily	11 to 13h	9
		13 to 15h	9.5
		More than 15h	10

Remember this when selecting or adjusting your personal activity class:

You'll need to reselect your activity class when:

- You have not trained for a few weeks.

You may select your activity class 1 to 2 classes higher when:

- You have trained regularly for years and have then significantly decreased your training during the past few months or a year.
- You have been a competitive athlete previously but now train much less.
- Prolonged heavy training has improved your endurance and you are better prepared for training than what your recent history may reflect.

Please note that training frequency and duration presented in table are only averages. There are differences in training response between persons of the same activity history. If you find a certain activity class suitable for yourself, you have the option to keep it even if the activity description does not fully match your training history.

The time spent in training that is presented in the table, is for making the selection of activity class easier.

Miltä harjoitusliikkeen rasitus tuntuu?

6	
7	hyvin, hyvin kevyt
8	
9	hyvin kevyt
10	
11	kevyt
12	
13	hieman rasittava
14	
15	rasittava
16	
17	hyvin rasittava
18	
19	hyvin, hyvin rasittava
20	en jaksa enää

TESTATTAVAN SUBJEKTIIVINEN KUORMITTUNEISUUS (RPE)

PELI	TASO	RPE
SHADOW MASTER	1	
	2	
	3	
SHADOW MASTER FLOW	1	
	2	
PARKOUR	1	
	2	
	3	
SPACE SHOOTER	1	
HYPERSLAM	1	
	2	
	3	
	4	
PARKOUR EXTREME	1	
	2	
	3	
STREET RACING	1	