

# **KIIHTYVYYSANTUREIDEN VERTAILU FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MITTAAMISESSA ALAKOULUIKÄISILLÄ**

Soile Strandman

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma

Kevät 2012

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat: Taija Juutinen

Tuija Tammelin

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO .....	6
2 FYYSINEN AKTIIVISUUS.....	8
2.1 Määritelmät .....	8
2.1.1 Fyysinen aktiivisuus.....	8
2.1.2 Fyysinen kunto ja liikunta.....	10
2.2 Fyysinen aktiivisuus elämänkaaren aikana .....	10
2.3 Fyysisen aktiivisuuden vaikutukset kasvuun ja kehitykseen .....	12
2.4 Fyysisen aktiivisuuden vaikutukset terveyteen.....	15
3 FYYSISEEN AKTIIVISUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ LAPSILLA JA NUORILLA .....	19
3.1 Biologiset tekijät .....	19
3.2 Psykologiset tekijät .....	20
3.3 Sosiaaliset tekijät.....	21
3.4 Fyysiset tekijät .....	21
4 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MITTAAMINEN.....	23
4.1 Kyselytutkimukset ja haastattelut .....	23
4.2 Päiväkirjat .....	24
4.3 Havainnointi.....	25
4.4 Askeleiden mittaus.....	25
4.5 Sykkeen mittaus .....	26
4.6 Kaksoismerkitty vesi.....	27
4.7 Kiihtyvyyden mittaus.....	28
4.7.1 Kiihtyvyys .....	28
4.7.2 Kiihtyvyysanturit .....	28
4.7.3 Kiihtyvyyssignaalin käsittely.....	30
4.7.4 Aktiivisuusluvut.....	31
4.7.5 Kiihtyvyysantureiden vertailu.....	32
5 TUTKIMUSONGELMAT.....	35
6 MENETELMÄT .....	36
6.1 Koehenkilöt.....	36
6.2 Mittausprotokolla .....	37

6.3 Mittaukset.....	37
6.3.1 Kehonkoostumusmittaus .....	37
6.3.2 Fyysisen aktiivisuuden mittaus .....	38
6.3.3 Aktiivisuuspäiväkirja .....	40
6.3.4 Havainnointi.....	40
6.3.5 Analyysit .....	40
7 TULOKSET .....	42
7.1 Kiihtyvyyssmittareiden väliset erot .....	42
7.1.1 Fyysisen aktiivisuuden mittaus .....	42
7.1.2 Liikunnan harrastamisen vaikutus .....	47
7.1.3 Askeleiden mittaus .....	51
7.1.4 USB accelerometer X6-1A .....	53
7.2 Fyysisen aktiivisuuden mittaus .....	55
7.2.1 Sukupuolten väliset erot.....	56
7.2.2 Aktiivisuuspäiväkirjat .....	57
7.2.3 Havainnointi.....	58
7.2.4 Liikuntatunnin vaikutus .....	60
8 POHDINTA .....	62
8.1. Kiihtyvyyssmittareiden väliset erot .....	62
8.2. Fyysisen aktiivisuuden mittaus .....	65
8.3. Aktiivisuuspäiväkirjat ja havainnointi .....	67
8.4. Yhteenveto .....	69
LÄHTEET.....	70

## TIIVISTELMÄ

Strandman, Soile 2012. Kiihtyvyyssantureiden vertailu fyysisen aktiivisuuden mittaamisessa alakouluikäisillä. Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, 82 s.

Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata viidesluokkalaisten lasten päivittäistä fyysistä aktiivisuutta ActiGraph ja Polar Active kiihtyvyyssmittareilla ja verrata keskiraskaalla tai sitä raskaammalla aktiivisuustasolla vietettyä aikaa mittareiden välillä. Tarkoituksena oli löytää kiihtyvyyssmittareiden välille sovite, jonka avulla mitatut fyysisen aktiivisuuden kestot saadaan muutettua toisiaan vastaavaksi. Lisäksi mitattuja fyysisen aktiivisuuden kestoja verrattiin lasten täyttämiin fyysisen aktiivisuuden päiväkirjoihin. Tutkimukseen osallistui 30 koehenkilöä (20 tyttöä, 10 poikaa). Yhden koehenkilön mittaukset kestivät kolme peräkkäistä vuorokautta. Ensimmäisenä mittauspäivänä mitattiin pituus ja kehonkoostumus, varustettiin oppilaat kiihtyvyyssmittareilla ja sykemittarilla sekä jaettiin aktiivisuuspäiväkirjat ja ohjeistettiin niiden täytössä. Oppilaita kehoitettiin jatkamaan arkeaan normaalisti mittareiden kanssa. Seuraavien mittauspäivien aamuina oppilaat kävivät tutkijoiden luona tarkistuttamassa, että kaikki mittauksiin liittyvät asiat olivat kunnossa.

ActiGraphilla ja Polar Activella mitatun keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrien välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ( $p < 0.001$ ). Sovitteeksi mittareiden välille saatiin kaava  $y = 0.635x + 38$ , missä  $y$  on Polar Activella mitatun keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrä (min) ja  $x$  on vastaavasti ActiGraphin antama kesto. Päivinä, jolloin erityistä liikuntaa ei ollut harastettu, sovitteeksi saatiin  $y = 0.633x + 24$  ja mittauspäivinä, jolloin liikuntaa oli harastettu, saatiin sovitteeksi  $y = 0.659x + 42$ . Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Polar Activella mitattuna sekä fyysisen aktiivisuuden kesto että askeleiden määrä on keskimäärin ActiGraphilla mitattua suurempaa, muttei systemaattisesti, sillä hajonta oli suurta. Tutkimuksesta tehtiin myös toinen pro gradu -työ, jossa Heini Wennman tutki fyysisen aktiivisuuden vaikutuksia sykevälivaihteluun/sydämen autonomiseen toimintaan.

Avainsanat: Fyysinen aktiivisuus, kiihtyvyys, kiihtyvyyssmittari

# 1 JOHDANTO

Fyysinen aktiivisuus voidaan määritellä tahdonalaisten lihasten tuottamaksi kehon liikkeeksi, joka lisää merkittävästi energiankulutusta lepotilaan verrattuna (Caspersen ym. 1985, Pate ym. 1995). Fyysinen aktiivisuus on tärkeää lasten normaalin kasvun ja kehittymisen kannalta (Baxter-Jones ym. 2008). Liikunta lisää rasvattoman massan määrää (Baxter-Jones ym. 2008., Völgyi, 2010), vahvistaa luita (Hills ym. 2007) ja kehittää lasten kognitiivisia ja motorisia taitoja (Rowland 2007). Lisäksi fyysinen aktiivisuus pienentää riskiä sairastua sydän- ja verisuonitauteihin (O'Donovan ym. 2010), vähentää masennusta ja stressiä sekä parantaa itsetuntoa ja keskittymiskykyä (Hills ym. 2007). Tutkimusten mukaan lapsuuden aikainen aktiivisuus ennustaa aktiivisuutta myös myöhemmällä iällä (Hallal ym. 2006).

Fyysisen aktiivisuuden arviointimenetelmät voidaan jakaa subjektiivisiin ja objektiivisiin menetelmiin. Kyselyt, haastattelut, aktiivisuuspäiväkirjat ja havainnointi ovat subjektiivisia menetelmiä. Objektiivisiä menetelmiä ovat askelmittarit, kiihtyvyyssmittarit, sykemittarit sekä kaksoismerkitty vesi. Kiihtyvyyssmittarit ovat käytetyin mittaustapa nuorten fyysisen aktiivisuuden arvioimisessa. (Corder ym., 2008.) Ne ovat pieniä ja helppokäyttöisiä ja niillä pystytään arvioimaan fyysisen aktiivisuuden kestoa, tyyppiä ja intensiteettiä (Sirard ym., 2001).

Tutkimusten mukaan lasten fyysinen aktiivisuus on vähentynyt niin koulussa kuin vapaa-ajallakin (Sigmundova ym. 2011). Lisäksi television ja pelikoneiden äärellä vieteään liian paljon aikaa. Siksi onkin tärkeää saada käytännössä tietoa lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden määrästä. Valtakunnallisessa Liikkuva koulu -hankkeessa mitataan lasten fyysistä aktiivisuutta kahdella eri kiihtyvyyssmittarilla, lantiolla pidettävällä ActiGraphilla ja ranteessa pidettävällä Polar Activella. ActiGraph kiihtyvyyssmittaria on käytetty tutkimuksissa ympäri maailmaa fyysisen aktiivisuuden mittaamiseen, mutta lähivuosina kehitetty liikunta-aktiivisuusmittari Polar Active on suunniteltu lasten ja nuorten jokapäiväisen liikunta-aktiivisuuden mittaamiseen. Siten lasten ja heidän vanhempiansa on helppo seurata suoraan mittarin näytöltä täyttyykö suositusten mukainen liikunta-aktiivisuuden määrä päivän aikana.

Tässä pro gradu -tutkielmassa mitattiin viidesluokkalaisten oppilaiden päivittäistä fyysistä aktiivisuutta ActiGraph ja Polar Active mittareilla, jotta voitiin verrata miten keskiraskaalla tai sitä raskaammalla aktiivisuustasolla vietetty aika vastasi toisiaan kyseisten mittareiden välillä. Oli tärkeää löytää mittareiden välille sovite, jonka avulla aiemmissa tutkimuksissa mitatut fyysisen aktiivisuuden kestot voidaan muuttaa yhtenäisiksi. Lisäksi verrattiin kiihtyvyyssmittareilla mitattuja fyysisen aktiivisuuden kestoja lasten täyttämiin fyysisen aktiivisuuden päiväkirjoihin. Edellä mainittujen mittareiden lisäksi fyysistä aktiivisuutta mitattiin kolmelta koehenkilöltä myös USB accelerometer X6-1A kiihtyvyyssmittarilla. Tarkoituksena oli selvittää kuinka kauan aktiivisuutta esiintyi milläkin kiihtyvyyalueella.

## 2 FYYSINEN AKTIIVISUUS

### 2.1 Määritelmät

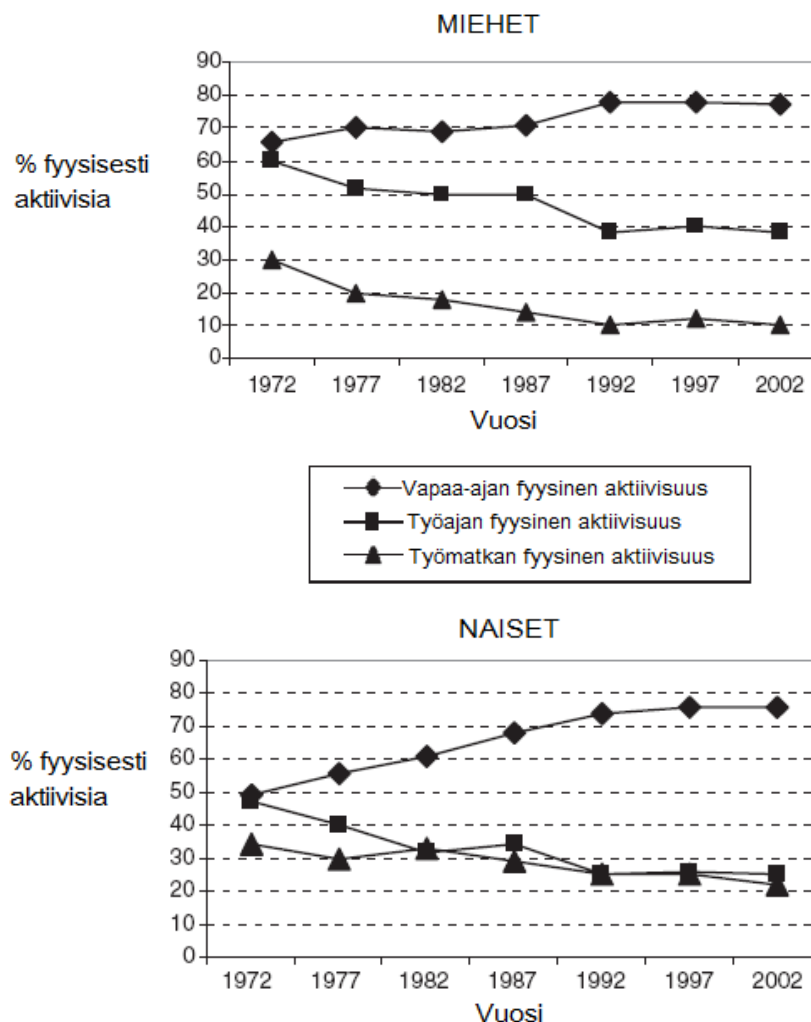
#### 2.1.1 Fyysinen aktiivisuus

Fyysinen aktiivisuus määritellään tahdonalaisten lihasten tuottamaksi kehon liikkeeksi, jonka seurauksena energiankulutus kasvaa suuremmaksi kuin lepotilassa (Caspersen ym. 1985, Pate ym. 1995, Vuori ym. 2005). Kokonaisenergiankulutukseen vaikuttaa fyysisen aktiivisuuden tyyppi, kesto, intensiteetti ja kuinka usein fyysistä aktiivisuutta esiintyy (Corder ym. 2008). Fyysinen aktiivisuus voidaan jakaa vapaa-ajan arkiaktiivisuuteen, liikuntaan ja aikuisilla työajan aktiivisuuteen (Fogelholm ym. 2005, Kesäniemi ym. 2001). Fyysinen aktiivisuus voidaan jakaa myös intensiteettitason mukaan kevyeen, kohtalaiseen ja raskaaseen aktiivisuuteen (Caspersen ym. 1985).

Fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä voidaan mitata energiankulutuksen avulla. Intensiiteetin tasoa kuvataan yleensä MET-yksiköillä, jolloin yksi MET vastaa lepoenergiankulutusta. Hapenkulutuksen avulla ilmaistuna 1 MET on noin 3,6 ml/kg/min. Fyysisen aktiivisuuden kasvaessa kaksinkertaiseksi energiankulutukseltaan on intensiteetin taso kaksi MET:iä. (Corbin & Pangrazi 1996.) Energiankulutuksen ollessa kolme MET:iä tai vähemmän luokitellaan aktiivisuus kevyeksi, kuten hidas kävely, venyttely tai keilaaminen (Pate ym. 1995). Neljästä kuuteen MET:in intensiteettitaso vastaa kohtalaista aktiivisuutta kuten reipasta kävelyä. Seitsemän MET:iä tai sen yli olevat luvut määritellään raskaan intensiteetin aktiivisuudeksi. (Corbin & Pangrazi 1996.)

Fyysisen aktiivisuuden vastakohta on fyysinen inaktiivisuus. Liikuntalääketieteessä sillä ei kuitenkaan tarkoiteta täydellistä lihasten käyttämättömyyttä tai lepotilaa vastaavaa energiankulutusta, vaan niin vähäistä fyysistä aktiivisuutta, millä elimistön rakenteet ja toiminnot eivät säily normaalilla tasolla. Fyysistä inaktiivisuutta on esimerkiksi se, kun lihasten supistaminen on liian heikkoa tai vähäistä lihasten voiman ja kestävyuden säilyttämiseksi. (Vuori ym. 2005.)

Viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana suomalaisten fyysinen aktiivisuus on muuttunut elämäntapojen sekä koko yhteiskunnassa tapahtuneiden muutosten vuoksi. Suomessa työhön liittyvä fyysinen aktiivisuus on laskenut samalla kun vapaa-ajan fyysinen aktiivisuus on lisääntynyt. (Borodulin ym. 2007.) Samanlaisia tuloksia on saatu myös kanadalaisessa tutkimuksessa (Craig ym. 2004). Suurimmat muutokset fyysisessä aktiivisuudessa ovat tapahtuneet 1970- ja 1980-luvuilla. Fyysisesti vaativat ammatit kuten maanviljely on vaihtunut kevyeen toimistotyöhön ja koneellistumisen myötä työtehtävät vaativat vähemmän fyysistä panosta. Työmatkoihin liittyvä fyysinen aktiivisuus on vähentynyt autojen määrän lisääntyessä. Fyysisesti kevyempi työ on kuitenkin innostanut harrastamaan enemmän vapaa-ajalla liikuntaa ja siten lisännyt vapaa-ajan fyysistä aktiivisuutta (ks. kuva 1). (Borodulin ym. 2007.)



KUVA1. Vapaa-ajan, työajan ja työmatkan fyysisen aktiivisuuden kehitys 30 vuoden aikana naisilla ja miehillä (mukailtu Borodulin ym. 2007).



### **2.1.2 Fyysinen kunto ja liikunta**

Fyysistä kuntoa ei määritetä päivittäisen energiankulutuksen mukaan, vaan yleensä sillä tarkoitetaan maksimaalista hapenottokykyä tai kykyä suorittaa esimerkiksi tietty määrä vatsalihasliikkeitä. Hyvä fyysinen kunto on yhteydessä positiivisiin terveysvaikutuksiin aikuisilla. Lapsilla fyysisen kunnan sijaan fyysisellä aktiivisuudella on enemmän vaikutusta terveyteen. (Rowland 2007.)

Liikunta on osa fyysistä aktiivisuutta. Se on tahtoon perustuvaa, hermoston ohjaamaa lihasten toimintaa, joka aiheuttaa energiankulutuksen kasvua ja ennalta harkittuja liikesuorituksia. Liikunnan tavoitteena voi olla fyysisen kunnan tai terveyden parantaminen ja ylläpito sekä elämysten ja kokemusten tuottaminen. Liikunta voidaan jakaa esimerkiksi kunto-, terveys-, virkistys- ja hyötyliikuntaan. (Vuori ym. 2005.)

### **2.2 Fyysinen aktiivisuus elämänkaaren aikana**

Alle kolmevuotiaiden lasten liikkuminen on pääsääntöisesti sellaista, jota lapsi tekee omasta halusta ja mielenkiinnostaan. Liikuntaa esiintyy osana arkipäivän toimintoja ja hoitotilanteita. Alle kouluikäisten lasten liikunta sisältää enemmän suuntauksetonta liikettä, kuten pyörimistä ja kiipeilyä sekä vähemmän pystysuunnassa tapahtuvaa liikettä verrattuna kouluikäisiin. Lisäksi heidän liikkuminen sisältää hyvin vähän raskaan intensiteetin aktiivisuutta ja päivittäisestä aktiivisuudesta suuri osa on erittäin kevyttä. (Oliver ym. 2007.)

Lasten fyysinen aktiivisuus on nopeatempoista ja koostuu useista lyhyistä pyrähdyksistä. Aktiivisuus muuttuu nopeasti levosta raskaan intensiteettitasoon aktiivisuuteen. Kouluikäisten lasten reippaasta liikkumisesta 96 % tapahtuu lyhyemmissä kuin 10 sekunnin jaksoissa. (Dollman ym. 2009.) Lasten fyysinen aktiivisuus sisältää enemmän nopeuden ja liikkeiden muutoksia verrattuna vanhempiin (Dollman ym. 2009, Oliver ym. 2007). Myös nuorten fyysinen aktiivisuus eroaa aikuisten aktiivisuudesta. Nuoret kävelevät ja pyöräilevät aikuisia enemmän olosuhteiden pakostakin, koska nuorilla ei ole vielä mahdollisuutta itse käyttää autoa. Lisäksi nuoret liikkuvat koulun liikuntatunneilla. (Dollman ym. 2009.)

Fyysisen aktiivisuuden määrä laskee nuoruusiän aikana (Kimm ym. 2002). Jo 12 ikävuoden jälkeen urheiluseurojen harjoituksiin osallistuneiden määrä laskee huomattavasti (Fogelholm ym. 2007). Amerikkalaisen 10 vuotta kestäneen seurantatutkimuksen mukaan fyysisen aktiivisuuden määrä laski 100 % tummaihoisilla ja 64 % vaaleilla 9-19 ikävuosien aikana (Kimm ym. 2002). Muutokset fyysisessä aktiivisuudessa eivät kuitenkaan johdu pelkästään iän lisääntymisestä. Opiskelu- tai työelämän aloittaminen sekä naimisiin meno ja lasten saanti ovat käännekohtia, jolloin fyysinen aktiivisuus vähenee nuorilla naisilla. Lisäksi aikaa kuluu enemmän kotitöihin ja taloudellisten asioiden hoitoon nuorempiin verrattuna. Vähentynyt vapaa-ajan fyysinen aktiivisuus saattaa johtaa fyysisen aktiivisuuden kasvuun työ- ja kotielämässä. (O'Dogherty ym. 2009.)

Iällä on selvä yhteys vapaa-ajan liikuntaan. Terveys 2000 -tutkimuksessa liikunnan harrastaminen väheni 30-44 -vuotiailla verrattuna nuorimpaan tutkimuksessa olleeseen ryhmään (18-29 -vuotiaat). Kovin suurta vähenemistä ei havaittu 45-54 -vuotiailla, mutta 55-64 -vuotiaat liikkuvat huomattavasti ahkerammin. Kaikista eniten vapaa-ajan liikuntaa harrastivat 65-74 -vuotiaat. Tätä vanhemmilla liikunnan määrä taas väheni. Liikunnan määrän vaihtelun oletetaan olevan yhteydessä elämäntilanteen muutoksiin. Työuran ja perheen perustaminen vaatii aikaa ja voimia. Yli 50-vuotiailla jää taas enemmän aikaa harrastuksille, kun lapset ovat kasvaneet isommiksi. Työuran loppumisen jälkeen on enemmän aikaa liikkua ja usein siinä vaiheessa lisääntyy myös kiinnostus terveyden ylläpitoon. Myöhemmin ikääntyessä toimintakyky ja liikkumiskyky heikkenevät, jolloin liikunnan harrastaminen vähenee luonnollisesti. Ikäryhmien välisiin liikuntatottumuseroihin voi vaikuttaa myös syntymävuosi ja miten milläkin vuosikymmenellä on totuttu liikkumaan. (Fogelholm ym. 2007.)

Liikunnan harrastaminen nuorena on yhteydessä aikuisiän fyysiseen aktiivisuuteen. Tammelin ym. (2003) mukaan suomalaiset miehet, jotka harrastivat urheilua nuorena vähintään kaksi kertaa viikossa ja naiset, jotka harrastivat urheilua vähintään kerran viikossa, olivat aikuisiässä aktiivisia tai erittäin aktiivisia. Aktiivisimpia olivat he, jotka harrastivat nuorena melko raskasta kestävyysurheilua, kuten hiihtoa, juoksua tai suunnistusta sekä erityisesti miehistä he, joiden harrastuksiin kuului monipuolisia taitoja kehittäviä lajeja, kuten yleisurheilu ja erilaiset pallopelit. (Tammelin ym. 2003.) Nuoruuden harrastusten lisäksi terveysvaikutukset, painonhallinta, ystävien tapaaminen sekä ulkonäön ja mielialan paraneminen motivoivat aikuisia harrastamaan liikuntaa (Hirven-

salo & Häyrynen 2007). Työikäisten suosituin liikuntalaji on kävelylenkkeily joko sauvojen kanssa tai ilman (Fogelholm ym. 2007).

Amerikassa 65-vuotiaat ja sitä vanhemmat ovat kaikista inaktiivisimpia. Yli 75-vuotiaista 66 % ei harrasta säännöllisesti liikuntaa ja 50 %:lla heistä ei ole aikomusta lisätä fyysistä aktiivisuuttaan. Iäkkäistä miehistä 30 % ja naisista 15 % harrastaa säännöllisesti liikuntaa. Iäkkäiden yleisimpiä esteitä liikunnan harrastamiselle ovat terveydentila, ympäristön turvattomuus ja tietämättömyys liikunnan hyödyistä. Lääkäreiden antamalla neuvoilla on myös huomattava merkitys iäkkäiden liikunnan harrastamisen määrään. Toisaalta myös esteinä olevat tekijät voivat motivoida joitakin iäkkäitä liikkumaan. Esimerkiksi heikko terveydentila rohkaisee lisäämään fyysistä aktiivisuutta. Lisäksi ajan riittäisyys ja harrastusmahdollisuuksien sijainti kodin lähellä lisäävät liikuntamotivaatiota. (Resnick & Nigg 2003, Schutzer & Graves 2004.) Suomessa vuonna 2004 tehdyssä tutkimuksessa 65-69 -vuotiaiden miesten (92 %) ja naisten (95 %) yleisin liikuntaharrastus oli kävelylenkkeily. Kotivoimistelua harrasti lähes 60 % miehistä ja 75 % naisista. (Rasinaho & Hirvensalo 2007.)

### **2.3 Fyysisen aktiivisuuden vaikutukset kasvuun ja kehitykseen**

Monet eri tekijät vaikuttavat lasten ja nuorten biologiseen kasvuun ja kehitykseen. Näistä tärkeimpinä on pidetty geenien, hormonien ja ravinnon merkitystä. Lisäksi fyysisellä aktiivisuudella on iso vaikutus kehon koon ja koostumuksen kasvuun ja kehitykseen. (Baxter-Jones ym. 2008.) Baxter-Jones ym. (2008) tutkivat fyysisen aktiivisuuden vaikutusta lihasmassan kertymiseen kehoon nuorilla 8-15 -vuotiailla tytöillä ja pojilla kuuden peräkkäisen vuoden ajan. Kehon koostumus mitattiin DXA-laitteella ja fyysistä aktiivisuutta arvioitiin kyselyiden avulla. Tutkimustulosten mukaan fyysisen aktiivisuuden lisääntymisen myötä lihasmassan osuus lisääntyi kehossa niin pojilla kuin tytöilläkin, vaikka kasvusta ja kehityksestä aiheutuvat muutokset huomioitiin. Pojilla rasvattoman massan kasvu oli suurempaa kuin tytöillä. Fyysinen aktiivisuus nuorten kasvujakson aikana on tärkeää, koska yleensä fyysisen aktiivisuuden taso laskee jo nuorena merkittävästi ja kehossa tapahtuu huomattavia muutoksia. (Baxter-Jones ym. 2008.)

Myös Völgyin (2010) tekemässä seitsemän vuotta kestäneessä tutkimuksessa todettiin säännöllisesti korkeaa fyysisen aktiivisuuden tasoa ylläpitävillä murrosikäisillä tytöillä olevan merkittävästi suurempi lihasmassan määrä koko kehossa kuin heidän inaktiivisilla ikätovereillaan. Luustolihas on ihmisen suurin kudus, joka on tärkeä liikkumisen, energiatasapainon ja useiden sairauksien ehkäisemisen ja hoidon kannalta. Siten lihasmassan vähenemisen estäminen säännöllisellä fyysisellä aktiivisuudella on tärkeää terveyden ylläpidon kannalta. (Völgyi 2010.)

Erään tutkimuksen mukaan fyysisellä aktiivisuudella ei ollut yhteyttä rasvattoman massan määrään pojilla eikä tytöillä. Tutkimuksessa oli mukana 363 (13-18 -vuotiasta) koehenkilöä, joiden fyysistä aktiivisuutta mitattiin viikon ajan kiihtyvyyssanturin avulla ja kehonkoostumus mitattiin DXA-menetelmällä. Lisäksi tutkittiin fyysisen aktiivisuuden yhteyttä lihasvoimaan. Yläraajojen lihasvoima mitattiin puristusvoimatestillä ja alaraajojen lihasvoima erilaisilla hyppytesteillä. Ainoastaan raskaan tason fyysinen aktiivisuus oli yhteydessä pojilla erityisesti alaraajojen lihasvoimaan. (Moliner-Urdiales ym. 2010.)

Lapsuuden ja nuoruuden aikana kehittyneet luun massa ja tiheys ovat perusta aikuisiän luuston kunnolle. Terveillä lapsilla ja nuorilla luun mineraalimäärä lisääntyy kasvuvaiheen aikana. Luun mineraalien kehittyminen kasvaa nopeasti varhaislapsuuden aikana, mutta kehitys on asteittaista lapsuuden aikana ja kiihtyy taas murrosiässä. Tavallisesti puolet luun huippumassasta hankitaan nuoruusiän aikana. Suurimmaksi osaksi nuoruusiän luun massan määrään vaikuttaa perinnölliset tekijät, mutta 20-40 % luun huippumassan määrästä selittyy ympäristötekijöillä, kuten ruokavaliolla tai fyysisellä aktiivisuudella. (Hills ym. 2007.) Kohtalainen luita kuormittava liikunta lisää tehokkaasti luumassaa koko kasvuiän ajan (Hills ym. 2007) ja pienentää osteoporoosin kehittymisen riskiä aikuisiässä sekä ehkäisee siten lonkka- ja lannemurtumilta (Fuchs ym. 2001). Tutkimuksen mukaan nuorilla uimareilla varttinäluun ja reisiluunkaulan luun tiheys oli pienempi kuin voimistelijoilla. Uimarit harjoittelivat 10-12 tuntia viikossa ja kolme vuotta voimistelua aktiivisesti harrastaneet harjoittelivat 10-15 tuntia viikossa. Voimistelun todettiin kuormittavan uintia tehokkaammin luita. (Courteix ym. 1998.)

Tutkimusten mukaan luun mineraalipitoisuudet kasvavat fyysisen harjoittelun myötä enemmän ennen kuukautisten alkua kuin kuukautisten alun jälkeen (Morris ym. 1997, Heinonen ym. 2000). Suomalaisen seitsemän vuotta kestäneen seurantatutkimuksen

mukaan luun mineraalipitoisuus ja luun tiheys pysyivät ennallaan tai lisääntyivät 9-15 -vuotiailla tytöillä, jotka olivat säännöllisesti fyysisesti aktiivisia. Luun mineraalipitoisuus ja tiheys laskivat tytöillä, joiden fyysinen aktiivisuus laski tutkimuksen aikana merkittävästi. (Rautava ym. 2007.)

Völgyin (2010) väitöstutkimuksessa saatiin samanlaisia tuloksia, kun koehenkilöinä oli 9-13 -vuotiaita keskisuomalaisia nuoria. Tutkimuksen mukaan pitkäaikaisella vapaa-ajan fyysisellä aktiivisuudella oli positiivinen vaikutus luumassan kehittymiseen murrosikäisillä tytöillä. Luumassan määrä lisääntyi myös niillä tytöillä, joiden fyysisen aktiivisuuden taso oli alun perin matala ja he lisäsivät aktiivisuuttaan murrosiässä. Verrattuna matalan vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden tason ryhmään tasaisesti fyysisesti aktiivisina ollutta ryhmää sekä tutkimuksen aikana fyysistä aktiivisuutta lisänneiden ryhmää, kasvoivat reisiluun mineraalipitoisuudet tässä järjestyksessä 12 % ja 11 %. Tutkimuksessa matalan fyysisen aktiivisuuden ryhmään luokiteltiin henkilöt, jotka harrastivat liikuntaa kerran viikossa maksimissaan tunnin verran. Korkean fyysisen aktiivisuuden ryhmään kuuluivat henkilöt, jotka harrastivat liikuntaa viisi kertaa viikossa yhteensä vähintään viiden tunnin ajan. (Völgyi2010.)

Varhaislapsuudessa fyysinen aktiivisuus on tärkeää niin kognitiivisen kuin motorisen kehityksenkin kannalta (Rowland 2007). Kognitiivinen kehitys on tiedon hankintaan liittyvien taitojen kehittymistä. Näitä taitoja ovat havaitseminen, muistaminen, ymmärtäminen, ongelmanratkaisu, ajattelu sekä toiminnan suunnittelu. Kognitiivinen kehitys on yhteydessä liikuntaan, koska liikuntaan liittyvä motorinen toiminta vaatii aina myös kognitiivista toimintaa, kuten tarkkaavaisuuden suuntaamista sekä havaintojen tekemistä itsestä ja ympäristöstä. Kognitiiviset toiminnot kehittyvät väistämättä lapsen liikkueessa. (Ahonen 2008.)

Hermostollinen kehittyminen liittyy hyvin kiinteästi niin lapsen kognitiiviseen kuin motoriseenkin kehitykseen. Tahdonalaisten toimintojen oppiminen vaatii hermoston kypsymistä ja kehittymistä, jota voidaan edistää liikunnalla. Hermostollisella toiminnalla tarkoitetaan ärsykkeen kulkua hermosolun sisällä ja siirtymistä hermosolusta toiseen. Lisäksi hermosolut tunnistavat eri aistien kautta tulevat ärsykkeet ja yhdistävät niiden välittämät tiedot. Liikkeiden toistojen myötä hermostolliset prosessit kehittyvät nope-

ammiksi ja sujuvammiksi, mikä edistää myös kehon hallinnan ohjausta. (Sääkslahti 2005.)

Elämän ensimmäiset vuodet ovat tärkeitä motorisen oppimisen kannalta. Ne mahdollistavat myöhemmin monimutkaisempien ja taitoa vaativien liikkeiden oppimisen ja suorittamisen. (Hills ym. 2007.) Lapsilla fyysisesti aktiiviset leikit edistävät perustaitojen, kuten kävelemisen, juoksemisen, hyppäämisen ja heittämisen kehittymistä (Hills ym. 2007, Sääkslahti 2005). Kouluikäiset tarvitsevat kohdennetumpaa harjoittelua kehittääkseen aiemmin opittuja motorisia taitoja (Sääkslahti 2005).

Alpert ym. (1990) tutkivat kahdeksan viikon pituisen aerobisen harjoitusohjelman vaikutusta alle kouluikäisten motoriseen kehitykseen. Tutkimuksessa 12 lasta suoritti 20 minuuttia kestävän aerobisen harjoituksen päivittäin samalla, kun 12 kontrolliryhmään kuuluvaa lasta leikkivät ulkona saman ajan tavalliseen tapaan. Kontrolliryhmään verrattuna aerobisen harjoituksen suorittaneet paransivat merkittävästi motorisia taitojaan, kuten kävelyä takaperin ja kävelyä puomilla. (Alpert ym. 1990.) Reilly ym. (2006) tutkivat myös motoristen taitojen kehitykseen suunnitellun harjoitusohjelman vaikutusta lapsilla. Tutkimus kesti 12 viikkoa, minkä aikana lapset osallistuivat kolme kertaa viikossa 30 minuutin pituiseen harjoitusohjelmaan. Harjoitusohjelmassa mukana olleiden lasten motoriset taidot kehittyivät enemmän verrattuna niihin, jotka eivät olleet ohjelmassa mukana. (Reilly ym. 2006.)

## **2.4 Fyysisen aktiivisuuden vaikutukset terveyteen**

Fyysisellä aktiivisuudella on akuutteja sekä kroonisia vaikutuksia terveyteen. Akuutteja vaikutuksia on havaittavissa fyysisen aktiivisuuden aikana sekä heti sen jälkeen. Kroonisia vaikutuksia havaitaan, kun liikuntaharjoittelu on säännöllistä ja lyhytaikaiset vaikutukset aiheuttavat pysyvämpiä muutoksia kehon eri osien rakenteissa tai toiminnoissa. Harjoittelu vaikuttaa akuutisti suotuisasti kolesteroliarvoihin, verenpaineeseen ja insuliiniherkkyyteen. (Kesäniemi ym. 2001.) Säännöllinen fyysinen aktiivisuus vähentää sydän- ja verisuonitautien, diabeteksen ja verenpainetaudin esiintymistä (Pate ym. 1995, Warburton ym. 2006). Fyysisen aktiivisuuden on myös todettu estävän joidenkin syöpien kehittymistä niin aikuisilla kuin lapsillakin (Culosreed 2002, Hardman 2001). Lisäksi fyysisellä aktiivisuudella on positiivisia vaikutuksia mielialaan, luiden- ja nivel-

ten kuntoon sekä siitä on apua lihavuuden hoidossa (Pate ym. 1995, Warburton ym. 2006). Rungas fyysinen aktiivisuus alentaa kuolleisuusriskiä enemmän kuin kohtalainen liikunta. Tutkimusten mukaan jo pienikin aktiivisuus alentaa ennen aikaisen kuolemanriskiä huomattavasti verrattuna täysin passiiviseen elämäntapaan. (Blair & Connelly, 1996.) Fyysinen aktiivisuus, joka kuluttaa 1000 kilokaloria viikossa alentaa kuolleisuusastetta 30 prosentilla. Jopa 500 kilokaloria viikossa kuluttavalla fyysisellä aktiivisuudella voi olla lievä myönteinen vaikutus kuolleisuuteen. (Kesäniemi ym. 2001.)

Yleensä säännöllinen harjoittelu ei paranna suoranaisesti lasten fyysistä terveyttä, mutta sen avulla voidaan välttyä monilta sairauksilta aikuisiässä (Rowland 2007). Tutkimusten mukaan lapsuuden inaktiivisuus ennustaa inaktiivisuutta myös aikuisiällä. Siksi onkin tärkeää kiinnittää huomiota liikunnan harrastamiseen jo lapsena. (Hallal ym. 2006, Laakso ym. 2007.) Fyysinen aktiivisuus pienentää muun muassa sydän- ja verisuonitautien riskitekijöiden kehittymistä (Andersen ym. 2011, O'Donovan ym. 2010). Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa mitattiin 14-16 -vuotiaiden koehenkilöiden (n=472) sydän- ja verisuonien kuntoa maksimaalisella polkupyöräergometritestillä sekä fyysistä aktiivisuutta kiihtyvyyssmittarilla neljän peräkkäisen päivän ajan. Nuorilla, jotka harrastivat vähintään 60 minuuttia päivässä kohtalaisen raskaan intensiteetin liikuntaa, oli parempi sydän- ja verisuonien kunto kuin vähemmän aktiivisilla henkilöillä. (Ortega ym. 2008.) Kestävyyskuntoa kehittävän fyysisen aktiivisuuden harrastaminen alentaa myös kohonutta verenpainetta lapsilla ja on suotuisasti yhteydessä veren HDL-kolesterolin eli hyvän kolesterolin määrään (Andersen ym. 2011).

Fyysinen harjoittelu auttaa vakavasti lihavia lapsia pudottamaan painoa ja vähentää ortopedisten ongelmien esiintymisriskiä. Lisäksi harjoittelu auttaa sydän- ja keuhkosairauksien kuntoutumisessa. Harjoittelun aikana luihin kohdistuva mekaaninen kuormitus kasvattaa nuorilla luiden mineraalipitoisuuksia ja kehittää siten luuston lujutta. Tämä vähentää osteoporoosin riskiä myöhemmällä iällä. Siksi hyppyjä, pyrähdyksiä ja suunnanmuutoksia sisältäviä liikuntamuotoja pitäisi harrastaa murrosiässä runsaasti. Hyviä esimerkkejä tällaisista lajeista ovat pallopelit ja aerobic. (Boreham & McKay 2011, Rowland 2007.) Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan kahdeksan kertaa oman kehon painon verran maahan kohdistuvan voiman sisältämä hyppiminen on tehokas ja helppo tapa kasvattaa lonkan ja lannerangan luumassaa lapsilla (Fuchs ym. 2001).

Fyysinen aktiivisuus vähentää masennuksen oireita sekä stressiä ja ahdistuneisuutta. Lisäksi fyysinen aktiivisuus parantaa itsetuntemusta, itsetuntoa, unen laatua ja keskittymiskykyä. (Hills ym. 2007.) Pohjoisamerikkalaisessa seuranta tutkimuksessa tutkittiin fyysisen aktiivisuuden yhteyttä itsetuntoon. Mitä aktiivisempia tutkittavat tytöt olivat 9-11 -vuotiaina, sitä parempi itsetunto heillä oli 11-13 -vuotiaina. Fyysisellä aktiivisuudella oli suurimmat positiiviset vaikutukset itsetuntoon nuoremmilla tutkittavilla sekä ylipainoisilla. (Schmalz ym. 2007.)

Nuoren Suomen julkaiseman fyysisen aktiivisuuden suosituksen mukaan kaikkien 7-18 -vuotiaiden lasten ja nuorten tulee liikkua vähintään 1-2 tuntia päivässä monipuolisesti ja ikään sopivalla tavalla (kuva 2). Yli kahden tunnin pituisia istumisjaksoja tulee välttää ja ruutu-aikaa saa olla korkeintaan kaksi tuntia päivässä. Päivittäisen fyysisen aktiivisuuden tulee sisältää liikuntaa, joka kiihdyttää sydämen sykettä ja hengitystä. Lapsilla päivittäinen fyysinen aktiivisuus koostuu melko lyhyistä suorituksista, joista suurin osa tehdään matalalla teholla. Suurimman hyödyn saavuttaakseen vähintään puolet päivän aikana kertyvästä fyysisestä aktiivisuudesta tulisi koostua yli 10 minuuttia kestävästä reippaista liikuntajaksoista. Tällaisesta hyvänä esimerkkinä ovat koulujen välitunnit. (Tammelin & Karvinen 2008.)



KUVA 2. Suositeltava päivittäinen liikunta eri-ikäisillä koululaisilla (Tammelin & Karvinen 2008).



Amerikkalaisen liikuntasuosituksen mukaan 6-17 -vuotiaat lapset tarvitsevat vähintään tunnin päivässä reipasta liikuntaa, joka sisältää vähintään kolmena päivänä viikossa raskaan intensiteetin kestävyysliikuntaa sekä kehittää lihasmassaa ja vahvistaa luita. (U.S. Department of Health and Human Services, 2008).

UKK-instituutin julkaiseman terveystuokasuosituksen mukaan 18-64 -vuotiaiden aikuisten tulisi harrastaa reipasta liikuntaa useana päivänä viikossa yhteensä vähintään 2 h 30min ajan tai rasittavaa liikuntaa 1 h 15min ajan. Lisäksi lihaskuntaa ja liikehallintaa tulisi kehittää 2 kertaa viikossa. Näitä ominaisuuksia kehittäviä liikuntamuotoja ovat esimerkiksi kuntosalilla tai jumpassa käyminen, pallopelit, luistelu sekä tanssi (ks. kuva 3). (UKK-instituutti 2009.)



KUVA 3. UKK-Instituutin terveystuokasuositus 18-64 -vuotiaille (UKK-instituutti 2009).

Harrastamalla yhden tai kaksi kertaa viikossa raskaan intensiteetin liikuntaa, voi vähentää pitkäaikaissairauksien sekä ennen aikaisen kuoleman riskiä. Olisi kuitenkin hyödyllisempää jakaa liikuntaharrastukset useampiin jaksoihin, koska kestävyys harjoittelu laskee verenpainetta, kasvattaa insuliiniherkkyyttä sekä parantaa rasva-aineita 24-48 tunnin ajan harjoituksen jälkeen. Lisäksi inaktiivisuus lisää lihavuuden, masennuksen ja kuolleisuuden riskiä. (O'Donovan ym. 2010.)

## **3 FYYSISEEN AKTIIVISUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ LAPSILLA JA NUORILLA**

Fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavia tekijöitä löytyy ihmisestä itsestä sekä myös ympäristöstä. Lasten ja nuorten fyysinen aktiivisuus on yhteydessä biologiseen, psykologiseen, sosiaaliseen ja fyysiseen ympäristöön. (Laakso ym. 2007, Sallis ym. 2000.)

### **3.1 Biologiset tekijät**

Useiden eri tutkimusten mukaan sukupuolella on selvä yhteys liikunta-aktiivisuuteen; poikien on todettu olevan tyttöjä aktiivisempia. (Bringolf-Isler ym. 2009, Jago ym. 2005, McKenzie ym. 2000, Oliver ym. 2007, Trost ym. 2002.) Etelä-Kaliforniassa 6-8 luokkalaisille tehdystä tutkimuksesta havaittiin poikien olevan tyttöjä aktiivisempia kaikilla liikuntatunnin osa-alueilla ja pojat myös osallistuivat enemmän kohtalaisesta raskaan tason aktiivisuuteen (McKenzie ym. 2000). Sen sijaan aiemmin peruskoululaisille tehdyn tutkimuksen mukaan pojat olivat tyttöjä aktiivisempia liikuntatunneilla vain vapaan pelaamisen aikana (McKenzie ym. 1995). Molemmissa tutkimuksissa aktiivisuustasoja arvioitiin havainnointimenetelmää käyttäen (McKenzie ym. 1995, 2000).

Sveitsiläisessä tutkimuksessa 6-14 -vuotiaiden aktiivisuutta arvioitiin kiihtyvyyssmittareiden ja aktiivisuuspäiväkirjojen avulla. Saatujen tulosten mukaan pojat olivat kaiken kaikkiaan tyttöjä aktiivisempia, vaikka pojat viettivät päivässä tyttöjä enemmän aikaa tietokoneella istumiseen ja tytöt kuluttivat poikia enemmän aikaa rauhalliseen leikkimiseen. Tyttöihin verrattuna suurempi osa pojista harrasti rasittavaa liikuntaa ja käytti siihen enemmän aikaa kuin tytöt. (Bringolf-Isler ym. 2009.)

Suomalaisten poikien on myös todettu olevan fyysisesti aktiivisempia kuin tyttöjen (Sääkslahti ym. 2000). Erityisesti poikien reippaan liikkumisen määrä on merkittävästi suurempaa tyttöihin verrattuna (Sääkslahti ym. 1999). Kuitenkin nuoruusiän aikana suomalaisten poikien liikunta vähenee enemmän kuin tyttöjen. Sukupuoliero liikunnassa siis pienenee tai muuttuu jopa niin, että yli 15 -vuotiaina tytöt ovat poikia aktiivisempia liikunnan harrastajia. (Telama & Yang, 2000.)

Tutkimusten mukaan fyysisen aktiivisuuden määrä laskee iän myötä lapsuusiästä nuoruusikään siirryttäessä. (Bringolf-Isler ym. 2009, Kimm ym. 2002). Lapset osallistuvat koulun ja urheilukerhojen järjestämille liikuntatunneille sekä heidän päivään sisältyy paljon leikkimistä. Nuoruusiässä fyysisesti aktiiviset harrastukset jäävät vähemmälle huomiolle, kun kiinnostus kasvaa tietokoneita, pelikoneita ja television katselua kohtaan. (King ym. 2006.) Sveitsiläisessä tutkimuksessa havaittiin nuorten ruutuajan käytön ja koulutehtäviin kuluneen ajan lisääntyneen, mutta myös järjestettyihin urheiluharrastuksiin ja liikuntatunneille osallistumisen todettiin kasvaneen (Bringolf-Isler ym. 2009). Liikunta-aktiivisten ja inaktiivisten henkilöiden ajatellaan usein olevan toistensa vastakohtia. Inaktiiviset harrastukset eivät välttämättä kuitenkaan estä lasta tai nuorta osallistumasta fyysistä aktiivisuutta vaativiin harrastuksiin. (King ym. 2006, Laakso ym. 2007.)

Ylipainoisten ja lihaviiden lasten aktiivisuustasot ovat matalampia kuin normaalipainoisten (Riddoch ym. 2007). Trostin ym. mukaan normaalipainoiset 3-5 -vuotiaat pojat olivat merkittävästi aktiivisempia esikoulupäivän aikana kuin ylipainoiset ikätoverinsa. Tyttöillä samaa eroa ei havaittu. (Trost ym. 2003.) Suomalaisilla 6-vuotiailla lapsilla vähäisen fyysisen aktiivisuuden on todettu olevan yhteydessä suurempaan kehon painoon ja painoaindeksiin (Sääkslahti ym. 2000). Jago ym. (2005) havaitsivat amerikkalaisille nuorille tehdyssä tutkimuksessaan, että kehon painoaindeksillä ei ollut merkittävää yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen. Painosta riippumatta suurin osa nuorista viettää paljon aikaa inaktiivisten toimintojen parissa. (Jago ym. 2005.)

### **3.2 Psykologiset tekijät**

Fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat voimakkaasti psykologisista tekijöistä muun muassa liikunnan nautinnollisuus, positiivisten hyötyjen saavuttaminen, koettu fyysinen pätevyys, asenteet sekä motivaatio. (Carron ym. 2003, 89-90) Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan liikunnasta saatu nautinto on tärkeä osa motivaatiota ja ihminen on todennäköisesti motivoituneempi liikkumaan silloin, kun tuntee olevansa fyysisesti pätevä liikuntasuoritusten aikana (Lintunen ym. 1999). Henkilöt, joilla on positiivinen asenne liikuntaa kohtaan, osallistuvat todennäköisemmin liikunnan harrastamiseen (Carron ym. 2003, 90).

Amerikkalaisessa tutkimuksessa 6-18 -vuotiaiden lasten liikunnan harrastamista lisääviä tekijöitä olivat taitojen parantaminen ja uusien taitojen oppiminen. Lisäksi hauskanpito, kavereiden näkeminen, uusien kavereiden saaminen sekä hyvän kunnon saavuttaminen ja ylläpito olivat syitä liikkumiselle. Lapset eivät välttämättä mieltäneet kaikkea liikunnan harrastamista fyysiseksi aktiivisuudeksi, vaan he tekevät sitä mistä aidosti pitävät ja siten fyysistä aktiivisuutta kertyy erilaisista päivän tapahtumista. (Taylor ym. 1999.)

### **3.3 Sosiaaliset tekijät**

Perheenjäsenillä, erityisesti vanhemmilla, on merkittävä vaikutus lasten fyysiseen aktiivisuuteen (Laakso ym. 2006). Selityksenä voidaan pitää vanhempien antamaa tukea sekä ohjeiden antamista liittyen riittävän liikunnan harrastamiseen ja television katselun rajoittamiseen. (Zekevic ym. 2010.) Lisäksi vanhempien vaikutus perustuu muun muassa roolimallina toimimiseen sekä liikunnan kannalta innostavan ja turvallisen ympäristön tarjoamiseen (Hills ym. 2007, Zekevic ym. 2010). Vanhempien omalla fyysisellä aktiivisuudella on todettu olevan vaikutusta lasten fyysiseen aktiivisuuteen. (Laakso ym. 2006, Taylor ym. 1999). Mooren ym. mukaan fyysisesti aktiivisten vanhempien esikouluikäiset lapset ovat lähes kuusi kertaa aktiivisempia kuin heidän ikätoverinsa, joiden vanhemmat ovat fyysisesti passiivisia. (Moore ym. 1991).

Bringolf-Islerin ym. (2009) mukaan äidin korkealla koulutustasolla oli positiivinen yhteys lasten reippaan aktiivisuuden kestoon verrattuna alemman koulutuksen saaneiden äitien lapsiin. Fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ei kuitenkaan eronnut merkittävästi äidin koulutustason mukaan. (Bringolf-Isler ym. 2009.) Englantilaisille tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu sosiaaliluokalla tai äidin koulutustasolla olevan yhteyttä lasten fyysisen aktiivisuuden tasoon (Riddoch ym. 2007). Hills ym. (2007) totesivat tutkimuksessaan, että korkeampaan sosiaaliluokkaan kuuluvilla on usein paremmin varaa hankkia lapsilleen urheiluvälineitä, jolla myös on vaikutusta liikunta-aktiivisuuteen.

### **3.4 Fyysiset tekijät**

Bringolf-Islerin ym. (2009) mukaan lapset ovat viikonloppuisin huomattavasti aktiivisempia kuin arkipäivisin. Viikonloppuisin aikaa kuluu enemmän niin reippaaseen leikkimiseen ulkona kuin rauhalliseen puuhasteluun kotonakin (Bringolf-Isler ym. 2009).

Toisen tutkimuksen mukaan lapset ovat arkipäivisin aktiivisempia, vaikkakin erot ovat pieniä (31 aktiivisuuslukua/min). Arkipäivisin aktiivisuus koostuu tietyistä aktiivisuushuipuista kun taas viikonloppuisin lasten aktiivisuus on tasaisempaa. (Riddoch ym. 2007). Poikien on havaittu olevan erityisesti iltapäivisin koulun jälkeen tyttöjä aktiivisempia (Jago ym. 2005).

Nuoret ovat fyysisesti aktiivisimpia kesällä, (Belanger ym. 2009, Riddoch ym. 2007, Sääkslahti ym. 2000) jolloin lapset viettävät huomattavasti enemmän aikaa ulko- kuin sisäleikeissä (Bringolf-Isler ym. 2009). Kanadalaisen tutkimuksen mukaan 12-18 -vuotiaiden nuorten fyysisen aktiivisuuden kasvu kesäaikana ei kuitenkaan korvannut talven aikana laskevan fyysisen aktiivisuuden määrää. Nuorten aktiivisuus väheni myös vesi- ja lumisateen aikana. (Belanger ym. 2009.) Sateella ulkoliikunnan määrä laskee ja usein vastaavasti tietokoneella vietetyn ajan määrä kasvaa (Bringolf-Isler ym. 2009).

Tutkimusten mukaan maalla asuvat osallistuvat vähemmän urheilukerhoihin kuin kaupungissa asuvat, koska kaupungissa urheilukerhoja on paremmin saatavilla. Ei voida kuitenkaan sanoa varmaksi, että kaupungissa asuvat lapset olisivat aktiivisempia kuin maalla asuvat, koska maalla asumiseen liittyy enemmän fyysistä aktiivisuutta vaativia töitä, kuten maanviljelyä ja pihatöitä. (Dregval & Petrauskiene 2009.) Saatavuuden lisäksi erilaisten vapaa-ajan liikunnan toimipaikkojen ja kodin välinen etäisyys vaikuttaa lasten aktiivisuuden tasoon. (Limstrand 2008, Scott ym. 2007).

Limstrandin (2008) tekemän tutkimuksen mukaan 5-16 -vuotiaiden lasten ja nuorten fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttaa liikkumis- ja oleskelupaikkojen monipuolisuus sekä liikuntapaikkojen laatu ja liikuntavälineiden saatavuus. Lisäksi liikuntapaikkojen turvallisuudella on yhteys siihen, kuinka aktiivisesti niitä käytetään. (Limstrand, 2008.)

## 4 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MITTAAMINEN

Fyysisen aktiivisuuden mittaamisessa on käytetty useita eri menetelmiä (Chen & Bassett 2005). Niiden käyttökelpoisuus vaihtelee mittaustilanteen sekä iän mukaan (Chen & Bassett 2005, Corder ym. 2008). Menetelmät voidaan jakaa subjektiivisiin ja objektiivisiin menetelmiin. Subjektiivisilla arviointimenetelmillä tarkoitetaan sellaisia menetelmiä, joissa tieto saadaan suoraan tutkittavalta. Tällöin tiedon luotettavuuteen voi vaikuttaa inhimilliset virheet, näkemuserot sekä puolueellisuus. Subjektiivisia arviointimenetelmiä ovat kyselyt, aktiivisuuspäiväkirjat, haastattelut sekä havainnointi. Objektiivisissä menetelmissä tiedon tuottaminen ja usein myös tallennus tapahtuvat mekaanisesti tai elektronisesti. Näissä menetelmissä ongelmat liittyvät pääasiassa mittarin tallentaman aineiston analysointiin. Objektiivisiksi menetelmiksi luokitellaan kiihtyvyyden mittausta, sykkeen mittausta, askeleiden mittausta sekä kaksoismerkittyä vesiä. (Aittasalo ym. 2010, Corder ym. 2008.) Seuraavissa kappaleissa kerrotaan yleisesti edellä mainituista mittausmenetelmistä ja keskitytään myös erityisesti haasteisiin, joita kohdataan usein, kun fyysistä aktiivisuutta mitataan lapsilta.

### 4.1 Kyselytutkimukset ja haastattelut

Kyselylomakkeet ovat yleisimmin käytettyjä subjektiivisia menetelmiä fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa (Corder ym. 2008). Fyysisen aktiivisuuden arvioinnin kannalta on tärkeää, että raportoinnissa otetaan huomioon aktiivisuuden tyyppi, määrä, kesto ja intensiteetti (Rice & Howell 2000). Tätä menetelmää on kuitenkin vaikea käyttää lapsilla, koska lasten fyysinen aktiivisuus on usein itsestään tapahtuvaa ja hajanaista. Varsinkin nuoret noin 5-6 -vuotiaat lapset osallistuvat harvoin järjestettyyn liikuntaan. Siten lasten on vaikea arvioida ja muistaa omaa fyysistä aktiivisuuttaan luotettavasti. (Corder ym. 2008, Telford ym. 2004.) Telford ym. (2004) onkin sitä mieltä, että kyselylomakkeiden käyttö ei sovellu alle 10-vuotiaille lapsille heidän rajoittuneiden kognitiivisten taitojen vuoksi. Nuorempia lapsia tutkittaessa on turvauduttava heidän vanhempien, huoltajien tai opettajien antamiin tietoihin, vaikka niihinkään ei voida täysin luottaa, koska he eivät pysty tarkkailemaan lapsia koko ajan. (Corder ym. 2008, Telford ym. 2004.) Toisaalta esimerkiksi päiväkodissa tehdyssä tutkimuksessa päiväkotihenkilökunnan arvio

lasten fyysisestä aktiivisuudesta vastasi hyvin kiihtyvyyssmittarilla saatuja aktiivisuuslukuja sekä energiankulutusta ja askelten määrää (Chen ym. 2002).

Tremblay ym. (2001) ovat arvioineet kanadalaisessa tutkimuksessa videolta näytetyn kyselyn pätevyyttä kolmasluokkalaisilla lapsilla. Lasten fyysistä aktiivisuutta koskevat kysymykset ja vastausvaihtoehdot näytettiin lapsille videolta. Kyselyssä päivät jaettiin ajan mukaan kuuteen eri jaksoon, jotta lasten olisi helpompi muistaa edellisen päivän fyysisen aktiivisuuden taso. Lisäksi fyysistä aktiivisuutta mitattiin kiihtyvyyssanturilla ja sykemittarilla. Aktiivisuusluvut ja syke korreloivat kyselyistä saatujen tulosten kanssa paremmin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa normaaliin kyselyiden kanssa (Kowalski ym. 1997, Tremblay ym. 2001). Tutkimustulosten mukaan videoitu kysely on hyväksyttävä menetelmä pientenkin lasten edellisen päivän fyysisen aktiivisuuden tason arvioimisessa. (Tremblay ym. 2001.)

Tutkijan tekemissä haastatteluissa tulee vastaan sama ongelma kuin kyselylomakkeiden täytössä. Etenkin lasten on vaikea muistaa tapahtumia täsmällisesti, jos heidän tulisi kertoa miten fyysisesti aktiivisia he ovat olleet viimeisen vuorokauden tai jopa viimeisten kolmen kuukauden aikana. Haastattelujen tekeminen vie tutkijalta aikaa melko paljon, joten haastattelut soveltuvat parhaiten pienille koehenkilöryhmille. (Rice & Howell 2000.)

## **4.2 Päiväkirjat**

Aktiivisuuspäiväkirjat kertovat yksityiskohtaisesti tutkittavan fyysisen aktiivisuuden määrän ja keston. Päiväkirjaa täytetään ennalta määrätyn, esimerkiksi 15 minuutin, väliajoin. Lapsilla 15 minuuttia voi olla liian pitkä jakso, koska liikkuminen on usein lyhytkestoista. Jakson lyhentäminen kuitenkin lisää merkittävästi tutkittavan työtä. Tutkimusten mukaan päiväkirjojen käyttöä voidaan pitää pätevänä ja luotettavana menetelmänä. Niidenkin käytössä on kuitenkin myös ongelmia. Päiväkirjan täyttäjiä tulee ohjeistaa tarkasti, mutta ohjeistuksesta huolimatta vastausten määrä voi jäädä vähäiseksi. Päiväkirjan täyttäminen kuormittaa tutkittavaa, mikä rajoittaa menetelmän käytettävyyttä ja saattaa vaikuttaa tutkittavan käyttäytymiseen. Lapset saattavat jättää huomiotta heille epämieluisia fyysisen aktiivisuuden toimintoja tai aliarvioida toimintoihin

käyttämäänsä aikaa. Päiväkirjojen käyttö onkin suositeltavampaa nuorille kuin pienille lapsille. (Ben-Arieh & Ofir 2002, Corder ym. 2008.)

### **4.3 Havainnointi**

Suoralla toiminnan havainnoinnilla tarkoitetaan lasten fyysisen aktiivisuuden tarkkailua tietyn ajanjakson ajan, jotta saadaan tietoa fyysisen aktiivisuuden tyypistä, useudesta sekä kestosta. Havainnoinnin suurin etu on, että sen avulla on lisäksi mahdollista saada tietoa sellaisista fyysisen aktiivisuuden muodoista, mitä tällä hetkellä ei saada yleisimmillä objektiivisilla menetelmillä. Havainnointia käytetään usein vahvistamaan muilla mittausmenetelmillä saatuja tuloksia. Havainnointia ei yleensä käytetä tutkimuksissa, joissa tutkittavien määrä on suuri. Menetelmä on aikaa vievä ja havainnoijan tehtävään kouluttaminen voi olla kallista. Lisäksi ulkopuolisen havainnoijan läsnäolo voi vaikuttaa lapsen normaaliin käytökseen ja lapsen yksityisyyden suojan vuoksi havainnointi on hieman epäsopevaa vapaa-aikana. Suora havainnointi ei kuitenkaan kuormita lasta samalla tavalla kuin kyselylomakkeiden tai päiväkirjojen täyttäminen. (Aittasalo ym. 2010, Ben-Arieh & Ofir 2002, Corder ym. 2008, Rice & Howell 2000.)

Yhtenä havainnoinnin apukeinona voidaan käyttää fyysisen aktiivisuuden tason tallennusta videolle. Ridgers ym. (2010) ovat kehittäneet SOCARP (System for Observing - Children's Activity and Relationships during Play) menetelmän, jonka avulla voidaan samanaikaisesti havainnoida ja tallentaa videolle fyysisen aktiivisuuden tasot, aktiivisuuden tyyppi, ryhmän koko ja ryhmässä olleiden lasten välinen vuorovaikutus leikkimisen tai pelaamisen aikana. Lisäksi menetelmässä arvioidaan välineiden saatavuutta sekä valvovien aikuisten määrää. Havainnointi ja tallennus tapahtuvat 10 sekunnin jaksoissa. Havainnoinnin ja videoinnin perusteella saatujen tulosten mukaan menetelmän todettiin olevan luotettava niin saman havainnoitsijan tekemien eri mittausten välillä kuin myös eri havainnoitsijoiden välillä. (Ridgers ym. 2010.)

### **4.4 Askeleiden mittaus**

Kävelyä pidetään yleisimpänä fyysisen aktiivisuuden muotona. Tarkoituksen mukaisen kävelyn lisäksi askelia kertyy muun muassa liikkeessä paikasta toiseen, ostoksilla käy-



dessä sekä koiraa ulkoiluttaessa. Askelmittareiden käyttö on helppo menetelmä fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa tarkasteltaessa otettujen askelten määrää. Askelmittarit ovat yleensä lantiolla pidettäviä edullisia ja pienikokoisia laitteita. Perinteisten askelmittareiden toiminta perustuu mittarin sisällä olevaan vipuvarteeseen, joka liikkuu pystysuunnassa tapahtuvan liikkeen vaikutuksesta. Pystysuunnassa tapahtuvan liikkeen kiihtyvyyden ollessa tarpeeksi suuri, tallentuu liike askeleena. Erimallisten mittareiden välillä on eroja siinä, kuinka herkästi ne tunnistavat liikkeen askeleeksi. (Tudor-Locke & Lutes 2009.)

Useimmat askelmittarit tallentavat vain askeleet, mutta eivät liikkumisen intensiteettiä, kestoja tai askeleiden esiintymistiheyttä (Corder ym. 2008). Yleensä askelmittarit laskevat asetetun askelpituuden mukaan kävellyn matkan pituuden. Jotkut mittarit arvioivat myös energiankulutusta perustuen ikään, sukupuoleen tai painoon. Kehittyneimmät askelmittarit sisältävät pietsosähköisen kiihtyvyyssanturin, joka tuottaa siniaaltoja tunnistessaan lantion pystysuuntaisen kiihtyvyyden kävelyn ja juoksun aikana. Siniaaltojen määrä kuvaa otettujen askeleiden määrää. (Tudor-Locke & Lutes 2009.)

Suosittelun mukaan päivässä tulisi ottaa 10 000 askelta, jotta kävelyllä olisi positiivisia vaikutuksia terveyteen. Ihmisillä, jotka ottavat vähintään suositellun määrän askeleita päivässä, on vähemmän rasvaa kehossa ja matalampi verenpaine. (Tudor-Locke & Bassett 2004.) Verratessa keskimääräistä päivittäisten askelten määrää terveyden kannalta suotuisaan kehon painoindeksiin 6-12 -vuotiailla lapsilla, suositellaan tyttöjen ottavan 12000 askelta päivässä ja poikien 15000 askelta päivässä (Tudor-Locke ym. 2004).

#### **4.5 Sykkeen mittaus**

Sykkeiden mittausta voidaan käyttää muun muassa arvioitaessa fyysisen aktiivisuuden energiankulutusta. Intensiteetillä kohtalaisesta raskaaseen suoritettuun harjoitukseen aikana sydämen sykkeen ja energiankulutuksen välillä on todettu olevan selvä yhteys. Hyvin matalalla aktiivisuuden intensiteetillä sykkeen ja hapenkulutuksen välillä ei ole suoraa yhteyttä, koska matalilla intensiteeteillä sykkeen kasvuun voi vaikuttaa kehon liikkeiden lisäksi monet eri tekijät, kuten esimerkiksi pelko, stressi tai kohonnut lämpötila. Tällöin hapenkulutus ja energiankulutus jäävät kuitenkin mataliksi. (Ainslie ym. 2003, Corder ym. 2008, Sirard & Pate, 1995.) Lisäksi eri kuntoisten yksilöiden välillä sykkeet voivat

vaihdella samalla intensiteettitasolla, joten ilman kalibrointia sykkeen perusteella ei voida tarkasti määrittää fyysisen aktiivisuuden tasoa (Corder ym. 2008). Kalibrointi voidaan toteuttaa mittaamalla jokaiselta yksilöltä syke ja hapenkulutus samanaikaisesti ja piirtämällä niiden välinen suhdekäyrä (Ainslie ym. 2003).

Sykettä tallentamalla voidaan myös saada tietoa ajasta, joka on vietetty kohtalaisesta raskaaseen intensiteetin aktiivisuustasolla (Ainslie ym. 2003, Corder ym. 2008). Aika voidaan määrittää laskemalla aluksi sykereservi, joka saadaan, kun vähennetään maksimisykkeestä leposyke. Syke, joka on 50 % sykereservistä, määrittää kohtalaisesta raskaaseen intensiteettitasolla tapahtuneen aktiivisuuden. Corder ym. (2008) ovat verranneet sykkeen perusteella määritettyä kohtalaisesta raskaaseen intensiteetin tasolla vietettyä aikaa kolmeen eri kiihtyvyyssmittariin, joiden intensiteettien aktiivisuuslukurajat eroavat toisistaan. Sykkeen perusteella määritetty aika on verrattavissa kiihtyvyyssmittariin, jonka aktiivisuuslukurajat ovat korkeimmat. (Corder ym. 2008.) Tässä tutkimuksessa mitattuja sykkeitä on hyödynnetty toisen pro gradu -työn tekijän Heini Wennmanin tutkimuksessa.

#### **4.6 Kaksoismerkitty vesi**

Kaksoismerkitty vesi -menetelmää on käytetty 1980-luvulta alkaen energiankulutuksen arvioinnissa. Menetelmä on luotettava ja soveltuu kaikille ikäryhmille painosta ja fyysisestä kunnosta riippumatta. (Westertep1999.) Energiankulutusta voidaan mitata vain 4-21 päivän ajalta, joten tätä menetelmää ei voida käyttää lyhyempien suoritusten mittaamisessa (Ainslie ym. 2003). Kaksoismerkitty vesi onkin ainut tarkka pidemmän ajan energiankulutuksen mittausmenetelmä. Kaksoismerkityn veden menetelmässä nautitaan suun kautta veteen liuotettuja vety- ja happiatomin ei-radioaktiivisia isotooppeja  $^2\text{H}$  ja  $^{18}\text{O}$ , jotka sekoittuvat kehossa normaalien happi- ja vetyatomien kanssa. Mittauksen aikana happi poistuu elimistöstä vetenä ja hiilidioksidina, mutta vety vain vetenä. Energiankulutus lasketaan tuotetun hiilidioksidin määrästä, joka saadaan isotooppien poistumisnopeuksien erotuksena. Energiankulutuksen laskemisen luotettavuuden parantamiseksi arvioidaan tuotetun hiilidioksidin määrää suhteessa hapenkulutukseen. (Ainslie ym. 2003.)

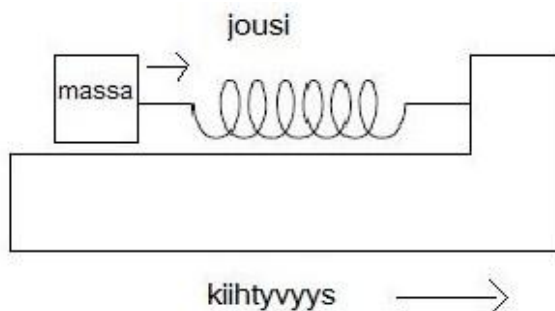
## 4.7 Kiihtyvyyden mittaaminen

### 4.7.1 Kiihtyvyys

Kiihtyvyys on fyysikaalinen suure, joka kuvaa kappaleen nopeuden muutosta tietyssä ajassa. Kiihtyvyyden aiheuttaa kappaleeseen kohdistuva voima. (Kavanagh & Menz 2008.) Kehon kiihtyvyys on nolla, kun liikenopeus ei muutu. Kiihtyvyyden ollessa nollassa, keho voi kuitenkin liikkua vakionopeudella. (Chen & Bassett 2005.) Kiihtyvyydellä on suuruuden lisäksi aina myös suunta. Normaaliympäristössä tapahtuviin kiihtyvyydenmittauksiin vaikuttaa aina maan painovoiman aiheuttama kiihtyvyys, joka on  $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . (Chen & Bassett 2005, Kavanagh & Menz 2008.)

### 4.7.2 Kiihtyvyyssanturit

Kiihtyvyyssantureita käytetään fyysisen aktiivisuuden ja energian kulutuksen arvioinnissa mittaamalla kehon liikkeitä (Chen & Bassett 2005, John ym. 2010). Liikuntabiologinen kiihtyvyyden mittaaminen on alkanut jo 1930-luvulla, kun tutkittiin kiihtyvyyssanturien avulla kävelyssä aiheutuvia asentovirheitä (Kavanagh & Menz 2008). 1960-luvulla on kehitetty venymämittareista koostuva kiihtyvyyssanturi, joka havaitsee kiihtyvyydet etu-, sivu- ja pystysuunnassa (Cavagna ym. 1961). Nykyään kiihtyvyyssantureiden toiminta perustuu pietsosähköisiin, pietsoresistiivisiin ja kapasitiivisiin antureihin. Kaikki nämä anturit toimivat periaatteessa kuten massa-jousi systeemi (kuva 4).



KUVA 4. Massa-jousi järjestelmä (mukailtu Mathie ym. 2004).

Kiihtyvyyden kohdistuessa anturiin seisminen massa aiheuttaa anturiin taipumista, jännitettä tai puristusta. Näiden muutosten vaikutuksesta toiselle puolelle sensoria syntyy

varaus, joka tuottaa vaihtelevan kiihtyvyyttä vastaavan ulostulojännitesignaalin. (Chen & Bassett 2005.) Pietsosähköiset kiihtyvyyssanturit käyttävät kristallikiteitä, jotka varautuvat sähköisesti, kun kiihtyvyys aiheuttaa niihin painetta. Pietsoresisttiivisten antureiden toiminta perustuu materiaaliin kohdistuvan vastuksen mittaamiseen, jonka kiihtyvyyden aiheuttama mekaaninen rasitus on saanut aikaan. Kapasitiivisissa antureissa massaelementti reagoi liikkeeseen, jolloin kondensaattorien kapasitanssit muuttuvat ja tuottavat sähköisen signaalin kiihtyvyyden suuruudesta riippuen. (Kavanagh & Menz 2008.)

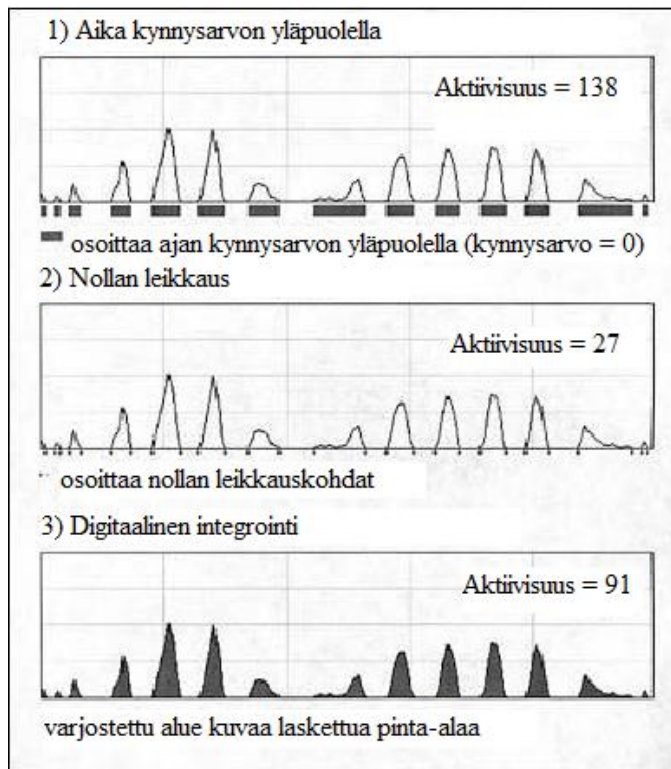
Kiihtyvyyssmittarilla mitattu signaali koostuu kehon liikkeistä, maan vetovoiman kiihtyvyydestä, ulkoisista häiriöistä kuten moottoriajoneuvolla matkustamisesta ja kiihtyvyydestä, joka aiheutuu mittarin huonosta kiinnityksestä. Fyysistä aktiivisuutta tutkittaessa keskitytään kehon liikkeiden ja maan vetovoiman kiihtyvyyden tarkkailemiseen. Maan vetovoiman kiihtyvyys vaihtelee -1 ja 1 g:n välisellä alueella riippuen kiihtyvyyssanturin suunnasta suhteessa gravitaatiokenttään. Kehon liikkeiden kiihtyvyyteen vaikuttaa olennaisesti kiihtyvyyssmittarin paikka mittauksen aikana, mittarin suunta suhteessa mitattavaan henkilöön, koehenkilön asento sekä aktiivisuustaso ja mikä kehon osa liikkuu. Kiihtyvyys kasvaa kehon eri osissa siirryttäessä päästä nilkkoihin. Kehon kiihtyvyys on tavallisesti suurempaa pysty- kuin vaakasuunnassa tapahtuvassa liikkeessä. (Bouten ym. 1997, Mathie ym. 2004) Yksiakselliset kiihtyvyyssmittarit mittaavat kiihtyvyyttä vain pystysuunnassa, mutta kolmiakselliset mittarit mittaavat kiihtyvyyttä vaaka-, sivu- ja pystysuunnassa. (Mathie ym. 2004). Lantiolla pidettävät kiihtyvyyssmittarit eivät kuitenkaan tunnista pyöräilyä, uintia tai voimannostoa fyysiseksi aktiivisuudeksi (Andersen ym. 2011, Fudge ym. 2007). Suomalaisia naisia tutkittaessa juoksumatolla mitattuna kiihtyvyyden arvo 0 g vastasi seisomista, 0.8 g kävelyä 5 km/h, 3.2 g juoksua 9 km/h ja 4.2 g juoksua 13 km/h. Kevennyshyppy vastasi tasoa 4.4 g, hyppy ilman kevennystä 4.6 g ja pudotushyppy 40 cm:n korkeudelta tasoa 5.6 g. (Jämsä ym. 2006.)

Kehon liikkeiden aiheuttaman kiihtyvyyden taajuus vaihtelee eri liikkeiden aikana. Kuten kiihtyvyyden suuruus myös sen taajuus on korkein pystysuunnassa ja kasvaa nilkkoja kohti mennessä. Kantapään iskun aikana taajuus voi nousta jopa 60 Hz:n, mutta paljain jaloin kävellessä taajuus jää alle 15 Hz ja juostessa alle 18 Hz. Päivittäisten toimintojen aiheuttamaa kiihtyvyyttä esiintyy pääasiassa alueella 0.3-3.5 Hz. (Bouten ym. 1997.) Kaupallisista laitteista esimerkiksi ActiGraph GT3X mittaa alueella 0.05-2.5 g ja

0.25-2.5 Hz (ActiGraph, GT3X Specifications 2010). Yleisimmin fyysisen aktiivisuuden mittaamiseen käytettyjen laitteiden mittausalue on välillä 0.1-10 g ja taajuusalue välillä 0.25-7 Hz. Mitattaessa kiihtyvyyttä keräystaajuuden tulee olla Nyquistin teorian mukaisesti vähintään kaksinkertainen suurimpaan signaalissa esiintyvään taajuuteen nähden. Muuten nopeat liikkeet signaalissa vääristyvät. Kaupallisten laitteiden keräystaajuus vaihtelee 1-64 Hz välillä. (Chen & Bassett 2005.)

### **4.7.3 Kiihtyvyyssignaalin käsittely**

Jotkut kiihtyvyyssmittarit antavat suoraan ulostulonaan aktiivisuuslukuja, mutta usein kiihtyvyyssignaalia täytyy käsitellä ennen kuin aktiivisuusluvut saadaan muodostettua. Alkuperäisen signaalin suodattamisen ja vahvistamisen jälkeen analoginen signaali näytteistetään ja muunnetaan digitaaliseen muotoon. 8-bittistä muunnosta käytettäessä ”raakaluvut” ovat välillä -128 – 128 tai positiivisella puolella 0-255. ”Raakaluvut” eivät vielä vastaa samoja lukuja mitä kiihtyvyyssmittareista saadaan suoraan aktiivisuuslukuihin ulos. (Chen & Bassett 2005.) ”Raakalukujen” suuruuteen vaikuttaa eri kiihtyvyyssmittareiden sähköiset ja mekaaniset ominaisuudet, joten eri valmistajien kesken ei ole yhtenäistä standardia ”raakalukujen” määrälle (Paul ym. 2007). Aktiivisuusluvut voidaan määrittää ”raakaluvuista” yleensä kolmella eri tavalla. Yksi tapa on laskea aika kuinka kauan signaali on tietyn kynnystason yläpuolella. Toisessa menetelmässä aktiivisuusluku kertoo kuinka monesti signaali ylittää nollatason eli nollakiihtyvyyden tai hyvin pienen kiihtyvyyden arvon ja kolmantena sekä kaikista yleisimpänä menetelmänä on integrointi eli signaalin pinta-alan määrittäminen tarkasteltavana ajanjaksona. Ainoastaan viimeksi mainitussa tavassa huomioidaan myös signaalin amplitudi eli liikkeen intensiteetti. (Chen & Bassett 2005, Gorny & Spiro, 2001.) Kuvassa 5 on kuvattu eri menetelmät ja yhden minuutin ajanjaksolta lasketut aktiivisuusluvut.



KUVA 5. Kolmella eri tavalla lasketut aktiivisuusluvut yhden minuutin ajalta (mukailtu Gorny & Spiro, 2001).

#### 4.7.4 Aktiivisuusluvut

Aktiivisuusluku kuvaa kiihtyvyyssmittarilla mitattua fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä (Rothney ym. 2008). Aktiivisuusluvut voidaan määrittää eripituisille mittausjaksoille. Useimmissa tutkimuksissa jakson pituutena on käytetty yhtä minuuttia, mutta etenkin lapsia tutkittaessa on hyvä käyttää lyhyempää jakson pituutta, jotta myös nopeat liikkeet huomioitaisiin fyysisen aktiivisuuden intensiteetin määrittämisessä tai energiankulutuksen arvioinnissa. (Trost ym. 2005.)

Eri tutkimuksissa käytetyt intensiteettitasoja vastaavat aktiivisuuslukurajat vaihtelevat huomattavasti eikä ole päästy yhteisymmärrykseen siitä, mitkä aktiivisuuslukurajat olisivat sopivimmat. Esimerkiksi kohtalaisesta raskaaseen intensiteetillä tapahtuvan liikunnan on nuorilla määritelty vaihtelevan 615:sta 3600:n aktiivisuuslukua/minuutti ja inaktiivisuuden rajan välillä 100-1100 aktiivisuuslukua/minuutti (Corder ym. 2008, Ekelund ym. 2011). Yleensä eri aktiivisuuslukurajoja määritettäessä kehon liikkeitä mitataan kiihtyvyyssanturilla ja energiankulutusta epäsuoralla kalorimetrialla. Näin mitattuihin eri aktiivisuuslukurajoihin vaikuttaa kuitenkin mittauksissa käytetyn aktivitee-

tin valinta, ryhmän ikäjakauma sekä sukupuoli. Erään tutkimuksen mukaan 4-7 -vuotiailla lapsilla keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden määrä päivässä vaihteli 28 – 266 minuutin välillä riippuen käytetyistä aktiivisuuslukurajoista. (Ekelund ym. 2011, Trost ym. 2011). Taulukossa 1 on esitetty eri tutkimuksissa käytettyjä aktiivisuuslukurajoja inaktiivisuuden ja keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden intensiteetin määrittämisessä. Taulukossa tyhjäksi jääneitä kohtia ei ollut tutkimuksissa saatavilla. Tutkimuksissa koehenkilöiden määrä ja ikäjakauma vaihtelivat. Osassa tutkimuksista koehenkilöinä oli vain tyttöjä ja osassa kumpaakin sukupuolta. Toisissa tutkimuksissa aktiivisuuslukurajojen määrittäminen perustui juoksumatolla kävelyyn tai juoksemiseen, kun taas toisissa mittausten aikaisina aktiviteetteina käytettiin muita vapaa-ajan toimintoja. (Ekelund ym. 2011).

TAULUKKO 1. Eri tutkimuksissa käytettyjä aktiivisuuslukurajoja inaktiivisuuden ja keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden intensiteetin määrittämisessä. (mukailtu Ekelund ym. 2011).

Lähde	Inaktiivisuus	Keskiraskas
Treuth ym. 2004	< 100	> 3000
Mattocks ym. 2007		> 3600
Puyau ym. 2002	< 800	> 3200
<b>Trost ym. 2002</b>		
6 -vuotiaat		> 1400
8 -vuotiaat		> 1638
10 -vuotiaat		> 1910
12 -vuotiaat		> 2220
14 -vuotiaat		> 2580
16 -vuotiaat		> 3000

#### 4.7.5 Kiihtyvyyssantureiden vertailu

Kiihtyvyyssmittarit ovat pienikokoisia ja pystyvät tallentamaan tietoa useiden päivien tai jopa viikkojen ajan. Siten ne ovat hyödyllisiä erityisesti fyysisen harjoittelun tutkimisessa. (Rothney ym. 2008.) ActiGraph (kuva 6) on yleisin markkinoilla oleva kiihtyvyyssmittari, jota käytetään fyysisen aktiivisuuden mittaamisessa. ActiGraphista käytetään nykyään kolmea eri mallia tutkimuksissa, ActiGraph 7164, GT1M ja GT3X. (ActiGraph, GT3X Specifications 2010, John ym. 2010.) GT1M mittarista on olemassa kolme eri versiota (John ym. 2010), jotka kaikki ovat yksiaksellisia ja perustuvat pietsosähköisten antureiden toimintaan. Mittareita voidaan pitää joko lantiolla, ranteessa tai nilkassa. (Rothney ym. 2008.) Johnin ym. (2010) tutkimuksen mukaan ActiGraph 7164 ja

GT1M kiihtyvyyssmittareilla mitatut aktiivisuusluvut eivät eronneet merkittävästi toisistaan eri nopeuksilla suoritettujen kävely- sekä juokсутestien aikana. (John ym. 2010.)



KUVA 6. ActiGraph kiihtyvyyssmittari. (ActiGraph, Products 2010.)

Tutkimuksissa, joissa on vertailtu ActiGraph 7164 ja GT1M mittareita, on kuitenkin saatu vaihtelevia tuloksia. (Corder ym. 2007, Fudge ym. 2007, Rothney ym. 2008). Fudge ym. (2007) vertasivat useiden eri kiihtyvyyssmittareiden aktiivisuuslukuja kestävyysharjoittelua harrastavilla miehillä eri nopeuksilla suoritetuissa kävely- ja juokсутesteissä. Tutkimuksen mukaan ActiGraph 7164 mallin mittarilla mitatut aktiivisuusluvut olivat huomattavasti pienempiä verrattuna GT1M mittariin (n. 10 000 vs. 16 000). Tutkimuksessa havaittiin myös, että yksiakselisten kiihtyvyyssmittareiden aktiivisuuslukujen kerääntyminen tasaantui vauhdikkaimmilla juoksunopeuksilla. Tämän oletetaan johtuvan pystysuunnassa tapahtuvan kiihtyvyyden vähenemisestä. Arvioitaessa nopean juoksun kiihtyvyyttä on kolmiakselinen kiihtyvyyssmittari tarpeellinen. (Fudge ym. 2007.)

Corder ym. (2007) vertasivat ActiGraph 7164 ja GT1M mittareiden aktiivisuuslukuja intialaisilla nuorilla vapaa-ajalla. GT1M mittasi 9 % pienemmät aktiivisuusluvut kuin ActiGraph 7164, mutta tilastollisesti merkittävää eroa ei ollut. Saman tutkimuksen mukaan valvotussa testissä aktiivisuusluvut erosivat merkittävästi toisistaan ActiGraph 7164:n tallentaessa aktiivisuuslukuja enemmän kuin GT1M. Verrattaessa kohtalaisesta raskaaseen intensiteetillä vietettyä aikaa vapaa-ajalla korreloivat mittarit keskenään mitausjakson ollessa 60 sekuntia. GT1M tallensi kuitenkin merkittävästi lyhyemmän kevyellä intensiteetillä vietetyn ajan sekä merkittävästi pidemmän istumiseen vietetyn ajan kuin ActiGraph 7164. (Corder ym. 2007.)



Rothney ym. (2008) käyttivät mekaanista heiluria tutkiessa kiihtyvyyssmittareiden eroja. Ihmiskokeisiin verrattuna mekaanisilla heilureilla on helpompi tutkia samanaikaisesti useampia kiihtyvyyssmittareita ja mittausten toistettavuus pysyy samana. Rothneyn ym. (2008) tutkimuksessa oli käytössä kiertävä mekaaninen heiluri, jonka liike vastasi kävelyn aikana syntyvää liikettä. GT1M mittarin aktiivisuusluvut erosivat merkittävästi ActiGraph 7164 mittarista lähes kaikilla nopeuksilla. Hitaimmilla nopeuksilla GT1M ei tallentanut yhtään aktiivisuuslukuja, mutta nopeammilla nopeuksilla GT1M tallensi aktiivisuuslukuja enemmän kuin ActiGraph 7164 ja lopulta GT1M:llä mitattu kokonaisaktiivisuusluku oli suurempi. (Rothney ym. 2008.)

Amerikkalaisessa tutkimuksessa ActiGraph 7164 ja GT1M mittareilla mitatut eri intensiteettitasoilla vietetyt ajat eivät eronneet merkittävästi toisistaan, joten aktiivisuustasoa mitattaessa mittareita voidaan pitää toisiinsa verrattavina. Mitattujen askelten lukumäärä erosi merkittävästi näiden kahden eri mittarin välillä. ActiGraph 7164 tallensi askeleita enemmän erityisesti hitailla nopeuksilla. (Kozey ym. 2010.)

Paul ym. (2007) vertasivat kahden eri valmistajan kiihtyvyyssmittareita, ActiGraphia ja ActiCalia, 56 koehenkilöllä, jotka käyttivät molempia mittareita 15 päivän ajan. Aktiivisuusluvut erosivat merkittävästi toisistaan, mutta käyttämällä ennalta laadittua muunnoskaavaa pieneni aktiivisuuslukujen ero ja vaihtelevuus. (Paul ym. 2007.)

## 5 TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli verrata kahta eri kiihtyvyyssmittaria toisiinsa, ActiGraphia ja Polar Activea, mitattaessa lasten fyysistä aktiivisuutta. Tarkoituksena oli saada tietoa siitä, miten lasten päivittäisen aktiivisuuden mittaamiseen suunniteltu mittari vastaa paljon tutkimuksissa käytetyn mittarin mittaamia fyysisen aktiivisuuden kestoja. Tavoitteena oli löytää sovite ActiGraph ja Polar Active kiihtyvyyssmittareilla mitattujen aktiivisuuksien kestojen välille siten, että keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto olisi vertailukelpoista näiden mittareiden välillä. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia kyseisten mittareiden mittaamien askelmäärien välisiä eroja ja verrata kiihtyvyyssmittareilla mitattuja keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestoja lasten täyttämiin fyysisen aktiivisuuden päiväkirjoihin.

Tavoitteena oli myös verrata  $\pm 6$  g alueella toisiinsa X6-1A kiihtyvyyssmittarilla mitattua kiihtyvyydataa ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuihin keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestoihin sekä selvittää millä kiihtyvyyalueella aktiivisuutta esiintyi kaikista eniten mittauspäivien aikana. X6-1A mittarista saatiin raaka g-arvoihin perustuva data, kun ActiGraphista ja Polar Activesta sitä ei saatu.

## 6 MENETELMÄT

### 6.1 Koehenkilöt

Tutkimukseen rekrytoitiin koehenkilöiksi viidesluokkalaisia oppilaita jyvaskyläläisestä Tikan peruskoulusta, jossa mittaukset myös suoritettiin helmikuun 2011 aikana. Valintaperusteena pidettiin koehenkilöiden suostumusta käyttää mittalaitteita kolmen peräkkäisen päivän ajan. Lisäksi koehenkilöillä ei saanut olla pitkäaikaissairauksia tai sydämentahdistinta, joka olisi estänyt kehonkoostumusmittauksen tekemisen. Kaikki tutkimukseen halunneet eivät valitettavasti päässeet mukaan, koska käytössä olleiden mittalaitteiden määrä ja mittauksiin varattu aika oli rajallinen. Tutkimukseen mukaan päässeiden koehenkilöiden valinta tehtiin siten, että kaikki mittauksista kiinnostuneita olleet pojat pääsivät mukaan, koska heitä oli tyttöjä vähemmän ja loput koehenkilöt valittiin mittauksiin sen mukaan, ketkä olivat palauttaneet suostumuslomakkeen ensimmäisten joukossa. Huomattavaa on, että suurin osa mittauksissa mukana olleista koehenkilöistä oli liikuntaluokalla.

Mittauksiin osallistui 30 vapaaehtoista koehenkilöä, 20 tyttöä ja 10 poikaa, iältään 11-12 -vuotiaita. Ennen tutkimusta koehenkilöt saivat tiedotteen tutkimuksesta ja täyttivät suostumuslomakkeen. Suostumus pyydettiin myös oppilaiden vanhemmilta/huoltajilta, koska tutkittavat olivat alaikäisiä. Suostumuslomakkeen yhteydessä tutkimukseen osallistuville jaettiin taustatietokysely, jolla selvitettiin lapsen ja perheen ruutuajan käyttöä sekä liikunta-, ruokailu- ja unitottumuksia. Lisäksi taustatietolomakkeessa pyydettiin kertomaan mahdollisista huomioon otettavista asioista tutkittavan suhteen sekä kroonisesta lääkityksestä. Tutkimukselle saatiin hyväksyntä Jyvaskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta. Koehenkilöiden taustatiedot on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Koehenkilöiden taustatiedot.

	<b>Tytöt (n=20)</b>	<b>Pojat (n=10)</b>	<b>Kaikki (n=30)</b>
<b>Ikä</b>	11,1 ± 0,2	11,5 ± 0,7	11,2 ± 0,5
<b>Pituus</b>	151 ± 8	154 ± 4	152 ± 7
<b>Paino</b>	40,4 ± 9,79	43,2 ± 7,3	41,3 ± 9

## 6.2 Mittausprotokolla

Koehenkilöt jaettiin kolmeen 10 hengen ryhmään, jotka mitattiin peräkkäisinä viikkoina käytettävissä olevien laitteiden määrän vuoksi. Saman koehenkilön mittaukset kestivät kolme peräkkäistä vuorokautta ja yhteensä mittausten suorittamiseen kului kolme viikkoa. Ensimmäisenä mittauspäivänä mitattiin pituus ja kehonkoostumus sekä varustettiin oppilaat kiihtyvyyssmittareilla ja sykemittarilla. Lisäksi heitä opastettiin laitteiden käytössä ja jaettiin aktiivisuuspäiväkirja ensimmäiselle tutkimuspäivälle sekä annettiin ohjeita päiväkirjan täyttöä varten. Tämän jälkeen oppilaat saivat jatkaa normaalisti arkeaan. Kiihtyvyyssmittarit piti riisua suihkuun ja uimaan mennessä sekä yön ajaksi. Sykemittaria pidettiin yön yli, mutta otettiin myös pois suihkussa ja uimassa käydessä.

Koehenkilöt tulivat kahtena seuraavana aamuna koululle terveydenhoitajan tiloihin, jolloin heille puettiin kiihtyvyyssmittarit uudestaan päälle, jos lapset eivät olleet jo pukeutaneet niitä kotona valmiiksi. Aika, jolloin mittarit puettiin päälle, merkittiin ylös. Samalla tiedusteltiin mahdollisesti ilmenneistä ongelmista ja hankaluuksista laitteiden käytössä sekä aktiivisuuspäiväkirjan täyttämässä. Päiväkirjoja täydennettiin jälkepäin yhdessä oppilaan kanssa, jos niihin oli jäänyt täyttämättömiä kohtia, ja jos oppilaat muistivat minkälaista aktiivisuutta edellinen päivä oli sisältänyt. Neljäntenä aamuna lapset palauttivat laitteensa ja mittareiden tallentama tieto purettiin tietokoneille. Palkinnoksi mittauksiin osallistumisesta lapsille annettiin elokuvalippu, kun kaikki mittarit, täytetyt aktiivisuuspäiväkirjat ja taustatietokyselylomake oli palautettu. Kaikkien osallistuneiden kesken arvottiin myös lahjakortti Laajavuoren kylpylään.

## 6.3 Mittaukset

### 6.3.1 Kehonkoostumusmittaus

Kehon paino ja kehon koostumus mitattiin InBody laitteella (InBody 720, Mega elektroniikka Oy, Suomi), joka perustuu pienen sähkövirran kulkuun elimistössä. InBody mittaa kehon koostumuksen segmenteittäin viidestä eri kehon osasta tarkan mittaustuloksen saavuttamiseksi. (InBody, 2008.) Ennen kehonkoostumusmittausta lapset ohjeis-

tettiin käymään wc:ssä kehon nesteiden minimoimiseksi ja mittausta varten pyydettiin riisumaan päällysvaatteet. Lisäksi mitattiin pituus 1 cm:n tarkkuudella.

### 6.3.2 Fyysisen aktiivisuuden mittaus

Lasten päivittäistä fyysistä aktiivisuutta mitattiin kolmen erilaisen kiihtyvyyssmittarin sekä sykemittarin avulla. Kaikki lapset varustettiin avustetusti aamulla Actigraph kiihtyvyyssmittarilla (ActiGraph, Yhdysvallat), Polar Active liikunta-aktiivisuus mittarilla (Polar Electro Oy, Suomi) ja Firstbeat Bodyguard sykemittarilla. Yhteensä kolme lasta sai vyötäröllensä myös USB Accelerometer X6-1A kiihtyvyyssmittarin (Gulf Coast Data Concepts, Yhdysvallat). ActiGraph alustettiin etukäteen mittauksia varten valmiiksi, jolloin aktiivisuuslukujen tallennusjaksoksi määritettiin 10 sekuntia. Polar Activeen syötettiin lasten perustiedot, kuten ikä, sukupuoli, pituus ja paino. Bodyguardin kiinnittämistä varten iho puhdistettiin liasta ja rasvasta, jonka jälkeen kaksi tarraelektroodia kiinnitettiin iholle. Toinen asetettiin oikean solisluun alapuolelle ja toinen kehon vasemmalle puolelle, sydämen alapuolelle. Bodyguard kiinnitettiin neppareilla elektrodeihin. Koehenkilöt pitivät mittareita kolmen peräkkäisen arkipäivän ajan. Kiihtyvyyssmittarit sai riisua nukkumaan mennessä. Kaikki mittarit riisuttiin myös suihkuun, saunaan tai uimaan mennessä ja päiväkirjaan raportoitiin aika, jolloin mittarit eivät olleet ollut käytössä.

Tutkimuksessa käytössä olleista kiihtyvyyssmittareista ActiGraph GT3X sijoitettiin joustavalla vyöllä koehenkilön vyötärön oikealle sivulle ja Polar Active satunnaisesti jompaankumpaan ranteeseen. Koehenkilöillä, joilla oli käytössä sekä ActiGraph että USB Accelerometer X6-1A, mittarit sijoitettiin vyötärön korkeudelle selän puolelle. Tässä tutkimuksessa ActiGraphilla mitatun aineiston analysoinnissa huomioitiin ainoastaan pystysuunnassa tapahtuvan liikkeen kiihtyvyys.

ActiGraph GT3X on kolmiakselinen kiihtyvyyssmittari, joka mittaa fyysistä aktiivisuutta mittaamalla mm. aktiivisuuslukuja, aktiivisuustasoja, askelten määrää sekä energian kulutusta. Mittari mittaa kiihtyvyyttä välillä 0.05-2.5 g ja sen taajuusalue on 0.25-2.5 Hz. Mittari käyttää 12-bittistä digitalisointia ja sen keräystaajuus on 30 Hz. ActiGraph GT3X painaa 27 grammaa ja sen mitat ovat 3.8cm x 3.7cm x 1.8cm. (Actigraph, GT3X Specifications 2010.)

Ranteessa pidettävä Polar Active liikunta-aktiivisuusmittari on suunniteltu lasten päivittäisen fyysisen aktiivisuuden mittaamiseen. Polar Active -mittarissa on viisi erilaista aktiivisuusaluetta, jotka vastaavat eri MET arvoja. Aktiivisuusalueet ovat tehokas + (>8 MET), tehokas (5-8 MET), reipas (3.5-5 MET), kevyt (2-3.5 MET) ja tosi kevyt (1-2 MET). Polar Activessa aktiivisuus tallentuu 30 sekunnin mittausjaksoissa ja jaksot, joiden MET arvo ylittää 3.5 kertyvät mittariin tehokkaaksi aktiivisuusajaksi. Aktiivisuus-palkki mittarin näytöllä näyttää kyseisen aktiivisuusajan päivittäin. Muilla aktiivisuus-alueilla vietetty aika näkyy mittarin päiväkirjassa. Polar Active näyttää myös kulutettujen kaloreiden kokonaismäärän mittauspäivän ajalta ja askelten lukumäärän. Mittariin tallentuu askeleiden määrä, kun askeleita kertyy vähintään 70 kappaletta minuutissa. (Polar Active käyttöohje 2011, Virtanen & Kinnunen 2010.)

Mitattaessa 6-15 -vuotiaiden lasten fyysistä aktiivisuutta ranteessa pidettävällä aktiivisuusmittarilla, on todettu MET arvojen korreloivan hyvin ( $r = 0.95$ ) mitatun hapenkulutuksen kanssa eri aktiviteettien aikana (Virtanen ym.2009). Toisessa Virtasen ym. (2011) tehdyssä tutkimuksessa verrattiin Polar Active ja ActiGraph GT3X kiihtyvyyssmittareita epäsuoralla kalorimetrialla mitattuun hapenkulutukseen. Koehenkilöinä olleet lapset ja nuoret suorittivat eri intensiteeteillä tapahtuvia aktiivisuuksia, jolloin tulokseksi saatiin vahva korrelaatio molempien kiihtyvyyssmittareiden ja hapenkulutuksen välille. Polar Activen MET arvot vastasivat tarkalleen mitattua hapenkulutusta kaikilla intensiteeteillä, kun taas ActiGraphin ja hapenkulutuksen välinen ero kasvoi nuorilla mitä suurempi aktiivisuuden intensiteetti oli. Myös Kempeleessä tehdyn tutkimuksen mukaan ranteessa pidetyllä yksiaksellisella kiihtyvyyssmittarilla arvioitu energian kulutus korreloi hyvin ( $r = 0.88$ ) kannettavalla hengityskaasuanalysointilaitteella mitatun hapenkulutuksen kanssa matalasta kohtuuraskaaseen intensiteetillä suoritetuissa aktiivisuuksissa. (Kinnunen ym. 2009.) Näiden tutkimusten mukaan mittareita voidaan pitää pätevinä ja luotettavina fyysisen aktiivisuuden ja energian kulutuksen mittaamisessa.

USB Accelerometer X6-1A on kolmiakselinen kiihtyvyyssmittari, joka mittaa kiihtyvyyttä x, y ja z suunnassa rekisteröintivälillä  $\pm 6$  g. Mittarin keräystaajuus oli 40 Hz ja resoluutio 16-bittinen.

### 6.3.3 Aktiivisuuspäiväkirja

Koehenkilöt täyttivät fyysisen aktiivisuuden päiväkirjaa kolmen mittauspäivän ajan. Päiväkirjaan merkittiin rasti puolen tunnin välein kohtaan, joka kuvasi parhaiten sen hetkistä fyysistä aktiivisuutta. Rastin sai merkitä useampaan kohtaan puolen tunnin aikana, jos sen aikana esiintyi erilaista aktiivisuutta. Vaihtoehtoina oli makaaminen, istuminen, seisominen/pieni liikkuminen, kävely, pyöräily sekä tietyn liikunnan harrastaminen. Liikuntalaji, jota oli harrastettu, kirjattiin erikseen ylös. Päiväkirjaan merkittiin myös mihin aikaan koehenkilö oli herännyt ja mennyt nukkumaan sekä milloin oli ollut koulussa. Lisäksi merkittiin aika, jolloin mittarit eivät olleet olleet käytössä. Päiväkirjoista saatuja tietoja verrattiin kiihtyvyyssmittareiden näyttämiin fyysisen aktiivisuuden kestoisiin.

### 6.3.4 Havainnointi

Osaa koehenkilöistä tarkkailtiin koulupäivän aikana, kun vähintään kaksi erilaista kiihtyvyyssanturia sekä sykemittari, olivat koehenkilöillä käytössä. Havainnoinnin aikana tarkkailtiin lapsen fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä mahdollisimman tarkasti, jotta saatiin kuvattua todellisia arkipäivän tilanteita. Lomakkeeseen merkittiin suunnilleen minuutin välein, minkälaista aktiivisuutta lapsen käytös edusti. Vaihtoehtoina oli makaaminen, istuminen, seisominen/pieni liikkuminen, pyöräily, hyppely sekä tietyn liikunnan harrastaminen. Näitä fyysisen aktiivisuuden tyyppejä tarkennettiin vielä siten, että huomioitiin erikseen esimerkiksi, jos lapsi istui paikoillaan tai jos istuminen oli levotonta. Yksi tutkija tarkkaili kahta koehenkilöä samanaikaisesti.

### 6.3.5 Analyysit

ActiGraphilla mitattu kiihtyvyyssdata analysoitiin MAHUFFE-ohjelmalla (versio 1.9.0.3), jossa eri intensiteettitasojen aktiivisuuslukurajoina käytettiin seuraavia asetuksia: inaktiivisuus <100, kevyt 101-1999, keskiraskas 2000-5200, raskas 5201-34999 ja raskas >35000. Polar Active –mittareihin tallentunut data purettiin tietokoneelle ja keskiraskaan sekä sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden yhteiskesto laskettiin päivittäisestä yhteenvedosta. Polar Activessa keskiraskaan aktiivisuuden rajaa vastasi fyysinen aktiivisuus, joka oli tallentunut mittariin reippaana tai sitä tehokkaampana aktiivisuute-

na. USB kiihtyvyyssmittarin tallentamaa dataa käsiteltiin XLR8R 2.1 -ohjelmalla (Gulf Coast Data Concepts, LLC, Waveland, Mississippi, USA). Ohjelma piirsi kiihtyvyysskäyrät jokaisessa kiihtyvyyssuunnassa valitulle ajanjaksolle, sekä kokonaiskiihtyvyyttä kuvaavan vektorin  $\sqrt{(x^2+y^2+z^2)}$ . Kun vektori saa arvon 1, niin maan vetovoiman lisäksi kiihtyvyyttä ei ole. Ykköstä pienemmillä arvoilla kokonaiskiihtyvyys on negatiivista. USB kiihtyvyyssmittarilla mitattua dataa muokattiin Matlabilla, jotta dataa päästiin analysoimaan Marko Havun tekemällä Mathematica ohjelman scriptillä. Kyseisellä scriptillä kiihtyvyyssarvot saatiin muutettua aktiivisuusluvuiksi jokaista minuuttia kohden eri aktiivisuustasoilla. Intensiteettitasojen aktiivisuuslukurajat olivat samat kuin Acti-Graphissa. Lisäksi analyysistä saatiin selville, kuinka kauan minkäkin tason kiihtyvyyttä on esiintynyt mittauspäivinä.

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS 18.0. -ohjelmalla. Korrelaatiokertoimet (r) ja merkitsevyydet (p) laskettiin Pearsonin korrelaatiotestillä. Eri muuttujien tilastollisia eroja tarkasteltiin parittaisella t-testillä. Tilastollisesti erittäin merkitsevänä pidettiin arvoa  $p < 0.001$ , tilastollisesti merkitsevänä  $p < 0.01$  ja melkein merkitsevänä  $p < 0.05$ . Aineistojen normaalijakautuminen testattiin Kolmogorov-Smirnov testillä. Normaalijakautumista testattaessa merkitsevyyden rajana pidettiin  $p < 0.05$ . Merkitsevyyden ollessa  $p > 0.05$ , aineistoa ei pidetty normaalisti jakautuneena. Näissä tapauksissa aineistolle tehtiin luonnollinen logaritmimuunnos, jotta aineisto saatiin normaalijakaumaa noudattavaksi.

Eri kiihtyvyyssmittareilla mitattujen tulosten erotusten keskiarvoa ja keskihajontaa määritettäessä käytettiin Bland-Altman menetelmää. Bland-Altman kuvaajassa x-akseli esittää kahdella eri mittarilla mitattujen tulosten keskiarvoa. Y-akselilta nähdään eri mittareilla mitattujen tulosten erotus. Kuvaajassa vaakatasoon piirretty viiva esittää mittaus-tulosten erojen keskiarvoa. Kaksi muuta samansuuntaisesti piirrettyä viivaa kuvaavat kaksinkertaista keskihajonnan poikkeamista keskiarvoviivasta. Näiden kahden viivan välistä aluetta kutsutaan luottamusväliksi. Bland-Altman menetelmää käytettiin vertailtaessa kiihtyvyyssmittareilla mitattujen fyysisen aktiivisuuden kestojen eroja kaikilla koehenkilöillä sekä heillä, jotka joko olivat tai eivät olleet harrastaneet liikuntaa päivän aikana sekä tutkittaessa mitattujen askeleiden määrien eroja mittareiden välillä.

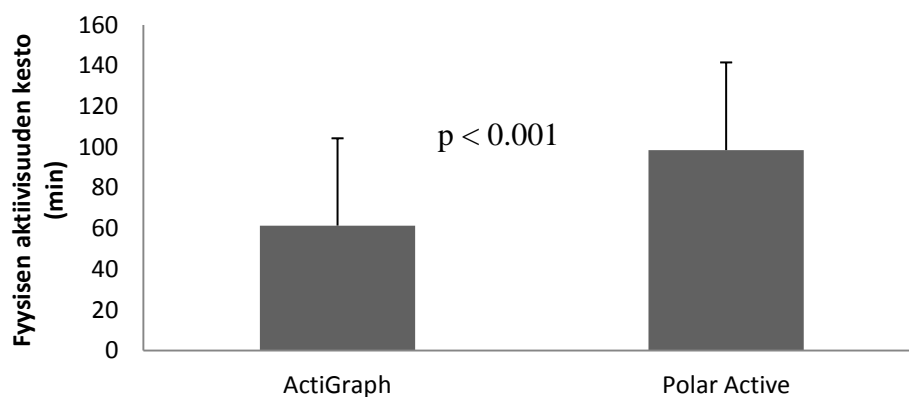


## 7 TULOKSET

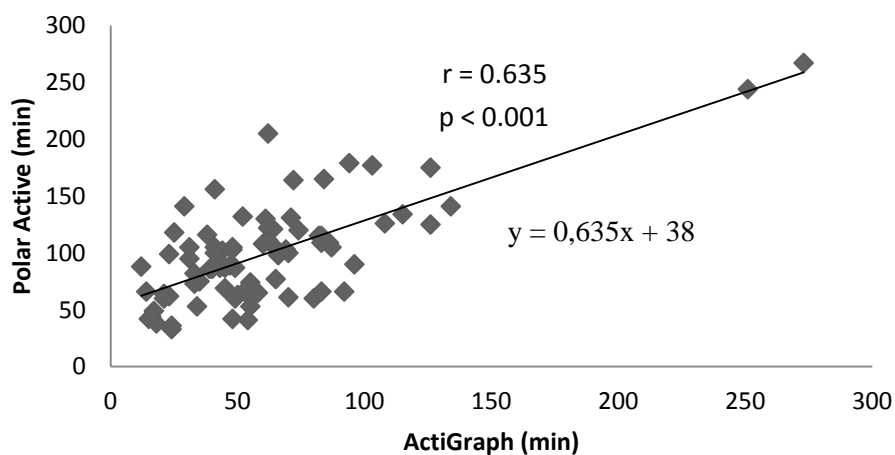
### 7.1 Kiihtyvyyssmittareiden väliset erot

#### 7.1.1 Fyysisen aktiivisuuden mittausta

Kuvissa 7 ja 8 on esitetty ActiGraphilla ja Polar Activella mitatut keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestot ja niiden välinen korrelaatio. Fyysisen aktiivisuuden kestojen välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ero.

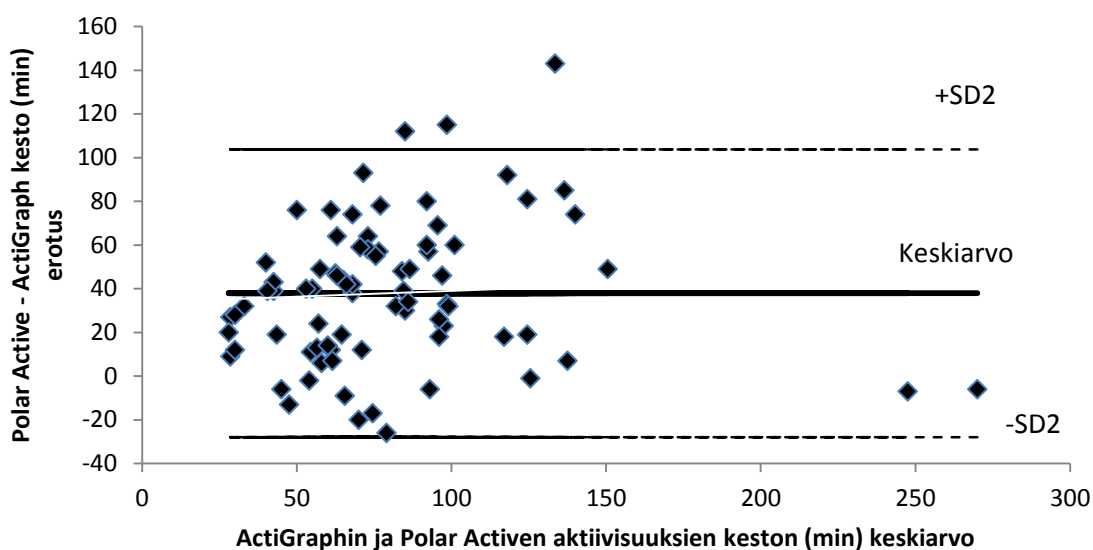


KUVA 7. Keskivertoinen ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrä ActiGraphilla (61 min) ja Polar Activella (98 min) mitattuna.



KUVA 8. Korrelaatio keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestojen välillä kahdella eri mittarilla mitattuna.

ActiGraphilla ja Polar Activella mitatut fyysisen aktiivisuuden kestojen tulokset on esitetty Bland-Altman menetelmän mukaisessa kuvaajassa. Kuvasta 9 nähdään, että kolme mittaustulosta sijoittui luottamusvälin ulkopuolelle, mikä vastasi 4 % kaikista tuloksista. Eri mittareilla saatujen tulosten erotusten keskiarvo oli 38 min ja keskihajonta 33 min. Keskimäärin Polar Active näytti mitanneen noin 38 minuuttia enemmän keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta päivässä kuin ActiGraph. Sovitteeksi mittareiden välille saatiin kaava  $y = 0.635x + 38$ , missä y on Polar Activella mitatun keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrä (min) ja x on ActiGraph.



KUVA 9. Kahden eri mittarin mittaamien fyysisen aktiivisuuden kestojen keskiarvo ja mittareiden välisten kestojen erotus ja keskihajonta.

Mittareiden väliset fyysisen aktiivisuuden kestojen erot näyttäisivät olleen sattumanvaraisia eikä minkään tietyn aktiivisuuden esiintyminen mittauspäivän aikana ollut yhteydessä mittareiden välisiin eroihin. Korrelaatiot vaihtelivat -0.210 ja 0.218 välillä tutkittaessa mittareiden välisen keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestojen eron ja päiväkirjaan merkittyjen aktiivisuuksien yhteyttä. Suurin korrelaatio (0.218) saatiin tässä tapauksessa mittareiden välisten fyysisen aktiivisuuksien kestojen erojen ja kevyen liikkumisen keston välille. Tämän mukaan mittareiden välinen ero olisi sitä suurempi, mitä kauemmin kevyttä liikuntaa olisi harrastettu mittauspäivän aikana. Korrelaatio ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä. Mittauspäivä (1. tai 2. tai 3. mittauspäivä) ei myöskään vaikuttanut mittareiden väliseen fyysisen aktiivisuuden keston eroon ( $r = -0,085$ ).

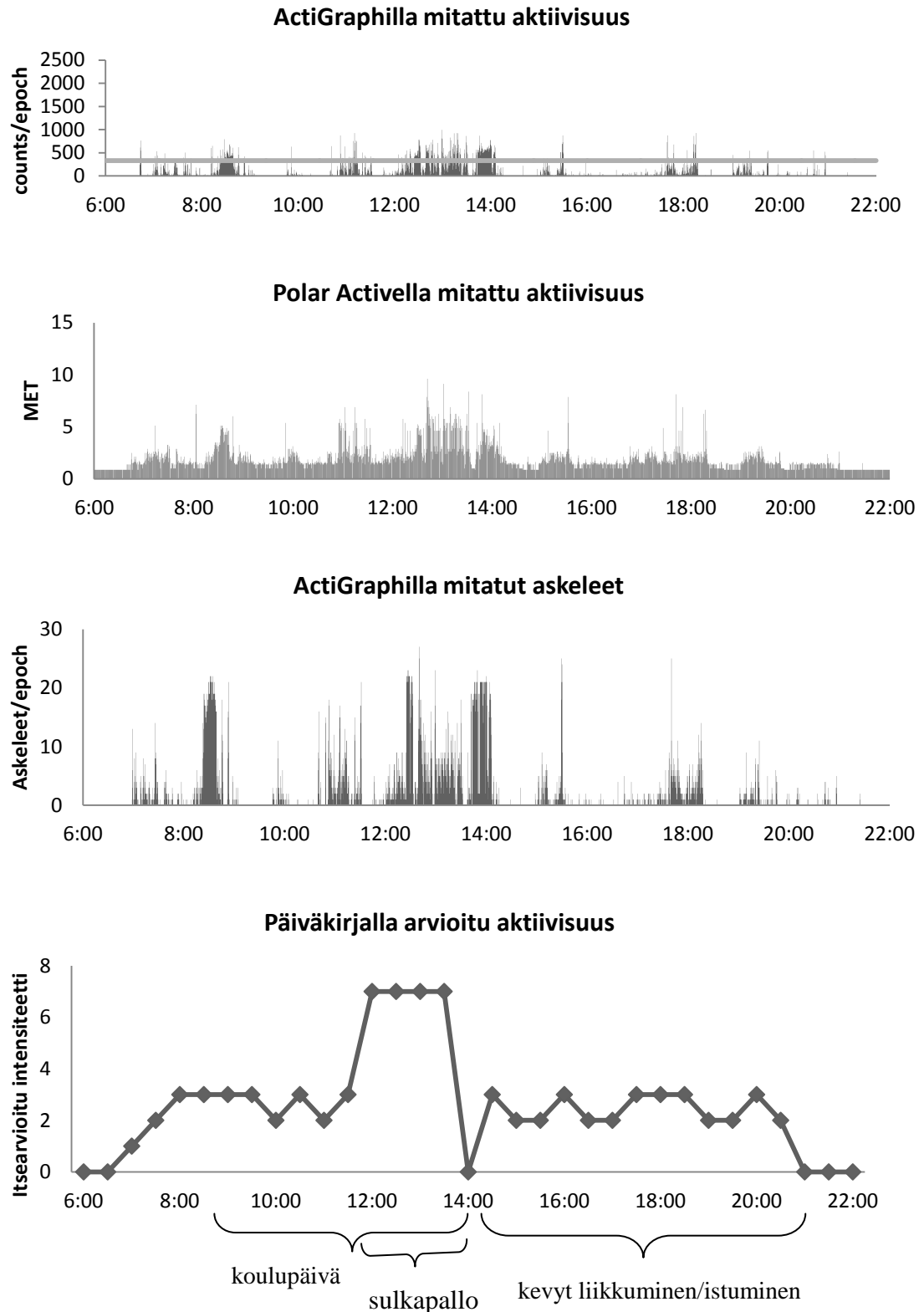
Lähempään tarkasteluun otettiin yksi mittauspäivä, jolloin Polar Activen ja ActiGraphin välinen keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston ero oli suurin kaikista mittauspäivistä. Taulukossa 3 on esitetty kyseisen intensiteetin fyysisen aktiivisuuden kesto ja päivittäinen askeleiden määrä sekä mittareiden väliset erot mittauspäivältä. Päiväkirjamerkinnöistä on otettu huomioon pelailu välitunnilla, liikuntatunnit sekä vapaa-ajalla harrastettu muu liikunta. Lisäksi kuvassa 10 on esitetty mittauspäivän aktiivisuuskäyrät ActiGraphilla (counts/epoch) ja Polar Activella (MET) mitattuna sekä askeleiden määrä ActiGraphilla mitattuna ja itsearvioitu aktiivisuus. Kuvassa epochin pituutena on käytetty 10 s, mutta muissa analyyseissa 60 s. Tämän vuoksi keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden raja on kohdassa 2000 aktiivisuuslukua/6. Kuvasta nähdään, että aktiivisuus on mittareidenkin mukaan intensiteetiltään suurinta liikuntatunnilla harrastetun sulkapalloilun aikana.

Taulukossa 4 on kuvattu tiedot mittauspäivältä, jolloin fyysistä aktiivisuutta on kertynyt kaikista mittauspäivistä eniten molemmilla mittareilla mitattuna. Kuvasta 11 nähdään aktiivisuuskäyrät kyseiseltä mittauspäivältä. Kuvasta nähdään selvästi miten aktiivisuuden intensiteetti on huomattavasti suurempaa koehenkilön harrastaessa skeittausta kuin muulloin saman mittauspäivän aikana. Teknisistä syistä kuvassa 12 on erikseen esitetty samalta mittauspäivältä USB X6-1A accelerometerillä mitattu kiihtyvyydata klo 10-21 ajalta.

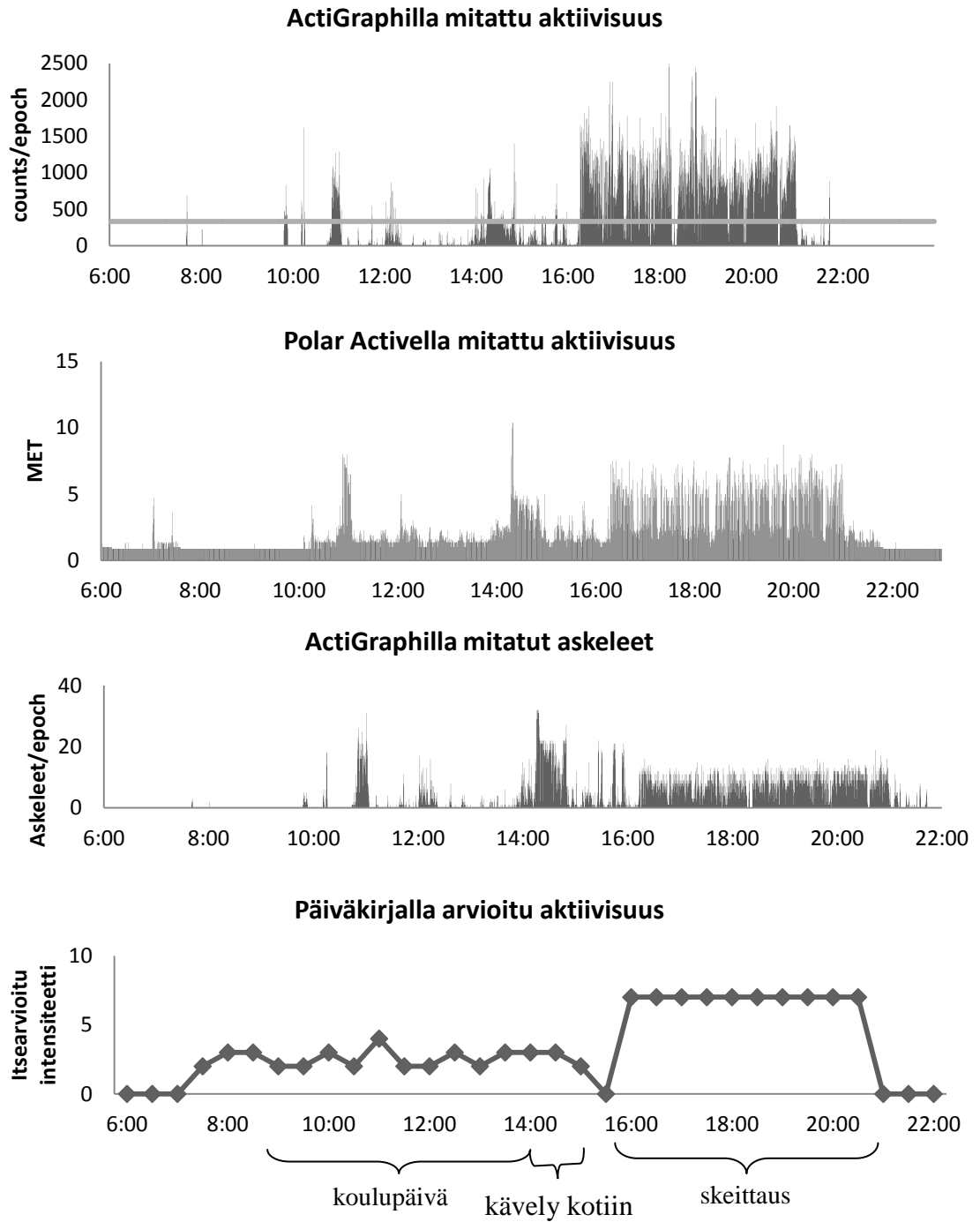
TAULUKOT 3 ja 4. Mittauspäivä, jolloin fyysisen aktiivisuuden keston ero mittareiden välillä kaikista suurin sekä mittauspäivä, jolloin fyysisen aktiivisuuden määrä kaikista suurin.

3.	Keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto (min)	Askeleiden määrä
<b>Polar Active</b>	205	21445
<b>ActiGraph</b>	62	10407
<b>Ero</b>	143	11038
<b>Päiväkirja</b>	120 (sulkapalloilu)	

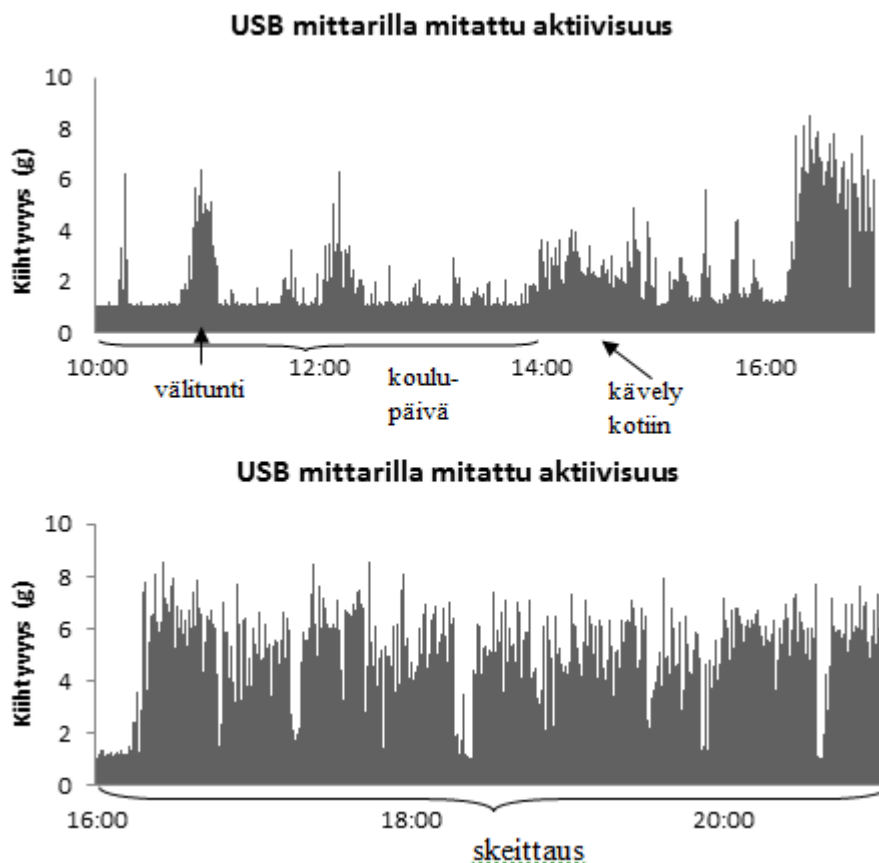
4.	Keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto (min)	Askeleiden määrä
<b>Polar Active</b>	267	29161
<b>ActiGraph</b>	273	19362
<b>Ero</b>	7	9799
<b>Päiväkirja</b>	300(skeittausta) 30(välitunti)	



KUVA 10. Esimerkki yhden mittauspäivän aktiivisuus- ja askelmääristä Polar Activella ja ActiGraphilla mitattuina sekä päiväkirjan itsearvioitu aktiivisuus, kun mittareiden välinen fyysisen aktiivisuuden keston välinen ero oli kaikista suurin. Ylimmässä kuvassa vaakaviiva kuvaa keskikasaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden rajaa.



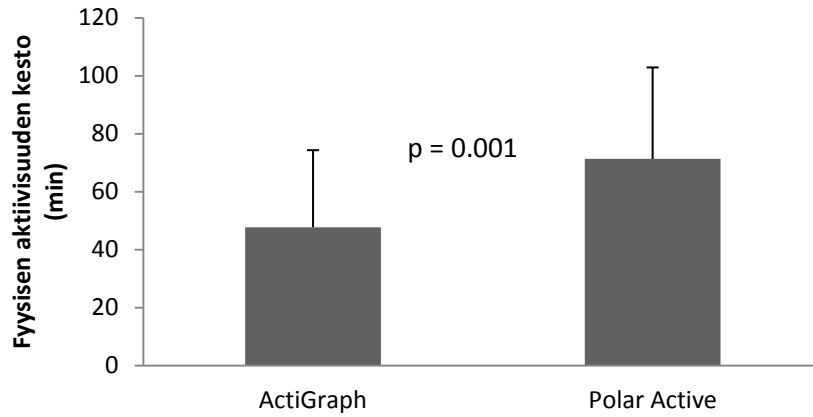
KUVA 11. Esimerkki yhden mittauspäivän aktiivisuus- ja askelmääristä Polar Activella ja ActiGraphilla mitattuina sekä päiväkirjan itsearvioitu aktiivisuus, kun fyysisen aktiivisuuden kesto oli suurin kaikista mittauspäivistä. Ylimmässä kuvassa vaakaviiva kuvaa keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden rajaa.



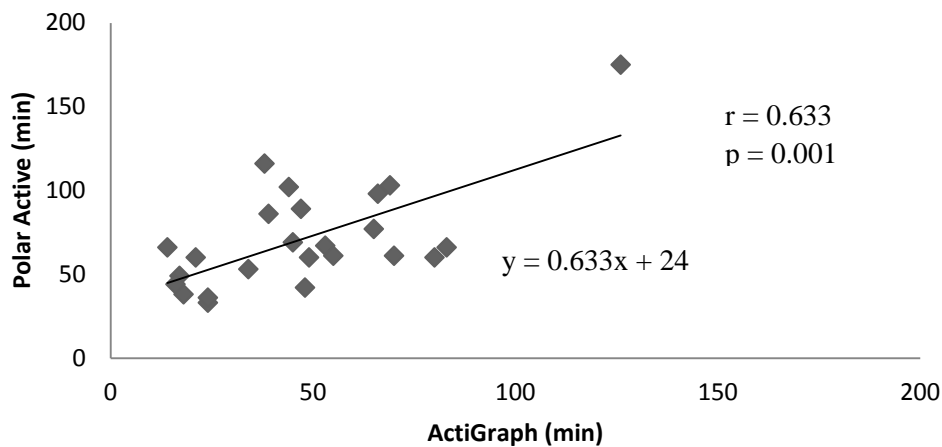
KUVA 12. Esimerkki USB mittarilla mitatusta kiihtyvyydestä skeittausta harrastaneelta koehenkilöltä samalta mittauspäivältä kuin kuvassa 11.

### 7.1.2 Liikunnan harrastamisen vaikutus

Kiihtyvyyksmittareista saatujen fyysisen aktiivisuuden kestojen välisiä eroja tutkittiin erikseen koehenkilöillä, jotka eivät olleet aktiivisuuspäiväkirjan mukaan harrastaneet erityistä liikuntaa sekä koehenkilöillä, jotka ilmoittivat harrastaneensa tiettyä liikuntaa. Tässä tapauksessa liikunnaksi määritettiin päiväkirjamerkintöjen mukaisesti pelailu välitunnilla, koulun liikuntatunti ja koulun ulkopuolella tapahtuvat liikuntaharrastukset. Analyysiin hyväksytyjä mittauspäiviä on 24 kappaletta, jolloin koehenkilöt eivät harrastaneet erityistä liikuntaa. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty fyysisen aktiivisuuden kesto ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna sekä niiden välinen korrelaatio. Mittareiden välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä eroavaisuus.

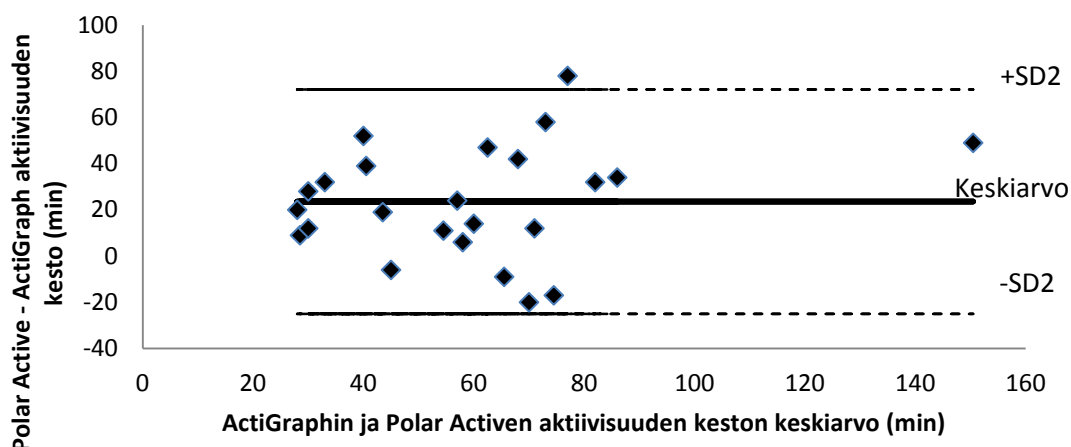


KUVA 13. Fyysisen aktiivisuuden kesto päiviltä, jolloin erityistä liikuntaa (liikuntatunti tai muu ilmoitettu liikunta) ei ole harrastettu.



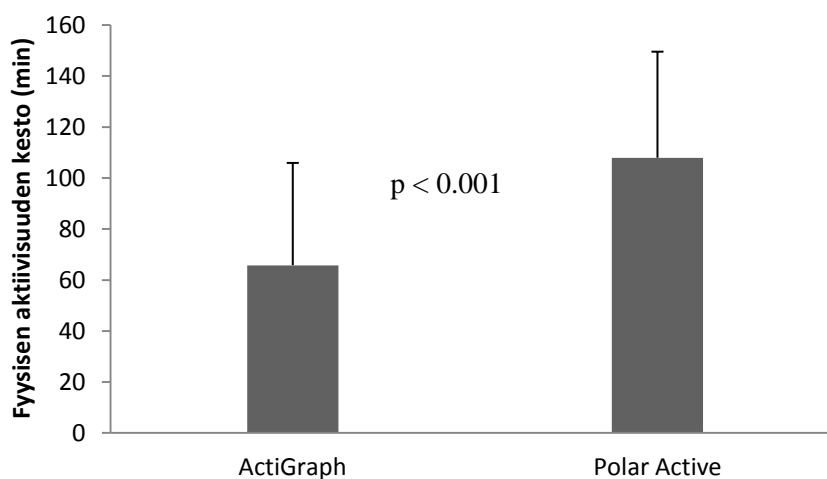
KUVA 14. Korrelaatio fyysisen aktiivisuuden kestojen välillä, kun mukana on päivät, jolloin erityistä liikuntaa ei ole harrastettu.

Bland-Altman kuvaajan (kuva 15) mukaan Polar Active mittasi noin 24 minuuttia enemmän keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta päivässä kuin Acti-Graph silloin, kun erityistä liikuntaa ei ollut harrastettu. Tässä tapauksessa mittareiden väliseksi sovitteeksi saatiin  $y = 0.633x + 24$ .



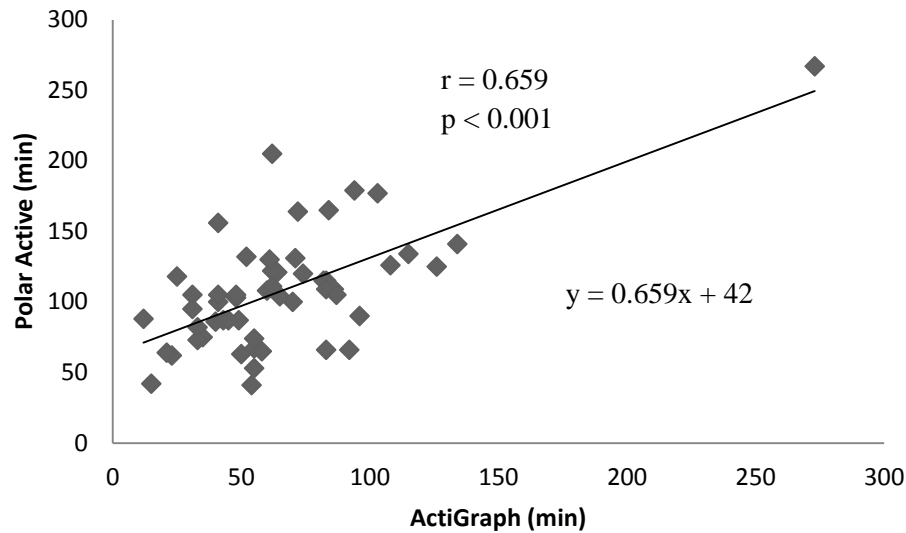
KUVA 15. ActiGraphin ja Polar Activen mittaamien fyysisen aktiivisuuden kestojen keskiarvo ja mittareiden välisten kestoerojen erotus ja keskihajonta mittauspäivinä, jolloin koehenkilöt eivät ole harrastaneet erityistä liikuntaa.

Analyysieihin hyväksytyjä mittauspäiviä oli 53 kappaletta, jolloin koehenkilöt ilmoittivat aktiivisuuspäiväkirjoissa harrastaneensa vapaa-ajalla erityistä liikuntaa tai heillä oli ollut koulussa liikuntatunti. Kuvissa 16 ja 17 on esitetty fyysisen aktiivisuuden kesto ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna sekä niiden välinen korrelaatio. Mittareiden välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä eroavaisuus.



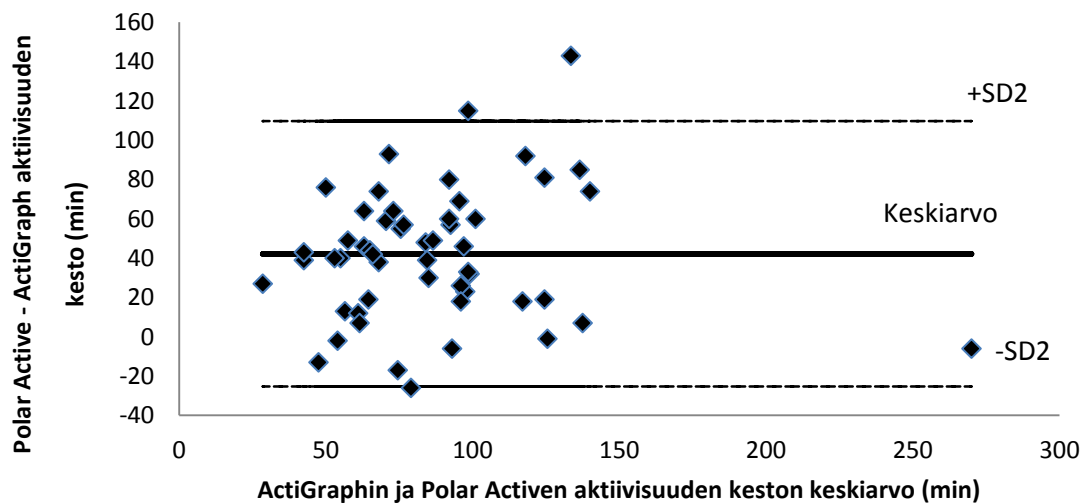
KUVA 16. Keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna niinä päivinä, kun liikuntaa on harrastettu.





KUVA 17. Mittareiden fyysisen aktiivisuuksien kestojen välinen korrelaatio, kun huomioidaan vain ne koehenkilöt ja mittauspäivät, kun liikuntaa on harrastettu.

Kuvan 18 mukaan Polar Active mittasi noin 42 minuuttia enemmän fyysistä aktiivisuutta päivässä kuin ActiGraph silloin, kun koehenkilöt olivat harrastaneet liikuntaa ja mittareiden välinen sovite tässä tapauksessa on  $y = 0.659x + 42$ .



KUVA 18. ActiGraphin ja Polar Activen mittaamien fyysisen aktiivisuuden kestojen keskiarvo ja mittareiden välisten kestojen erotus ja keskihajonta mittauspäivinä, jolloin koehenkilöt ovat harrastaneet liikuntaa.

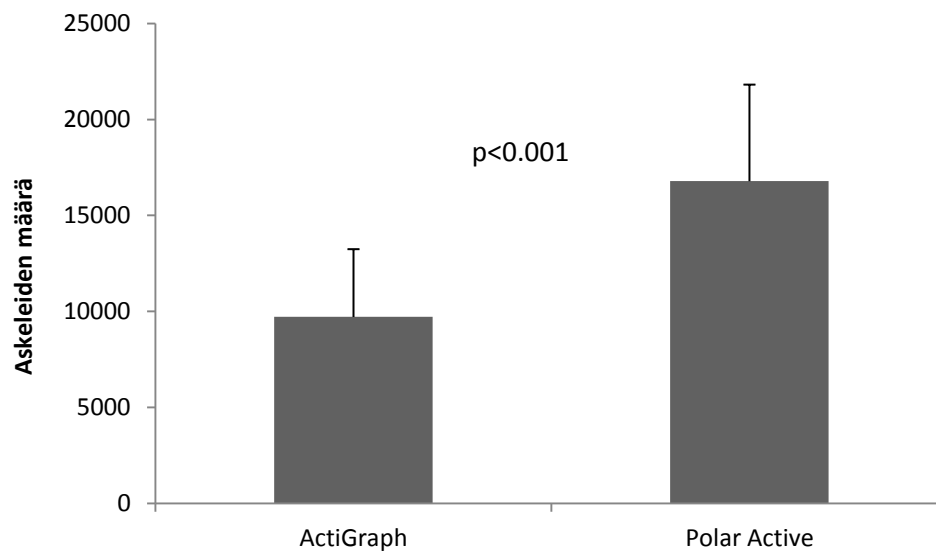
Tarkoituksen mukaisen liikunnan harrastaminen tai liikuntatunnille osallistuminen lisäsi keskiraskaan tai sitä raskaamman liikunnan keston määrää 48 minuutista 66 minuuttiin

tässä otoksessa, kun käytetään ActiGraphin tuloksia. Vastaavasti Polar Activella mitattuna fyysisen aktiivisuuden kesto lisääntyi 71 minuutista 108 minuuttiin.

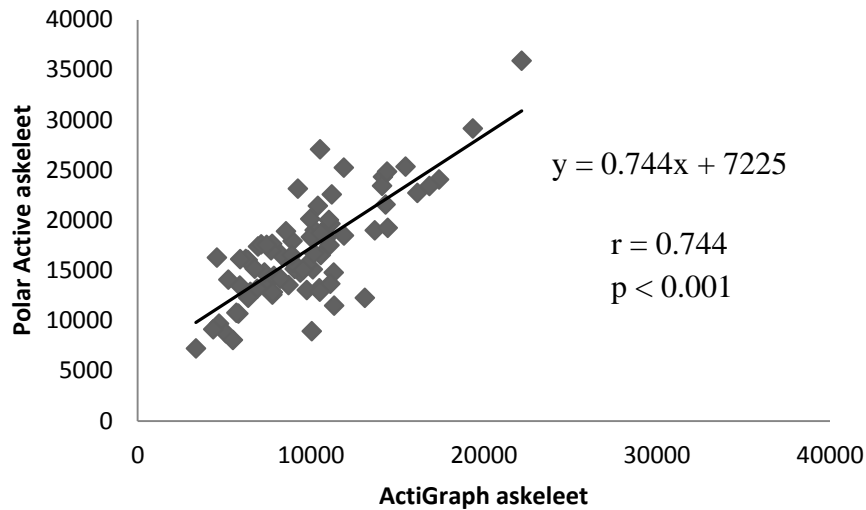
### 7.1.3 Askeleiden mittaus

Mittauspäiviä, jolloin ActiGraph ja Polar Active tallensivat askeleiden määrän onnistuneesti, oli 76 kappaletta.

Kuvasta 19 nähdään ActiGraphilla ja Polar Activella mitattujen askeleiden määrien keskiarvot. Askelmäärien välillä on tilastollisesti merkitsevä ero. Kuvassa 20 on esitetty askelmäärien välinen korrelaatio.

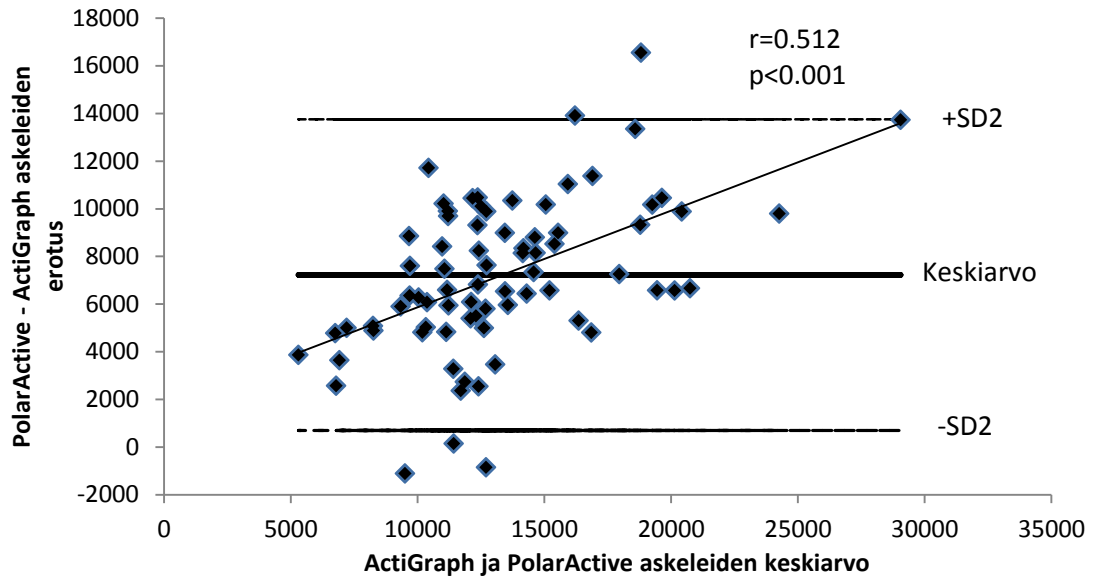


KUVA 19. Mitattujen askeleiden määrä kaikilta mittauspäiviltä.



KUVA 20. Askelmäärien välinen korrelaatio on 0.744 ja tilastollinen merkitsevyys  $p < 0.001$ .

Kuvasta 21 nähdään askelmäärien keskiarvo ja mittareiden välisten askelmäärien erotus. Keskimäärin Polar Active mittasi 7225 askelta enemmän päivässä kuin ActiGraph. Bland-Altman kuvaajassa merkitsevä positiivinen korrelaatio kertoo, että mitä suurempi askeleiden määrä on, sitä suurempi on mittareiden välinen erotus. Haluttaessa muuttaa ActiGraphilla ja Polar Activella mitattujen askelten määrät toisiaan vastaavaksi, voidaan käyttää sovitetta  $y = 0.744x + 7225$ , missä y on Polar Activen askelten määrä ja x ActiGraphin askeleet.



KUVA 21. Askelmäärien keskiarvo ja mittareiden välisten askelmäärien erotus.

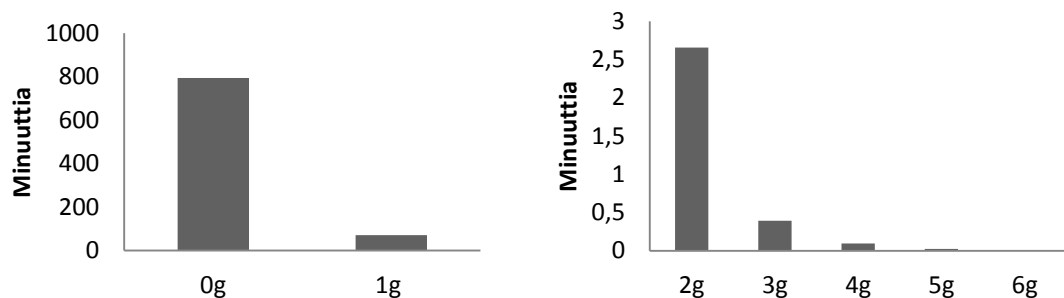
Mittareiden mittaamien askelmäärien väliset erot näyttäisivät olleen sattumanvaraisia samoin kuin fyysisen aktiivisuuden kestonkin erot. Minkään tietyn aktiivisuuden esiintyminen mittauspäivän aikana ei ollut yhteydessä askelmäärien välisiin eroihin. Korrelaatiot vaihtelivat  $-0.179$  ja  $0.302$  välillä tutkittaessa mittareiden välisiä askelmäärien eroja ja päiväkirjaan merkittyjen aktiivisuuksien yhteyttä. Suurin korrelaatio ( $0.302$ ) saatiin tässä tapauksessa mittareiden välisten askelmäärien erojen ja välitunnilla harrastetun liikunnan keston välille. Tämän mukaan mittareiden välinen ero olisi sitä suurempi, mitä enemmän välituntiliikuntaa olisi harrastettu mittauspäivän aikana. Korrelaatio ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä. Mittauspäivä (1. tai 2. tai 3. mittauspäivä) ei myöskään vaikuttanut mittareiden väliseen askelmäärien eroon ( $r = -0,011$ ).

#### 7.1.4 USB accelerometer X6-1A

Kiihtyvyyttä mitattiin Polar Activen ja ActiGraphin lisäksi mittareiden saatavuuden vuoksi vain kolmelta koehenkilöltä myös USB accelerometer X6-1A mittarilla. Kiihtyvyydataa kerääntyi onnistuneesti kahdeksalta eri mittauspäivältä. Taulukosta 5 nähdään minuutteina sekä tunteina kuinka kauan mittari on ollut käytössä mittauspäivien aikana ja kuvassa 22 on esitetty kuinka paljon liikkumista on tapahtunut päivän aikana milläkin kiihtyvyyalueella keskimäärin kaikilla koehenkilöillä.

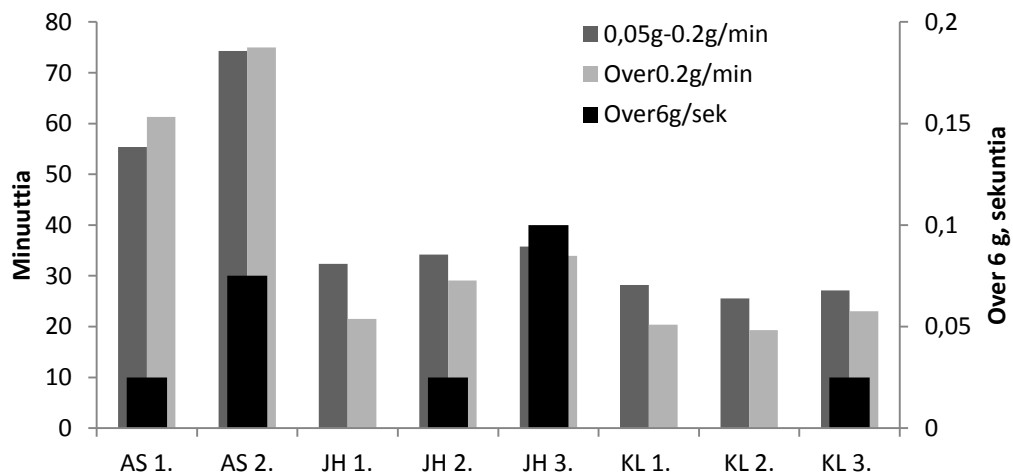
TAULUKKO 5. USB mittarin käyttöaika mittauspäivien aikana.

	Mittausaika (min)	Mittausaika (h)
Koehenkilö1, päivä 1	846	14,10
Koehenkilö1, päivä 2	782	13,03
Koehenkilö2, päivä 1	779	12,99
Koehenkilö2, päivä 2	894	14,89
Koehenkilö2, päivä 3	962	16,04
Koehenkilö3, päivä 1	1021	17,01
Koehenkilö3, päivä 2	677	11,28
Koehenkilö3, päivä 3	988	16,47



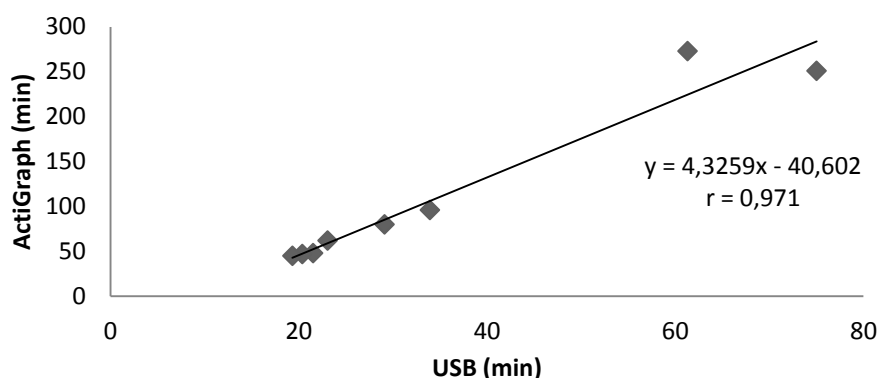
KUVA 22. Fyysisen aktiivisuuden kesto eri kiihtyvyyalueilla.

Kuvasta 23 nähdään, että kaikista aktiivisimmalla koehenkilöllä liikunta on tuottanut määrällisesti eniten g voimia. Muihin koehenkilöihin verrattuna aktiivisin henkilö erottuu joukosta siten, että g voimia on kertynyt enemmän yli 0.2 g alueella kuin sen alle jääneellä alueella (0.05g - 0.2g/min). Muilla koehenkilöillä g voimia on kertynyt eniten 0.05g - 0.2g alueella, mikä vastaa hyvin rauhallista liikuntaa. Lisäksi aktiivisimmalla koehenkilöllä on kertynyt kumpanakin mittauspäivänä g voimia myös yli 6g alueella. Kuvassa 23 vaaka-akselilla kirjaimet kuvaavat eri koehenkilöitä ja numerot eri mittauspäiviä.



KUVA 23. Eri kiihtyvyyalueilla esiintyneiden aktiivisuuksien kesto minuutteina.

Eri kiihtyvyyalueilla esiintyneiden keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestoja verrattiin ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuihin aktiivisuuden kestoisiin. Paras korrelaatio saatiin ActiGraphin ja USB kiihtyvyydsmittarilla mitatun yli 0.2g kiihtyvyyalueella esiintyneen aktiivisuuden kestojen välille (kuva 24). Vastaava korrelaatio Polar Activen ja USB mittarin välillä oli 0,911. Kummankin kiihtyvyydsmittarin aktiivisuuden kestot korreloivat myös hyvin alle 0.2g kiihtyvyyalueen kanssa. Actigraphin ja alle 0.2g kiihtyvyyden välinen korrelaatio oli 0,925 ja Polar Activella mitattuun aktiivisuuden keston verrattuna korrelaatio oli 0,881.



KUVA 24. ActiGraphin ja yli 0.2g kiihtyvyyalueen aktiivisuuden keston korrelaatio.

## 7.2 Fyysisen aktiivisuuden mittaus

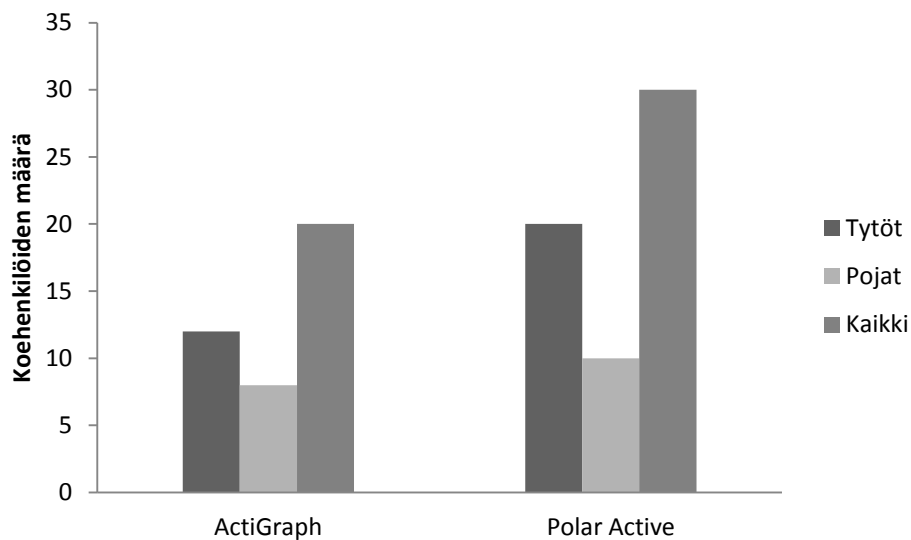
Mittauspäiviä, jolloin molemmat kiihtyvyydsmittarit, Polar Active ja ActiGraph olivat mitanneet keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta onnistuneesti, oli yhteensä 79. Taulukosta 6 nähdään mittauspäivien määrä prosentteina, jolloin keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta esiintyi suositusten mukaisesti riittävästi eli vähintään tunti päivässä sekä keskimääräinen keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden määrä päivässä kummallakin kiihtyvyydsmittarilla mitattuna.

TAULUKKO 6. Kahdella eri mittarilla mitattuna mittauspäivien määrä (%), jolloin keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta on kertynyt yli 60 min/pv sekä kaikkien mittauspäivien keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden kesto (keskiarvo ± keskihajonta).

Kaikki mittauspäivät (n=79)	ActiGraph	Polar Active
Fyysinen aktiivisuus yli 60 min/pv (%)	42	87
Fyysisen aktiivisuuden kesto (min)	61,4 ± 42,9	98,4 ± 43,1

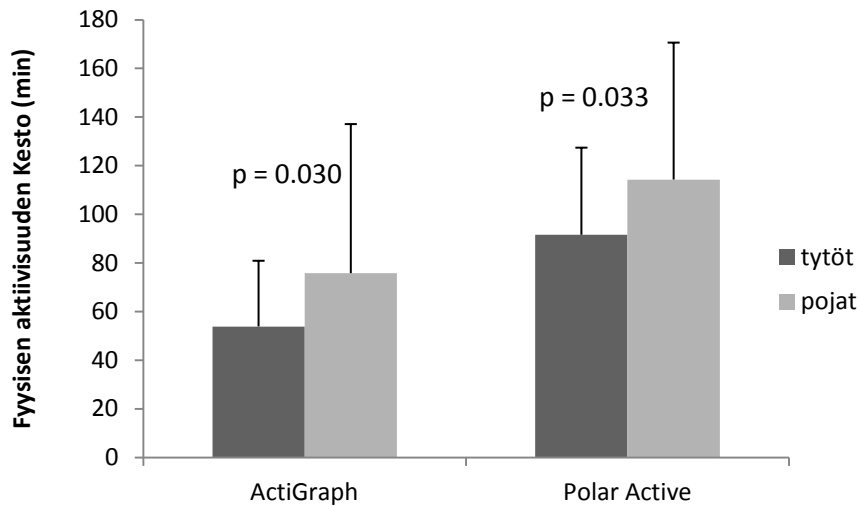
### 7.2.1 Sukupuolten väliset erot

ActiGraphilla mitattuna 80 % pojista harrasti keskiraskasta tai sitä raskaampaa liikuntaa suositusten mukaan riittävästi (väh. 60 min/pv) vähintään yhtenä mittauspäivänä, kun tytöillä vastaava luku oli 60 %. Polar Activella mitattuna kaikilla koehenkilöillä vähintään yksi mittauspäivä oli sellainen, jolloin keskiraskasta tai sitä raskaampaa liikuntaa oli harrastettu riittävästi. Kuvassa 25 on esitetty koehenkilöiden määrät, jotka ovat harrastaneet liikuntaa vähintään tunnin päivässä. Tutkimuksessa oli koehenkilöinä enemmän tyttöjä kuin poikia, joten määrällisesti fyysisen aktiivisuuden suosituksen rajan ylittäneistä koehenkilöistä oli enemmän tyttöjä.



KUVA 25. Koehenkilöiden määrä, joilla fyysistä aktiivisuutta on kertynyt vähintään 60 min/päivä.

Pojilla kertyi keskiraskasta ja sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta keskimäärin päivittäin enemmän kuin tytöillä kummallakin aktiivisuusmittarilla mitattuna. Fyysisen aktiivisuuden kestossa oli tilastollisesti melkein merkitsevä ero tyttöjen ja poikien välillä niin ActiGraphilla ( $p=0.030$ ) kuin Polar Activellakin ( $p=0.033$ ) mitattuna (kuva 26).



KUVA 26. Tyttöjen ja poikien keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto (min) ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna.

### 7.2.2 Aktiivisuuspäiväkirjat

Taulukossa 7 on esitetty aktiivisuuspäiväkirjoista laskettujen kaikkien mittauspäivien eri aktiivisuuksien kestojen keskiarvot sekä vertauksen vuoksi niiden mittauspäivien aktiivisuuksien kestojen keskiarvot, jolloin keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto ActiGraphilla tai Polar Activella mitattuna on ollut vähintään 60 min päivässä sekä vähintään 120 min päivässä. Keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kestot eivät eronneet tilastollisesti merkittävästi toisistaan. Taulukosta 7 kuitenkin nähdään, että mittauspäivinä, jolloin fyysistä aktiivisuutta kertyi vähintään kaksi tuntia, käytettiin makaamiseen ja istumiseen aikaa keskiarvoa vähemmän. Lisäksi muun aktiivisuuden kesto oli keskiarvoa suurempi.

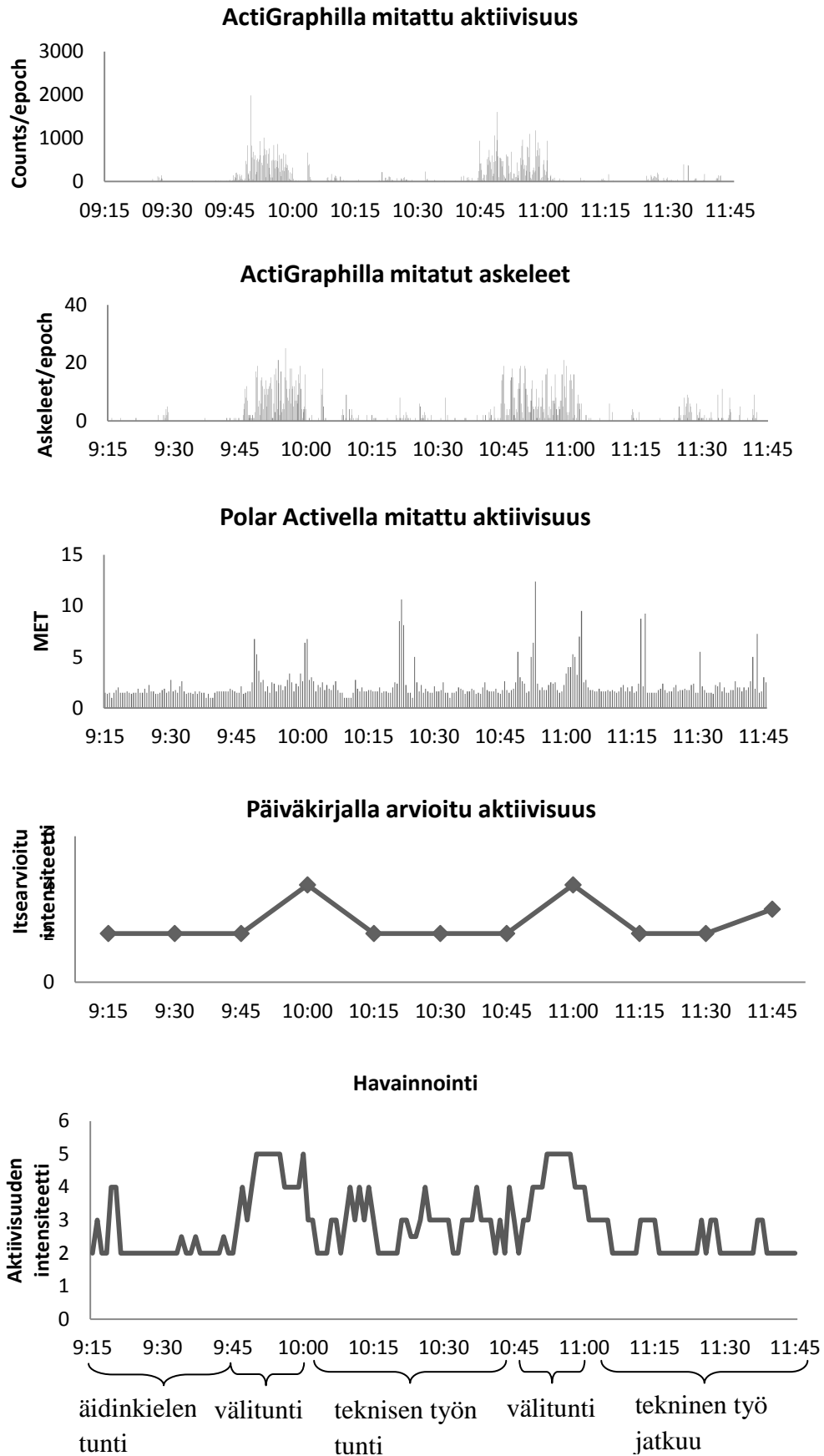


TAULUKKO 7. Eri aktiivisuuksien kestot aktiivisuuspäiväkirjoista kerättynä kaikilta mittauspäiviltä, jolloin keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto on vähintään 60 min ja vähintään 120 min joko ActiGraphilla tai Polar Activella mitattuna.

	<b>Kaikkien mitt.päiv. ka päiväkirjoista laskettuna (min)</b>	<b>väh. 60 min fyysistä aktiivisuutta ActiGraphilla mitattuna (n=34)</b>	<b>väh. 60 min fyysistä aktiivisuutta Polar Activella mitattuna (n=73)</b>	<b>ActiGraph 120 min (n = 5)</b>	<b>Polar Active 120 min (n = 20)</b>
<b>Makaaminen</b>	65	70	64	56	56
<b>Istuminen</b>	379	352	371	285	335
<b>Kevyt liikkuminen</b>	149	137	149	94	151
<b>Kävely</b>	52	55	52	53	42
<b>Pelailu välitunnilla</b>	47	45	47	38	54
<b>Liikuntatunti</b>	79	80	80	30	62
<b>Muuta aktiivisuutta</b>	71	96	96	150	100

### 7.2.3 Havainnointi

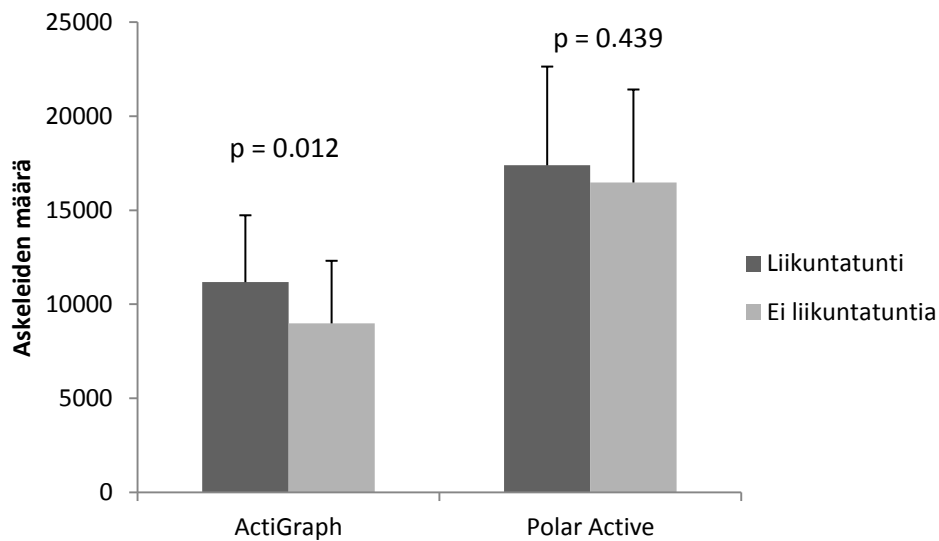
Kuvassa 27 on esitetty esimerkkinä erään havainnoidun koehenkilön mittauspäivän aktiivisuuskäyrät ActiGraphilla (counts/epoch) ja Polar Activella (MET) mitattuna sekä askeleiden määrä ActiGraphilla mitattuna ja itsearvioitu aktiivisuus sekä aktiivisuus havainnoidulta ajalta. Havainnointi tapahtui koulupäivän aikana noin klo 9-12 välisenä aikana.



KUVA 27. Esimerkki havainnoidusta koehenkilöstä.

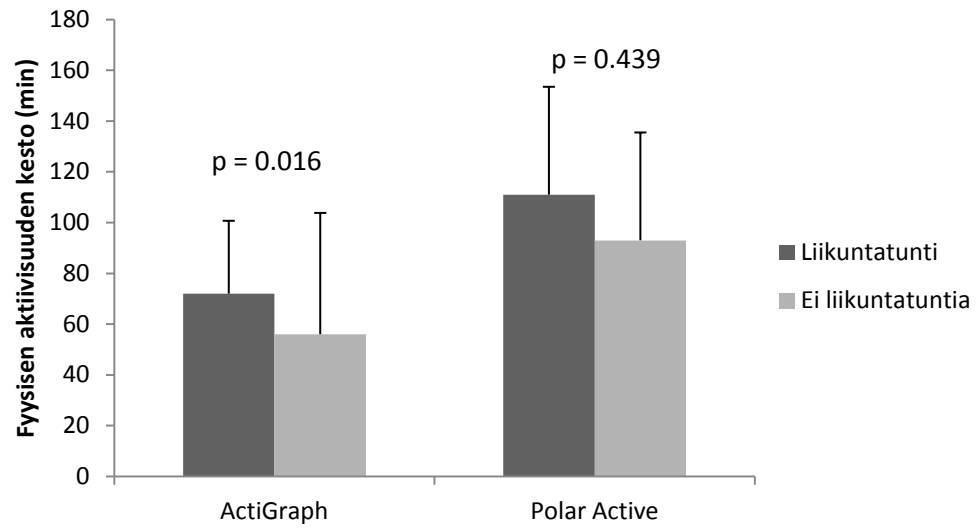
### 7.2.4 Liikuntatunnin vaikutus

Aineiston mukaan askeleiden määrä oli ActiGraphilla mitattuna suurempi niinä päivinä, jolloin koulussa oli liikuntatunti. Näinä päivinä askeleita kertyi keskimäärin 2191 enemmän verrattuna päiviin, jolloin koulussa ei ollut liikuntatuntia. Mitattujen askeleiden määrien välillä oli tilastollisesti melkein merkitsevä ero. Polar Activella mitattuna askeleiden lukumäärä oli hieman suurempi niinä päivinä, jolloin koulussa oli liikuntatunti, mutta askeleiden määrien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Askeleita kertyi keskimäärin 911 enemmän päivinä, jolloin oli liikuntatunti. (kuva 28.)



KUVA 28. Liikuntatunnin vaikutus askeleiden määrään ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna.

Kummallakin mittarilla mitattuna keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto erosi tilastollisesti merkitsevästi päivien välillä, jolloin koulussa joko oli tai ei ollut liikuntatuntia. Kuvasta 29 nähdään kuinka paljon keskiraskaasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta keskimäärin kertyi ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna päivinä, jolloin koulussa oli tai ei ollut liikuntatuntia.



KUVA 29. Liikuntatunnin vaikutus fyysisen aktiivisuuden keston ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuna.

## 8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla kahta eri kiihtyvyyssmittaria mitattaessa lasten fyysistä aktiivisuutta arkipäivien aikana. Tavoitteena oli löytää sovite ActiGraphin ja Polar Activen välille siten, että keskiraskaan ja sitä raskaamman aktiivisuuden kesto olisi vertailukelpoista näiden mittareiden välillä. Lisäksi USB kiihtyvyyssmittarin avulla tutkittiin millä kiihtyvyyalueella aktiivisuutta esiintyi eniten.

### 8.1. Kiihtyvyyssmittareiden väliset erot

Tarkasteltaessa ActiGraphilla ja Polar Activella mitattujen fyysisen aktiivisuuden kestojen välisiä eroja, huomataan, että Polar Active kiihtyvyyssmittarilla mitattuna keskiraskaasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta on kertynyt keskimäärin noin 38 minuuttia enemmän päivässä kuin ActiGraphilla mitattuna. Oulussa tehdyssä tutkimuksessa laitteiden (Polar Active ja ActiGraph) mittaamat fyysisen aktiivisuuden keston ajat korreloivat keskiraskaalla ja sitä raskaammalla intensiteetillä eikä laitteiden välillä ollut tilastollisesti merkittävää eroa (Virtanen ym. 2010).

Mittareiden mittaamien fyysisen aktiivisuuden keston sekä askelmäärien väliset erot olivat sattumanvaraisia eikä minkään tietyn aktiivisuuden esiintyminen mittauspäivien aikana ollut yhteydessä mittareiden välisiin eroihin. Aktiivisuuskäyrien mukaan mittareihin tallentunut aktiivisuus oli suurinta silloin kun päiväkirjan mukaankin oli harrastettu liikuntaa. Skeittausta harrastaneella henkilöllä aktiivisuuden kestot olivat kahtena päivänä kaikista suurimpia ja mittareiden väliset erot fyysisen aktiivisuuden kestossa pienimmästä päästä verrattuna muiden koehenkilöiden mittauspäiviin. Kuvasta 11 nähdään, että myös mittareiden mukaan fyysisen aktiivisuuden määrä on huomattavasti suurempi skeittauksen aikana kuin muuna aikana päivästä.

Polar Activen tallentaman fyysisen aktiivisuuden keston määrää on voinut lisätä osittain se, kun koehenkilöt näkivät mittauspäivien aikana mittarin näytöltä kertyneen fyysisen aktiivisuuden määrän. Lisäksi aktiivisuustaso näkyi näytöllä ja esimerkiksi lasten heiluttaessa reippaasti käsiään, mittari tulkitse liikkeen juoksuksi ja siten fyysisen aktiivisuu-

den keston määrä lisääntyi. Tulevaisuudessa mittarin näyttö olisi tarpeellista peittää, jos Polar Activea käytetään lasten fyysistä aktiivisuutta tutkittaessa. Eräiden tutkimusten mukaan lapsille tehdyissä mittauksissa askelmittarin näytön peittäminen ei kuitenkaan vaikuttanut huomattavasti mitattujen askelten määrään (Corder ym. 2008).

Mittarit oli kiinnitetty eri osiin kehoa, toinen ranteeseen ja toinen vyötärölle, joten mahdollisesti ranteeseen kiinnitetty Polar Active tunnisti ActiGraphia herkemmin pienetkin käden liikkeet fyysiseksi aktiivisuudeksi. Lisäksi tutkimuksessa ei vakioitu sitä, kummassa ranteessa Polar Activea pidettiin, joten mittareiden välisiin eroihin voi vaikuttaa sekin onko Polar Activea pidetty dominoivan vai ei-dominoivan käden ranteessa. ActiGraph on voinut jättää mittaamatta osan lasten aktiivisuudesta, koska asetuksena oli, että mittari mittasi vain pystysuunnassa tapahtunutta kiihtyvyyttä. Siten esimerkiksi nopean juoksun aikana kiihtyvyys tasaantuu yksiakselisella mittarilla mitattuna (Fudge ym. 2007).

Täysin varmaa ei myöskään ole ovatko kiihtyvyydsmittarit olleet koehenkilöillä käytössä yhtä kauan päivien aikana, vaikka ohjeeksi annettiinkin, että mittarit pitäisi pukea ja riisua yhtä aikaa. Mahdollisesti ranteessa pidettyä kelloa muistuttavaa Polar Activea on ollut mukavampi käyttää kuin vyötäröllä pidettyä ActiGraphia ja siten Polar Active olisi mitannut fyysistä aktiivisuutta enemmän.

Aktiivisuuslukujen tallennusjakso eli epoch oli eri kummassakin mittarissa. ActiGraphissa epoch oli 10 s ja Polar Activessa mittarin teknisten tietojen mukaan 30 s. ActiGraphin analysoinnissa käytettiin 60 s epochia, koska myös muissa Liikkuva koulu -hankkeeseen liittyvissä mittauksissa oli käytetty kyseistä minuutin mittaista tallennusjaksoa. Mittareiden analysoinnissa käytetyt eripituiset epochit lisäävät mittareiden tallentamien fyysisten aktiivisuuksien kestojen eroja. Corderin ym. tutkimuksessa viiden sekunnin epochilla mitattaessa keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrä oli merkittävästi suurempi kuin 60 sekunnin epochilla (Corder ym. 2009). Epochin eroavaisuus mittareiden kesken on siis yksi syy sille, miksi Polar Active mittasi keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta enemmän kuin ActiGraph. Epochin ollessa 30 sekuntia, tallentui aktiivisuus tarkemmin kuin ActiGraphin analysoinnissa käytetyllä 60 sekunnin tallennusjaksolla. Corder ym. toteavatkin tutkimuk-

sessaan, että epochin pituuden tulisi olla sama verrattaessa kahta eri kiihtyvyydsmittaria keskenään (Corder ym. 2009).

Trostin ym. (2011) mukaan lasten ja nuorten keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden rajana tulisi pitää 4-6 METiä. Polar Activessa keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden rajana on kuitenkin 3,5 MET, joten periaatteessa Polarin mukaan jo matalammallakin intensiteetillä tapahtunut aktiivisuus lasketaan keskiraskaaksi.

Bland-Altman kuvaajasta (kuva 20) nähdään, että viisi mittaustulosta sijoittuu  $\pm 2$  SD rajojen ulkopuolelle, mikä tarkoittaa sitä, että 7 % tuloksista ei tue väitettä, että kaksi eri mittaria olisi yhteneväisiä askelmäärien mittaamisessa. Askelmäärien erotusten keskihajonta on 3264 kpl, joka kertoo, että luottamusväli on suuri. Siten voidaan sanoa, että ActiGraphin ja Polar Activen mitaamien askeleiden määrät eivät vastaa toisiaan. Keskimäärin Polar Active näyttää 7225 askelta enemmän päivässä kuin ActiGraph. Polar Activen mitaamat askeleiden määrät kuulostavat hyvin suurilta suhteessa siihenkin millaisia lasten fyysisen aktiivisuuden kestot mittareilla mitattuina olivat. Oulussa tehdyissä mittauksissa Polar Active mittasi  $1102 \pm 1400$  enemmän päivittäisiä askeleita kuin ActiGraph ja laitteiden välinen korrelaatio askelmäärissä oli hyvä. Mittareiden välinen ero oli myös sitä suurempi mitä suurempi oli päivittäinen askelmäärä. ActiGraphilla mitattuna päivittäinen askelmäärä oli  $8632 \pm 3020$  ja Polar Activella mitattuna  $9734 \pm 3559$ . (Virtanen ym. 2010.) Tässä pro gradu -työssä ActiGraphilla mitattujen päivittäisten askelten määrä (9710 kpl) vastaa paremmin Oulussa tehdyn tutkimuksen tuloksia kuin Polar Activella mitattujen askelten määrä (16786 kpl).

Tutkittaessa erikseen mittareiden eroja niinä mittauspäivinä, kun koehenkilöt joko ovat tai eivät ole harrastaneet erityistä liikuntaa, saatiin tulokseksi, että liikuntaa harrastamattomilla Polar Active mittasi keskimäärin 24 minuuttia enemmän päivässä keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta kuin ActiGraph. Liikuntaa harrastaneilla Polar Active mittasi aktiivisuutta keskimäärin noin 42 minuuttia enemmän kuin ActiGraph. Nämä erot johtuvat mahdollisesti siitä, että liikunnan aikana kädet ovat usein enemmän liikkeessä ja lisäävät siten Polar Activen fyysisen aktiivisuuden määrää.

Tutkimuksessa mitattiin fyysistä aktiivisuutta kolmelta koehenkilöltä muiden mittareiden lisäksi myös USB X6-1A kiihtyvyydsmittarilla. Kaikista eniten aktiivisuutta oli

esiintynyt 0g alueella, mikä tarkoittaa siis täysin paikallaan oloa. Tästä herääkin epäily, ovatko mittarit olleet koehenkilöillä käytössä koko mittauspäivien ajan vai ovatko koehenkilöt todella olleet suurimman osan päivästä inaktiivisia. Seuraavaksi eniten aktiivisuutta esiintyi 1g ja 2g alueilla, mikä vastaa rauhallista liikkumista. Huomattavaa oli, että Actigraphin ja Polar Activen mukaan kaikista aktiivisimmalla koehenkilöllä liikunta oli tuottanut määrällisesti eniten g voimia. Kuvasta 12 nähdäänkin, että koko illan kestäneen skeittauksen aikana kiihtyvyydet ovat vaihdelleet noin 6g - 8g alueella. Aktiivisuus erottuu muista koehenkilöistä myös siten, että g voimia on kertynyt enemmän yli 0.2 g alueella kuin sitä alhaisemmilla kiihtyvyyden arvoilla. Muilla koehenkilöillä g voimia on kertynyt eniten 0.05g - 0.2g alueella, mikä vastaa hyvin rauhallista liikuntaa. Lisäksi aktiivisimmalla koehenkilöllä on kertynyt kumpanakin mittauspäivänä g voimia myös yli 6g alueella. Olisi mielenkiintoista selvittää, kuinka paljon skeittaajan kiihtyvyyksistä on tallentunut skeittilaudan päällä tasaisella skeittaamisesta ja kuinka paljon itse skeittaajan aiheuttamasta aktiivisuudesta kuten hypyistä ja vauhdin otosta. Päiväkirjojen mukaan myös muut koehenkilöt, joilla on esiintynyt g voimia yli 6 g alueella, ovat harrastaneet erityistä liikuntaa, kuten sulkapalloa ja jääkiekkoa.

Verrattaessa eri kiihtyvyyalueilla esiintyneiden aktiivisuuksien kestoja ActiGraphilla ja Polar Activella mitattuihin keskiraskaan ja sitä raskaamman aktiivisuuden kestoihin, saatiin paras korrelaatio ActiGraphin ja yli 0.2 g alueella esiintyneen aktiivisuuden välille. Tämä vahvistaa sen, että Actigraphilla ja USB kiihtyvyydsmittarilla mitattuja aktiivisuuden kestoja voidaan pitää vertailukelpoisina, kun aktiivisuus on sellaista, että g voimia esiintyy yli 0.2 g alueella.

## **8.2. Fyysisen aktiivisuuden mittaus**

Kaikista mittauksissa mukana olleista 30 koehenkilöstä fyysistä aktiivisuutta kertyi vähintään tunti päivässä 20 koehenkilöllä ActiGraphilla mitattuna ja Polar Activen mukaan kaikilla koehenkilöillä ylittyi fyysisen aktiivisuudensuosituksen mukainen raja vähintään yhtenä mittauspäivänä. Erään isolle koehenkilöjoukolla tehdyn tutkimuksen mukaan lähes kaikki 9-11 -vuotiaat liikkuvat suositusten mukaisesti vähintään tunnin päivässä (Nadar ym. 2008). Myös portugalilaisessa tutkimuksessa ActiGraphilla mitattuna 6-14 -vuotiaiden tyttöjen ja poikien fyysisen aktiivisuuden kesto ylitti suositusten mukaisen rajan (Lopes ym. 2007).



Tässä tutkimuksessa keskiraskaan tai sitä raskaamman aktiivisuuden määrä päivässä ActiGraphilla mitattuna oli keskimäärin  $61\pm 43$  minuuttia, mikä ylittää juuri suositusten mukaisen rajan. Polar Activella mitattuna vastaava määrä oli  $98\pm 43$  minuuttia. Virtasen ym. (2010) tekemässä tutkimuksessa päivittäinen saman intensiteettitasen aktiivisuusai-ka oli 6-16 -vuotiailta lapsilta mitattuna ActiGraphilla  $45\pm 24$  min ja Polar Activella  $47\pm 25$  min. Näihin arvoihin verrattuna tässä tutkimuksessa ActiGraphilla saatuja tulok-sia voitaisiin pitää totuudenmukaisimpina. Virtasen ym. (2010) tutkimuksessa aktiivi-suutta kylläkin mitattiin 7 peräkkäisen päivän ajan koululaisten kesäloman aikana, joten aktiivisuus voi olla sen vuoksi vähäisempää.

Lasten fyysisen aktiivisuuden keston määrää saattoi rajoittaa mittauspäivien aikana ol-leet kovat pakkaset. Osa lapsista kertoikin, että harrastuksia oli peruttu pakkasten vuoksi ja kylmyys rajoitti myös ulkona leikkimistä. Osa lapsista kulki mittauspäivinä koulu-matkat autolla normaalisti totutun kävelyn tai pyöräilyn sijaan. Fyysisen aktiivisuuden mittaamisessa nuorilla tulisikin huomioida koulujen loma-ajat sekä vuodenajan vaihte-lut. Tarkimman tuloksen saavuttamiseksi fyysistä aktiivisuutta tulisi mitata eri vuoden-aikojen aikana. (Corder ym. 2008.) Siten esimerkiksi kesällä tai muulloin lämpimämpä-nä ajankohtana olisi voitu saada erilaisia tuloksia. Lisäksi olisi ollut mielenkiintoista tutkia, miten lasten fyysisen aktiivisuuden kesto ja askelten määrät eroaisivat arkipäivi-en ja viikonlopun välillä. Yleensä nuorten fyysistä aktiivisuutta tutkiessa tulisi mittaus-ten kestää neljä kokonaista päivää, joista yksi osuisi viikonlopulle, jotta saataisiin kai-kista luotettavimpia tuloksia (Corder ym. 2008). Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli kuitenkin tutkia kiihtyvyyssmittareiden välisiä eroja, joten tärkeintä oli mitata eri mit-tareilla fyysistä aktiivisuutta samanaikaisesti ja yhtä paljon.

Sukupuolten välisiä eroja tarkasteltaessa pojat olivat fyysisesti aktiivisempia kuin tytöt, mikä on havaittu myös monissa aiemmissä tutkimuksissa (Bringolf-Isler ym. 2009, Jago ym. 2005, McKenzie ym. 2000, Oliver ym. 2007, Trost ym. 2002). Tässä tutkimuksessa koehenkilöistä vain neljällä kertyi vähintään kaksi tuntia päivässä keskiraskasta tai sitä raskaampaa fyysistä aktiivisuutta vähintään yhtenä mittauspäivänä. Näistä neljästä koe-henkilöstä kolme oli poikia ja yksi tyttö. Bringolf-Isler ym. raportoivat tutkimuksessaan poikien harrastaneen raskasta liikuntaa noin 48 minuuttia päivässä, kun vastaava luku tyttöillä oli 19 minuuttia (Bringolf-Isler ym. 2009). Portugalilaisen tutkimuksen mukaan

9-11 –vuotiaiden keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden kesto oli ty-  
ttöillä keskimäärin 124 min/päivä ja pojilla 138 min/päivä (Lopes ym. 2007). Tässä pro-  
gradu -tutkimuksessa vastaavat luvut olivat keskimäärin tytöillä 54 min ja pojilla 76  
min. Lopesin ym. (2007) tutkimuksessa ei kerrottu mitä aktiivisuuslukurajaa käytettiin  
keskiraskaan fyysisen aktiivisuuden rajana, mutta mahdollisesti jo lämpimämpi ilmasto  
voi vaikuttaa positiivisesti fyysisen aktiivisuuden määrään.

Fyysisen aktiivisuuden suositusten mukaisesti liikkuvien lasten ja nuorten määrä vaihte-  
lee sen mukaan millä menetelmällä kiihtyvyyssignaalia on käsitelty ja mitä aktiivisuus-  
lukurajoja on käytetty eri tutkimuksissa (Ekelund ym. 2011). Tässä tutkimuksessa kes-  
kiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden rajana käytettiin 2000 aktiivisuus-  
lukua/min, jotta saadut tulokset olisivat vertailukelpoisia Liikkuva koulu –hankkeeseen  
liittyvien aiemmin tehtyjen tutkimusten kanssa, joissa oli käytetty samoja aktiivisuuslu-  
kurajoja kuin tässä tutkimuksessa. Jos keskiraskaan tai sitä raskaamman fyysisen aktii-  
visuuden rajaksi olisi valittu esimerkiksi 1500 lukua/min, olisi mittareiden välinen ero  
ollut pienempi. Raja olisi kuitenkin ollut normaalisti käytettyihin aktiivisuuslukurajoi-  
hin verrattuna melko matala (Ekelund ym. 2011), joten se olisi luultavastikin yliarvioi-  
nut viidesluokkalaisten lasten fyysisen aktiivisuuden määrää.

Osallistuminen koulun liikuntatunneille lisäsi askeleiden ja fyysisen aktiivisuuden kes-  
ton määrää mittauspäivien aikana tilastollisesti merkittävästi ActiGraphilla mitattuna.  
Polar Activen mukaan molemmat mitatut muuttujat lisääntyivät liikuntatunnin myötä,  
mutta tilastollisesti merkittävä ero oli ainoastaan fyysisen aktiivisuuden kestossa. Näi-  
den tulosten mukaan koulun liikuntatunneilla on merkittävä vaikutus lasten liikunta-  
aktiivisuuden määrään, mikä olisi tärkeää ottaa huomioon liikuntatuntien määrien suunnit-  
telussa kouluissa. Monilla lapsilla liikuntatunnit saattavat olla jopa päivän ainoita  
fyysisesti aktiivisia jaksoja. Tulokseen voi osaltaan vaikuttaa myös se, että useimmiten  
lapset, jotka osallistuvat aktiivisesti liikuntatunneille, harrastavat myös vapaa-ajalla  
muita aktiivisemmin liikuntaa.

### **8.3. Aktiivisuuspäiväkirjat ja havainnointi**

Pojista erottui aktiivisuutensa vuoksi erityisesti henkilö, joka oli aktiivisuuspäiväkirjan mukaan harrastanut skeittausta kahtena onnistuneena mittauspäivänä lähes viiden tunnin ajan. Myös toinen skeittausta harrastanut poika kuuluu kaikista aktiivisimpien neljän koehenkilön joukkoon. Skeittausta ei välttämättä mielletä kunnon liikunnaksi, mutta tämän tutkimuksen mukaan se lisäsi merkittävästi fyysisen aktiivisuuden määrää. Skeittaamisen lisäksi eri koehenkilöillä lumitöiden tekeminen, pelailu välitunnilla ja palloilun harrastaminen liikuntatunnilla sekä liikuntaseikkailupuisto HopLopissa leikkiminen kasvattivat fyysisen aktiivisuuden keston määrää. Lisäksi nämä aktiivisimmat koehenkilöt olivat päiväkirjoissaan ilmoittaneet käyttäneensä keskiarvoa vähemmän aikaa maakaamiseen ja istumiseen.

Osalle koehenkilöistä aktiivisuuspäiväkirjojen täyttäminen oli melko haastavaa. Lapset saattoivat myöntää muistaneensa täyttää päiväkirjan vasta illalla, jolloin on hyvinkin mahdollista, ettei päivän tapahtumia muista puolentunnin tarkkuudella. Lisäksi muutenkin tuloksissa tulee huomioida se, että lapset ovat saattaneet esimerkiksi merkitä päiväkirjaan koulupäivän ajaksi ainoastaan istumista, vaikka luultavasti heidän päivänsä on myös sisältänyt vähintään kevyttä liikkumista. Päiväkirjoihin merkittyjen fyysisten aktiivisuuksien kestojen tulkinnassa voi olla myös virheitä, koska koehenkilöitä opastettiin piirtämään rasti usean eri aktiivisuuden kohdalle, jos tietyn puolen tunnin aikana aktiivisuuden tyyppi muuttuu. Jos esimerkiksi saman puolen tunnin ajalle oli merkitty kolmeakin eri aktiivisuuden tyyppiä, niin näiden jokaisen aktiivisuuden keston oletettiin olleen 10 minuuttia.

Osaa koehenkilöistä havainnoitiin koulupäivän aikana. Kaksi eri pro gradu -tutkimuksen tekijää oli tekemässä havainnointia mikä on voinut vaikuttaa havainnoinnin luotettavuuteen. Kummankin havainnoijan oli lisäksi tarkoitus tarkkailla kahta oppilasta yhtä aikaa. Oppituntien aikana tämä oli vielä mahdollista, mutta välitunnilla oppilaat saattoivat olla niin kaukana toisistaan, ettei yhtä aikainen havainnointi enää onnistunutkaan. Kuitenkin kuvan 27 esimerkkikoehenkilön mukaan verrattuna havainnoinnin ajalta piirrettyä aktiivisuuskäyrää päiväkirjalla arvioituaan aktiivisuuteen, nähdään että oppituntien aikanakin on tapahtunut pientä liikkumista vaikka oppilas itse oli arvioinut, että olisi istunut puolikin tuntia yhtäjaksoisesti. Pienet aktiivisuuden muutokset nähdään myös ActiGraphin ja Polar Activen mittaamissa aktiivisuuskäyrissä sekä askeleiden määrissä. Siten voidaan sanoa, että havainnointi on kannattava menetelmä, kun halutaan

saada tarkempaa tietoa lasten fyysisestä aktiivisuudesta. Kuvan 27 mukaan välitunnit erottuvat kaikista aktiivisimmiksi jaksoiksi koulupäivän aikana. Laajempaa tietoa lasten liikunta-aktiivisuuteen vaikuttavista tekijöistä saataisiin käyttämällä havainnoinnissa SOCARP-menetelmää. Sen avulla voidaan tarkkailla muun muassa harrastetun liikuntalajin sekä sosiaalisten tekijöiden vaikutuksia. (Ridgers ym. 2010.) Tässä tutkimuksessa havainnointimenetelmien suunnitteluun ja toteutukseen olisi tarvittu enemmän aikaa sekä tutkijoita, jotta aktiivisuudesta olisi saatu tarkempaa tietoa pidemmältä ajalta ja useammalta koehenkilöltä.

## 8.4. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa Polar Activen mukaan lasten päivittäinen aktiivisuus sisälsi keskiraskaasta tai sitä raskaampaa aktiivisuutta keskimäärin enemmän kuin ActiGraphilla mitattuna. Minkään tietyn aktiivisuuden esiintyminen mittauspäivien aikana ei selittänyt mittareiden välisiä eroja. Sovitteeksi mittareiden välille saatiin kaava  $y = 0.635x + 38$ , missä  $y$  on Polar Activella mitatun keskiraskaan ja sitä raskaamman fyysisen aktiivisuuden keston määrä (min) ja  $x$  on ActiGraph (min). ActiGraphilla mitatun fyysisen aktiivisuuden keston määrä oli Polar Activea lähempänä muissakin tutkimuksissa saatuja tuloksia.

Lisäksi Polar Activella mitattujen askeleiden määrä oli myös huomattavasti suurempi mitä ActiGraphilla mitattuna. Muihin tutkimuksiin verrattuna tässä pro gradu -työssä ActiGraphilla mitattujen askeleiden määrä on todenmukaisempi kuin Polar Activeen tallentuneiden askeleiden määrä. Haluttaessa muuttaa ActiGraphilla ja Polar Activella mitattujen askelten määrät toisiaan vastaavaksi, voidaan käyttää sovitetta  $y = 0.744x + 7225$ , missä  $y$  on Polar Activen askelten määrä ja  $x$  ActiGraphin askeleet. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Polar Activella mitattuna sekä fyysisen aktiivisuuden kesto että askeleiden määrä on keskimäärin ActiGraphilla mitattua suurempaa, muttei systemaattisesti, sillä hajonta oli suurta.

Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia miten eri intensiteetillä suoritettujen aktiivisuuksien aikana mittareiden mittaamien fyysisen aktiivisuuden kestot sekä askeleiden määrät eroavat toisistaan.

## LÄHTEET

- Actigraph, GT3X Specifications 2010. <http://www.theactigraph.com/wp-content/uploads/GT3X-Specs.pdf>
- ActiGraph, Products. 2010. <http://www.theactigraph.com/products/>
- Ahonen T. 2008. Kognitiivinen kehitys. Teoksessa *Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7-18 –vuotiaille*. Opetusministeriö ja Nuori Suomi ry.
- Ainslie, P. N., Reilly, T. & Westerterp, K. R. 2003. Estimating human energy expenditure. A review of techniques with particular reference to double labelled water. *Sports Medicine* 33 (9), 683-98.
- Aittasalo, M., Tammelin, T. & Fogelholm, M. 2010. Lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden arviointi - menetelmät puntarissa. *Liikunta & Tiede* 47 (1), 11-21.
- Alpert, B., Field, T., Goldstein, S. & Perry, S. 1990. Aerobics enhances cardiovascular fitness and agility in preschoolers. *Health Psychology* 9, 48-56.
- Andersen, L.B., Riddoch, C., Kriemler, S. & Hills, A. 2011. Physical activity and cardiovascular risk factors in children. *British Journal of Sports Medicine* 45, 871-876.
- Baxter-Jones, A. D.G., Eisenmann, J. C., Mirwald, R. L., Faulkner, R. A. & Bailey, D. A. 2008. The influence of physical activity on lean mass accrual during adolescence: a longitudinal analysis. *Journal of Applied Physiology* 105, 734-741.
- Belanger, M., Gray-Donald, K., O'Loughlin, J., Paradis, G. & Hanley, J. 2009. Influence of weather conditions and season on physical activity in adolescents. *Annals of Epidemiology* 19, 180-186.
- Ben-Arieh, A. & Ofir, A. 2002. Time for (More) Time-Use Studies: Studying the Daily Activities of Children. *Childhood* 9 (2), 225-248.

- Biddle, S. J.H., Gorely, T. & Stensel, D. J. 2004. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *Journal of Sport Sciences* 22, 679-701.
- Blair, S.N. & Connelly, J.C. 1996. How much physical activity should we do? The case for moderate amounts and intensities of physical activity. *Research quarterly for exercise and sport* 67 (2), 193-205.
- Boreham, C.A.G. & McKay, H.A. 2011. Physical activity in childhood and bone health. *British Journal of Sports Medicine* 45, 877-879.
- Borodulin, K., Laatikainen, T., Juolevi, A. & Jousilahti, P. 2007. Thirty-year trends of physical activity in relation to age, calendar time and birth cohort in Finnish adults. *European Journal of Public Health* 18 (3), 339-344.
- Bouten, C.V.C., Koekkoek, K.T.M., Verduin, M., Kodde, R. & Janssen, J.D. 1997. A Triaxial Accelerometer and Portable Data Processing Unit for the Assessment of Daily Physical Activity. *Biomedical Engineering* 44 (3), 136-147.
- Bringolf-Isler, B., Grize, L., Mäder, U., Ruch, N., Sennhauser, F. H. & Braun-Fahrlander, C. 2009. Assessment of intensity, prevalence and duration of everyday activities in Swiss school children: a cross-sectional analysis of accelerometer and diary data. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 6:50.
- Carron, A.V., Hausenblas, H.A. & Estabrooks, P.A. 2003. *Psychology of physical activity*. New York: McGraw-Hill.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. 1985. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports* 100 (2), 126-131.
- Cavagna, G., Saibene, F. & Margaria, R. 1961. A three-directional accelerometer for analyzing body movements. *Journal of Applied Physiology* 16, 191.

- Chen, K. Y. & Bassett, D.R. 2005. The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (11), 490-500.
- Chen, X., Sekine, M., Hamanishi, S., Wang, H., Hayashikawa, Y., Yamagami, T. & Kagamimori, S. 2002. The validity of nursery teachers' report on the physical activity of young children. *Journal of Epidemiology* 12 (5), 367-74.
- Corbin, C. B. & Pangrazi, R. P. 1996. How much physical activity is enough? *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 67 (4), 33-37.
- Corder, K., Brage, S., Ramachandran, A., Snehalatha, C., Wareham, N. & Ekelund, U. 2007. Comparison of two ActiGraph models for assessing free-living physical activity in Indian adolescents. *Journal of Sports Sciences* 25 (14), 1607–1611.
- Corder, K., Ekelund, U., Steele, R. M., Wareham, N. J. & Brage, S. 2008. Assessment of physical activity in youth. *Journal of Applied Physiology* 105, 977-987.
- Courteix, D., Lespessailles, E., Peres, S. Loiseau, Obert P., Gernain, P. & Benharnou, C. L. 1998. Effect of Physical Training on Bone Mineral Density in Prepubertal Girls: A Comparative Study Between Impact-Loading and Non-impact-Loading Sports. *Osteoporosis International* 8, 152-158.
- Craig, CL., Russell, SJ., Cameron, C. & Bauman, A. 2004. Twenty-year trends in physical activity among Canadian adults. *Canadian Journal of Public Health* 95, 59-63.
- Culos-Reed, S.N. 2002. Physical activity and cancer in youth: a review of activity's protective and rehabilitative functions. *Pediatric Exercise Science* 14, 248–258.
- Dollman, J., Okely, A.D., Hardy, L., Timperio, A., Salmon, J. & Hills, A.P. 2009. A hitchhiker's guide to assessing young people's physical activity: Deciding what method to use. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12, 518–525.

- Dregval, L. & Petrauskiene, A. 2009. Associations between physical activity of primary school first-graders during leisure time and family socioeconomic status. *Medicina (Kaunas)* 45 (7), 549-556.
- Ekelund, U., Tomkinson, G.R. & Armstrong, N. 2011. What proportion of youth are physically active? Measurement issues, levels and recent time trends. *British Journal of Sports Medicine* 45, 859-865.
- Fogelholm, M., Kannus, P., Kukkonen-Harjula, K., Luoto, R., Nupponen, R., Oja, P., Parkkari, J., Paronen, O., Suni, J. & Vuori, I. 2005. *Terveysliikunta*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Fogelholm, M., Paronen, O. & Miettinen, M. 2007. *Liikunta – hyvinvointipoliittinen mahdollisuus. Suomalaisen terveystieteiden tutkimuskeskuksen tila ja kehittyminen 2006*. Helsinki. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen selvityksiä 2007:1.
- Fuchs, R.K., Bauer, J.J. & Snow, C.M. 2001. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: a randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research* 16 (1), 148-156.
- Fudge, B. W., Wilson, J., Easton, C., Irwin, L., Clark, J., Haddow, O., Kayser, B. & Pitsiladis, Y. P. 2007. Estimation of oxygen uptake during fast running using accelerometry and heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (1), 192–8.
- Gorny, S.W. & Spiro, J.R. 2001. Comparing different methodologies used in wrist actigraphy. *Sleep review*, Summer 2001.  
[http://www.sleepreviewmag.com/issues/articles/2001-07\\_04.asp](http://www.sleepreviewmag.com/issues/articles/2001-07_04.asp) 2.3.2011.
- Hallal, P. C., Victora, C. G., Azevedo, M. R. & Wells, J.C.K. 2006. Adolescent physical activity and health. *Sports Medicine* 36, 1019-1030.
- Hardman, A.E. 2001. Physical activity and cancer risk. *Proceedings of the Nutrition Society* 60, 107-113.



- Hills, A.P., King, N.A. & Armstrong, T.P. 2007. The Contribution of Physical Activity and Sedentary Behaviours to the Growth and Development of Children and Adolescents. *Sports Medicine* 37 (6), 533-545.
- Hirvensalo, M. & Häyrynen, T. 2007. Aikuisten liikunta. Teoksessa Heikinaro-Johansson, P. & Huovinen, T. (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. WSOY, Helsinki, 64-77.
- InBody 2008. Mitä on bioimpedanssi? <http://www.inbody.fi/index.jsp?pid=179> 3.11.2010.
- Jago, R., Anderson, C.B., Baranowski, T. & Watson, K. 2005. Adolescent Patterns of Physical Activity, Differences by Gender, Day, and Time of Day. *American Journal of Preventive Medicine* 28 (5), 447-452.
- John, D., Tyo, B. & Bassett, D. R. 2010. Comparison of Four ActiGraph Accelerometers during Walking and Running. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 42 (2), 368-374.
- Jämsä, T., Vainionpää, A., Korpelainen, R., Vihriälä, E. & Leppäluoto, J. 2006. Effect of daily physical activity on proximal femur. *Clinical biomechanics* 21, 1-7.
- Kavanagh, J. J. & Menz, H. B. 2008. Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. *Gait & Posture* 28, 1-15.
- Kesäniemi, A., Danforth, E., Jensen, M.D., Kopelman, P.G., Lefebvre, P. & Rieder, B.A. 2001. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33, 351-358.
- Kimm, S.Y.S., Glynn, N.W., Kriska, A.M., Barton, B.A., Kronsberg, S.S., Daniels, S.R., Crawford, P.B., Sabry, Z.I. & Liu, K. 2002. Decline in physical activity in black girls and white girls during adolescence. *New England Journal of Medicine*, 347(10), 709-715.

- King, N.A., Hills, A.P. & Armstrong, T.P. 2006. Physical activity and sedentary behaviours in youngsters: implications for normal growth and the development of obesity. Teoksessa Smith-Gordon, Physical activity and obesity, chapter 1, 1-8.
- Kinnunen, H., Niva, A., Nauha, L., Miettinen, J. 2009. Estimation Of Energy Expenditure From Wrist Attached Accelerometer Signal Using Movement Counting And Filtering. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41 (5) Suppl 1, 172.
- Kozey, S.L., Staudenmayer, J.W., Troiano, R.P. & Freedson, P.S. 2010. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during Self-Paced Locomotion. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (5), 971-976.
- Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E. & Faulkner, R. A. 1997. Validation of the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Pediatric & Exercise Science* 9, 174–186.
- Laakso, L. Nupponen, H., Koivusilta, L., Rimpelä, A. & Telama, R. 2006. Liikkuvaksi nuoreksi kasvaminen on monen tekijän summa. *Liikunta & Tiede* 43 (2), 4-13.
- Laakso, L., Nupponen, H. & Telama, R. 2007. Kouluikäisten liikunta-aktiivisuus. Teoksessa Heikinaro-Johansson, P. & Huovinen, T. (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. WSOY, Helsinki, 42-63.
- Leenders, N. Y. J. M., Sherman, W. M. & Nagaraja, H.N. 2000. Comparisons of four methods of estimating physical activity in adult women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (7), 1320-1326.
- Limstrand, T. 2008. Environmental characteristics relevant to young people's use of sports facilities: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 18, 275–287.
- Lintunen, T., Valkonen, A., Leskinen, E. & Biddle, S.J.H. 1999. Predicting physical activity intentions using a goal perspectives approach: a study of Finnish youth. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports* 9, 344-352.

- Lopes, V.P., Vasques, C.M.S., Maia, J.A.R. & Ferreira, J.C.V. 2007. Habitual physical activity levels in childhood and adolescence assessed with accelerometry. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 47, 217-222.
- Mathie, M.J., Foster, A.C.F., Lovell, N.H. & Celler, B.G. 2004. Accelerometry: providing an integrated, practical method for long-term, ambulatory monitoring of human movement. *Physiological measurement* 25, 1-20.
- McKenzie, T.L., Feldman, H., Woods, S.E., Romero, K.A., Dahlstrom, V., Stone, E.J., Strikmiller, P.K., Williston, J.M. & Harsha, D.W. 1995. Children's activity levels and lesson context during third-grade physical education. *Research quarterly for exercise and sport* 66 (3), 184-193.
- McKenzie, T.L., Marshall, S.J., Sallis, J.F. & Conway, T.L. 2000. Student activity levels, lesson context and teacher behavior during middle school physical education. *Research quarterly for exercise and sport* 71 (3), 249-259.
- Moliner-Urdiales, D., Ortega F.B., Vicente-Rodriguez, G., Rey-Lopez, J.P., Gracia-Marco, L., Widhalm, K., Sjöström, M., Moreno, L.A., Castillo, M.J., Ruiz, J.R. 2010. Association of physical activity with muscular strength and fat-free mass in adolescents: the HELENA study. *European Journal of Applied Physiology* 109, 1119-1127.
- Moore, L. L., Lombardi, D. A., White, M. J., Campbell, J. L., Oliveria, S.A. & Ellison, R. C. 1991. Influence of parents' physical activity levels on activity levels of young children. *Journal of Pediatrics* 118, 215-219.
- Morris, F. L., Naughton, G. A., Gibbs, J. L., Carlson, J. S. & Wark, J. D. 1997. Prospective Ten-Month Exercise Intervention in Premenarcheal Girls: Positive Effects on Bone and Lean Mass. *Journal of Bone and Mineral Research* 12 (9), 1453-1462.

- Nader, P.R., Bradley, R.H., Houts, R.M., McRitchie, S.L. & O'Brien, M. 2008. Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *The Journal of the American Medical Association* Jul 16;300(3), 295-305.
- O'Donovan, G., Blazevich, A.J., Boreham, C., Cooper, A.R., Crank, H., Ekelund, U., Fox, K.R., Gately, P., Giles-Corti, B., Gill, J.M.R., Hamer, M., McDermott, I., Murphy, M., Mutrie, N., Reilly, J.J., Saxton, J.M. & Stamatakis, E. 2010. The ABC of Physical Activity for Health: A consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences 28 (6), 573-591.
- Oliver, M., Schofield, G.M. & Kolt, G.S. 2007. Physical Activity in Preschoolers Understanding Prevalence and Measurement Issues. *Sports medicine* 37 (12), 1045-1070.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Hurtig-Wennlöf, A. & Sjöström, M. 2008. Physically Active Adolescents Are More Likely to Have a Healthier Cardiovascular Fitness Level Independently of Their Adiposity Status. *The European Youth Heart Study. Revista Espanola de Cardiologia* 61 (2), 123-129.
- Pate, R. R., O'Neill, J. R. & Mitchell, J. 2010. Measurement of Physical Activity in Pre-school Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (3), 508-512.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S.N., Haskell W.L., Macera, C.A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G.W., King, A.C., Kriska, A., Leon, A.S., Marcus, B.H., Morris, J., Paffenbarger, R.S., Patrick, K., Pollock, M.L., Rippe, J.M., Sallis, J. & Wilmore, J.H. 1995. Physical activity and public health. *Journal of the American Medical Association* 273 (5), 402-407.
- Paul, D.R., Kramer, M., Moshfegh, A.J., Baer, D.J. & Rumpler, W.V. 2007. Comparison of two different physical activity monitors. *BMC Medical Research Methodology* 7 (26).
- Puyau, M.R., Adolph, A.L., Vohra, F.A. & Butte, N.F. 2002. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obesity Research* 10, 150-157.

Polar Active, käyttöohje

2011. [http://www.polar.fi/e\\_manuals/Active/Polar\\_Active\\_user\\_manual\\_Suomi/Polar\\_Active\\_user\\_manual\\_Suomi/Polar\\_Active\\_kayttoohje\\_FI.pdf](http://www.polar.fi/e_manuals/Active/Polar_Active_user_manual_Suomi/Polar_Active_user_manual_Suomi/Polar_Active_kayttoohje_FI.pdf) 1.4.2011.

Rasinaho, M. & Hirvensalo, M. 2007. Ikääntyvien liikunta. Teoksessa Heikinaro-Johansson, P. & Huovinen, T. (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. WSOY, Helsinki, 78-91.

Rautava, E., Lehtonen-Veromaa, M., Kautiainen, H., Kajander, S. & Heinonen, O.J., Viikari, J. & Möttönen, T. 2007. The reduction of physical activity reflects on the bone mass among young females: a follow-up study of 142 adolescent girls. *Osteoporosis International* 18, 915-922.

Reilly, J.J., Kelly, L., Montgomery, C., Williamson, A., Fisher, A., McColl, J.H., Lo Conte, R., Paton, J.Y. & Grant, S. 2006. Physical activity to prevent obesity in young children: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal* 333, 1-5.

Resnick, B. & Nigg, C. 2003. Testing A Theoretical Model of Exercise Behavior for Older Adults. *Nursing research* 52(2), 80-88.

Rice, M. H. & Howell, C. C. 2000. Measurement of physical activity, exercise, and physical fitness in children: issues and concerns. *Journal of Pediatric Nursing* 15 (3), 148-156.

Riddoch, C.J., Mattocks, C., Deere, K., Saunders, J., Kirkby, J., Tilling, K., Leary, S.D., Blair, S.N. & Ness, A.R. 2007. Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Archives of Disease in Childhood* 92, 963-969.

Ridgers, N. D., Stratton, G. & McKenzie, T. L. 2010. Reliability and Validity of the System for Observing Children's Activity and Relationships During Play (SOCARP). *Journal of Physical Activity and Health* 7, 17-25.

- Rothney, M. P., Apker G. A., Song, Y. & Chen, K. Y. 2008. Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. *Journal of Applied Physiology* 105 (4), 1091-1097.
- Rowland, T. W. 2007. Promoting physical activity for children's health. *Sports medicine* 37 (11), 929-936.
- Sallis, J.F., Prochaska, J.J. & Taylor, W.C. 2000. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (5), 963-975.
- Schmalz, D. L., Deane, G. D., Birch, L. L. & Davison, K. K. 2007. A Longitudinal Assessment of the Links Between Physical Activity and Self-Esteem in Early Adolescent Non-Hispanic Females. *Journal of Adolescent Health* 41, 559–565.
- Schutzer, K.A. & Graves, B.S. 2004. Barriers and motivations to exercise in older adults. *Preventive Medicine* 39, 1056-1061.
- Scott, M.M., Evenson, K.R., Cohen, D.A. & Cox, C.E. 2007. Comparing perceived and objectively measured access to recreational facilities as predictors of physical activity in adolescent girls. *Journal of Urban Health* 84 (3), 346-359.
- Sigmundova, D., El Ansari, W., Sigmund, E. & Frömel, K. 2011. Secular trends: a ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random samples of adolescents in the Czech Republic. *BMC Public Health* 11:731.
- Sirard, J.R. & Pate, R.R. 2001. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports medicine* 31 (6), 439-454.
- Sääkslahti, A., Numminen, P., Niinikoski, H., Rask-Nissilä, L., Viikari, J., Tuominen, J. & Välimäki, I. 1999. Is physical activity related to body size, fundamental motor skills, and CHD risk factors in early childhood? *Pediatric exercise science* 11 (4), 327-340.

- Sääkslahti, A., Numminen, P., Raittila, P., Paakkunainen, U. & Välimäki, I. 2000. 6-vuotiaiden lasten fyysinen aktiivisuus. *Liikunta & Tiede* 6, 19-22.
- Sääkslahti, A. 2005. Liikuntaintervention vaikutus 3–7-vuotiaiden lasten fyysiseenaktiivisuuteen ja motorisiin taitoihin sekä fyysisen aktiivisuuden yhteyssydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 104. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Tammelin, T., Näyhä, S., Hills, A.P. & Jarvelin, M-R. 2003. Adolescent Participation in Sports and Adult Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine* 24 (1), 22-28.
- Tammelin T. & Karvinen J. (toim.) 2008. Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7-18-vuotiaille. Opetusministeriö ja Nuori Suomi ry. Helsinki: Reptalo Lauttasaari Oy.
- Taylor, W.C., Blair, S.N., Cummings, S.S., Wun, C.C, Malina, R.M. 1999. Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31 (1), 118-123.
- Telama, R. & Yang, X. 2000. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (9), 1617-1622.
- Tremblay, M. S., Inman, J. W. & Willms, J. D. 2001. Preliminary evaluation of a videoquestionnaire to assess activity levels of children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33 (12), 2139-2144.
- Treuth, M.S., Schmitz, K., Catellier, D.J. & McMurray, R.G., Murray, D.M., Almeida, M.J., Going, S., Norman, J.E. & Pate, R. 2004. Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 36, 1259-1266.

- Trost, S.G., Pate, R.R., Sallis, J.F., Freedson, P.S., Taylor, W.C., Dowda, M. & Sirard, J. 2002. Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34 (2), 330-355.
- Trost, S.G., Sirard, J.R., Dowda, M., Pfeiffer, K.A. & Pate, R.R. 2003. Physical activity in overweight and nonoverweight preschool children. *International Journal of Obesity* 27, 834-839.
- Trost, S.G., McIver, K.L. & Pate, R.R. 2005. Conducting Accelerometer-Based Activity Assessments in Field-Based Research. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (11 Suppl), S531-S543.
- Trost, S.G., Loprinzi, P.D., Moore, R. & Pfeiffer, K.A. 2011. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43 (7), 1360-1368.
- Tudor-Locke, C. & Bassett, D.R. 2004. How Many Steps/Day Are Enough? Preliminary Pedometer Indices for Public Health. *Sports medicine* 34 (1), 1-8.
- Tudor-Locke, C., Pangrazi, R.P., Corbin, C.B., Rutherford, W.J. Vincent, S.D., Raustorp, A., Tomson, L.M. & Cuddihy, T.F. 2004. BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined steps/day in children. *Preventive Medicine* 38 (6), 857-864.
- UKK-instituutti. 2009. Liikuntapiirakka. [http://www.ukkinstituutti.fi/filebank/61-uusi\\_liikuntapiirakka.pdf](http://www.ukkinstituutti.fi/filebank/61-uusi_liikuntapiirakka.pdf) 28.2.2011.
- U.S. Department of Health and Human Services 2008. Physical activity guidelines for Americans. [www.health.gov/paguidelines/guidelines](http://www.health.gov/paguidelines/guidelines) 23.12.2012.
- Virtanen P, Huotari E., Kaikkonen K. & Kinnunen H. 2009. Measurement of children's physical activity from the wrist. Book of Abstracts of the 14th Annual Congress of the European College of Sport Science in Oslo, Norway from 24-27 June. Edited



by Loland, S., Bø, K., Fasting, K., Hallèn, J., Ommundsen, Y., Roberts, G., Tsolakidis, E. P. 590.

Virtanen, P., Martinmäki, K., Huotari, E. & Kinnunen, H. 2010. Lasten fyysisen aktiivisuuden mittaaminen kahdella menetelmällä. Liikuntalääketieteen päivät -posterit.

Virtanen, P., Kidwell, R., Kinnunen, H. & Finn, K.J. 2011. Measurement of the intensity of physical activity in children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43 (5)Suppl 1, 601.

Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2005. *Liikuntalääketiede*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Völgyi, E. 2010. Bone, fat and muscle gain in pubertal girls, effects of physical activity. *Jyväskylän yliopisto. Studies in Sport, Physical Education and Health* 160. Väitöskirjatyö.

Westerterp, K. R. 1999. Body composition, water turnover and energy turnover assessment with labelled water. *Proceedings of the Nutrition Society* 58, 945–951.

Zecevic, C.A., Tremblay, L., Lovsin, T. & Michel, L. 2010. Parental influence on young children's physical activity. *International Journal of Pediatrics* 6, 1-9.