

**7-VUOTIAIDEN LASTEN FYYSINEN AKTIIVISUUS
KIIHTYVYYSMITTARILLA JA EMG-HOUSUILLA MITATTUNA
SEKÄ FYYSISEN AKTIIVISUUDEN YHTEYS MOTORISIIN
TAITOIHIN**

Karoliina Mäkäräinen

Liikuntapedagogiikan
Pro gradu-tutkielma
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Mäkäpäinen, K. 7 -vuotiaiden lasten fyysinen aktiivisuus kiihtyvyyssmittarilla ja EMG-housuilla mitattuna sekä aktiivisuuden yhteys motorisiin taitoihin. Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu – tutkielma, 144 s., (5 liitettä).

Lapsella on synnynnäinen tarve liikkua ja olla fyysisesti aktiivinen. Liikkuminen ja fyysinen aktiivisuus ovat tärkeitä motoristen taitojen sekä yleisesti terveyden, hyvinvoinnin ja toimintakyvyn kannalta. Fyysisesti aktiivinen lapsuus edistää liikunnallista elämäntapaa myös aikuisuudessa. Näin erilaisten sairauksien riskitekijät ja sairauksien ilmaantuvuus vähenevät ja hyödyt ovat sekä yksilöllisiä että yhteiskunnallisia.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 7-vuotiailta lapsilta (N=11) 1) miten EMG- ja kiihtyvyyssmittarimenetelmät luokittelevat lasten tyypilliset fyysisen aktiivisuuden intensiteetit 2) missä fyysisissä tehtävissä EMG-aktiivisuus on suurinta ja 3) eroaako fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla? Vertailuun valittiin KTK-testistössä korkeimman pistemäärän saanut lapsi ja matalimman pistemäärän saanut lapsi. Lasten liikuntaosioiden keskiarvo-EMG- ja keskiarvokiihtyvyytuloksia sekä aktiivisuuksien jakautumista intensiteetti- luokkiin verrattiin toisiinsa. Tutkittavien joukko muodostui 7-vuotiaista lapsista (N=11).

Keveyden aktiivisuuden liikuntaosioiksi luokiteltiin keinuminen, kiipeily, kävely ja tasapainoilu. Keskitetysti aktiivisuudeksi lukeutuivat konttaaminen ja porraskävely. Kovatehoisia liikuntaosioita olivat hippaleikki (tutkittava hippana ja kiinniotettavana), trampoliinihyppely ja juoksu. Liikuntaosiot jakautuivat intensiteetti- luokkiin samankaltaista trendiä noudattaen, kun tutkittava juoksi, kiipeili, tasapainoili ja oli hippana tai kiinniotettavana hippaleikissä. Menetelmiä voi hyvin käyttää tukemaan toisiaan tämän tyyppisissä aktiivisuuden muodoissa. EMG-shortsit toivat hyödyllistä tietoa alaraajojen lihasten työskentelystä kiihtyvyyssmittarin luokittelun lisäksi. Kiihtyvyyssmittari korosti intensiteetti- luokkien yläpäättä konttauksessa, porraskävelyssä ja trampoliinihyppelyssä. Näissä liikuntaosioissa koko vartalo liikkuu nopeasti vertikaali- tai horisontaalisuunnassa. Keinumisessa ja kävelyssä oli havaittavissa u:n muotoinen käyrä mittausmenetelmien vertailussa. EMG-shortsit luokittelivat keinumisen ja kävelyn pääasiassa kevyeksi aktiivisuudeksi ja kiihtyvyyssmittari kovatehoiseksi aktiivisuudeksi. Suurimmat EMG-aktiivisuudet esiintyivät hippaleikissä, kun tutkittava oli hippana sekä juoksussa. Motoriselta taitotasoltaan ääripäitä edustavien lasten vertailussa havaittiin, että motorinen taitavuus ja hyvä koordinaatio luultavasti mahdollistivat alaraajojen lihasten taloudellisen käytön sekä niiden tehokkaan aktivoinnin esimerkiksi suuremman voiman ja nopeuden tuottamiseksi.

Pelkästään kiihtyvyyden avulla lasten liikkumisen luokittelu ei aina ole mielekästä. Tämä tutkimus osoitti, että on hyvin paljon fyysisestä tehtävästä kiinni, kuinka paljon lihakset työskentelevät, vaikkei suuria kiihtyvyyksiä esiintyisi. Myös teholtaan kevyt fyysinen aktiivisuus sisältää usein motorista kehitystä tukevia tekijöitä. EMG-shortseilla on mahdollista saada arvokasta lisätietoa lasten eri liikuntamuotojen lihaksistolle aiheuttamasta kuormittavuuden määrästä ja laadusta. Molempia tutkimusmenetelmiä tulisi hyödyntää enemmän lasten fyysisestä aktiivisuudesta ja motorisia taitoja tutkittaessa. Tämän tutkimuksen tutkittavat sijoittuivat kaikki kolmeen ylimpään taitoluokkaan KTK-testistön perusteella. Jatkossa tulisi vertailla myös selkeästi erittäin taitavia ja motorisesta koordinaatiohäiriöstä kärsiviä lapsia.

Avainsanat: motoriset taidot, fyysinen aktiivisuus, mittaaminen, kiihtyvyyssmittari, elektromyografia

ABSTRACT

Mäkäräinen, K. 7-year-old children's physical activity and motor skills measured with EMG-pants and accelerometer and the relationship between physical activity and the skills. Department of Sport Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis 144 pp., (5 appendices).

A Child has inborn drive to play and be physically active. Physical activity plays a role for motor skills, health and well-being. Physically active childhood enhances the physically active lifestyle in a life-span. A healthy and active lifestyle prevents risk factors for chronic diseases. Therefore, benefits are important for an individual and society.

The aim of this study was to compare 7-year-old children's (N=11) physical activity in structured activities measured with EMG-pants and accelerometer. The second aim was to examine which structured activity has the highest EMG-activity? The third aim was to examine how physical activity measured in structured physical activities differs in children with different levels of motor proficiency. A child with the highest score in the KTK tests and a child with the lowest score in KTK tests were chosen for this comparison. Average values and standard deviations were used to describe the data measured by EMG-pants and accelerometers. Time spent at intensity categories (sedentary, light, moderate, vigorous) was determined by validated cut-off points (van Cauwenberghe *et al.* 2011).

Swinging, climbing, walking and balancing were classified as light activities. Moderate activities consisted of crawling and climbing stairs. Playing a tag, trampoline jumping and running were vigorous activities. When considering intensity levels in each activity forms, the similarities with the methods were identified when children were running, climbing, balancing or playing a tag. The two methods supported each other in these kinds of activities. EMG-pants gave interesting and useful information about the lower limb EMG activity. Accelerometer exaggerated the vigorous intensity level when children were crawling, climbing stairs or jumping on a trampoline. One of the reasons might be horizontal and vertical accelerations naturally included in these kinds of activities. A U-letter shape relationship was identified in swinging and walking. These tasks were mostly light activities when measured with EMG-pants. In contrast, accelerometer classified them mostly as moderate and vigorous activities. Considering the comparison of two children with different levels of motor proficiency, high motor proficiency enabled economic use of lower limbs and bigger EMG activity when producing force and speed.

It is purposeful and useful to use several methods to examine children's physical activity and motor skills. This study showed that there can be significant EMG-activity in muscles without significant acceleration. There should be more studies with EMG-pants and accelerometers as it could give a more comprehensive understanding of physical activity behavior in children. Children with larger differences in motor coordination disorders should be included to studies in future to get a broader view of differences measured in physical activities.

Key words: motor skills, physical activity, measuring, accelerometer, electromyography

KÄYTETYT LYHENTEET

Aver.	average; keskiarvojen perusteella määritetty
ATP	adenosiinitrifosfaatti
EMG	elektromyografia eli lihassähkökäyrä
Max.	maximal; maksimiarvojen perusteella määritetty
MET	Metabolic Equivalent of Task; metabolinen ekvivalentti eli lepoaineen- vaihduksen kerrannainen. 1 MET = 3,5 ml/kg/min; 1 MET = 1 kcal/kg/h.
PAL	physical activity level, fyysisen aktiivisuuden tason luokittelu
VO ₂	hapenkulutus
VCO ₂	hiilidioksidin tuotto
RER	hengitysosamäärä tuotetun hiilidioksidin ja hapenkulutuksen suhde
MVPA	moderate to vigorous physical activity, keskitehoisesta aktiivisuudesta ko- vatehoiseen fyysiseen aktiivisuuteen
LMVPA	light to vigorous intensity physical activity, kevyestä aktiivisuudesta kova- tehoiseen fyysiseen aktiivisuuteen

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
KÄYTETYT LYHENTEET.....	4
1 JOHDANTO.....	8
2 FYYSINEN AKTIIVISUUS JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	10
2.1 Käsitteen määrittelyä	10
2.2 Fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat tekijät lapsilla	14
2.2.1 Biologiset tekijät.....	14
2.2.2 Sosiaaliset ja psykologiset tekijät.....	17
2.2.3 Fyysinen ympäristö	21
2.3 Suositukset fyysisen aktiivisuuden määrästä lapsille	25
3 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MITTAAMINEN	29
3.1 Subjektiiiset menetelmät ja suora observointi	29
3.2 Objektiiiset mittausten menetelmät	31
3.2.1 Energiankulutukseen perustuvat mittausmenetelmät	31
3.2.2 Sydämen syketaajuuteen perustuvat mittausmenetelmät	32
3.2.3 Liikesensorit	33
3.2.4 Kiihtyvyyssmittari ja sen toiminta	35
3.2.5 EMG-mittaukset	40
4 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN YHTEYS MOTORISIIN TAITOIHIN	50

4.1	Motoriset taidot	50
4.2	Aikaisemmat tutkimukset aktiivisuuden ja taitojen välisistä yhteyksistä	51
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	59
6	MENETELMÄT.....	61
6.1	Tutkittavat.....	61
6.2	Tutkimuksen kulku.....	64
6.3	Motorisen taitotason mittaaminen KTK-testien avulla	66
6.4	Fyysisen aktiivisuuden rekisteröinti	68
6.4.1	EMG-shortsit	68
6.4.2	Kiihtyvyyssmittari.....	70
6.5	EMG-analyysi.....	71
6.6	Tilastolliset analyysit.....	73
7	TULOKSET	75
7.1	Liikuntaosiot keskiarvo-EMG:n ja keskiarvokiihtyvyyden mukaan.....	75
7.2	Inaktiivisuusajan suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa	77
7.3	Kevyen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa.....	78
7.4	Keskitehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa	79
7.5	Kovatehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa	81
7.6	Liikuntaosioiden jakautuminen aktiivisuuden intensiteettiin.....	82
7.7	Motorisesti normaalin ja motorisesti taitavan lapsen vertailu	87
8	POHDINTA.....	93
8.1	Liikuntaosioiden tarkastelu keskiarvo-EMG:n ja -kiihtyvyyden avulla.....	93
8.2	Liikuntaosioiden fyysisen aktiivisuuden intensiteettien luokittelu EMG- ja kiihtyvyyshälyttimillä	96

8.3	EMG-aktiivisuus liikuntaosioissa.....	97
8.4	Liikuntaosioiden intensiteetin jakautuminen.....	98
8.5	Fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla	101
8.6	Rajoitukset ja tutkimuksen kriittinen tarkastelu	106
8.7	Motoriset taidot, fyysinen aktiivisuus ja mittaaminen.....	109
9	LÄHTEET	116
	LIITTEET	135

1 JOHDANTO

Lapsi tarvitsee liikuntaa ja fyysistä aktiivisuutta normaalin kasvun ja kehityksen turvaamiseksi. (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016) Lapsen fyysiseen, psyykkiseen, sosiaaliseen, emotionaaliseen ja kognitiiviseen kehityksen vaikuttavat motoriset taidot (Iivonen & Sääkslahti 2013) alkavat kehittyä jo hyvin aikaisessa vaiheessa, ja kehitys jatkuu läpi lapsuuden ja nuoruuden. Taidot kehittyvät, kun lapsi saa kokeilla ja opetella uusia taitoja sekä toistaa jo aiemmin opittuja monipuolisissa ympäristöissä erilaisten välineiden kanssa (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016). Fyysinen aktiivisuus voi olla sisällä tai ulkona tapahtuvaa (Sääkslahti ym. 1999), organisoitua tai organisoimatonta (Okely ym. 2001). Vanhempien ja kasvatuksen rooli on fyysisesti aktiivisen elämäntavan kannalta tärkeä (Fisher ym. 2005; Malina 2010; Oliver ym. 2007), sillä aineenvaihduntasairauksien esiintyvyys nuorilla on lisääntynyt huolestuttavasti. (Moore ym. 2003). Aktiivinen elämäntapa pienentää sairastumisriskiä esimerkiksi yleisimpiin kansantauteihin, kuten sydän- ja verisuonisairauksiin sekä metaboliseen oireyhtymään (Malina 2010).

Lasten ja nuorten ylipaino on kroonisten sairauksien riskitekijänä kansanterveydellinen ongelma aineenvaihduntasairauksien ohella. Leikki-ikäisistä ja alakouluikäisistä jo noin joka kymmenes on ylipainoinen. Lasten terveysseurannan kehittäminen -hankkeen (LATE) vuosina 2007–2008 toteuttaman lasten terveysseurantatutkimuksen mukaan lasten uneen, liikuntatottumuksiin ja viihdemedian käyttöön tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Hankkeessa fyysisen aktiivisuuden määrää mitattiin kyselylomakkeen avulla kolme- ja viisivuotiaiden sekä ensimmäisen luokan oppilaiden huoltajilta. Tutkimuksessa 12 % kolmevuotiaista, 6 % viisivuotiaista ja 10 % ensimmäisen luokan oppilaista liikkui arkisin alle kansallisten suositusten (vähintään 2 h/vrk, Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset 2005). Viikonloppuisin ulkoilu, ulkona leikkiminen ja liikunnan harrastaminen olivat runsaampaa ensimmäisen luokan oppilaille (vain 5 % liikkui alle kaksi tuntia päivässä). (Mäki ym. 2010.) Uusimpien suositusten mukaan alle kahdeksanvuotiaiden lasten tulisi liikkua vähintään kolme tuntia päivässä kuorimittavuudeltaan monipuolisesti (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016). Kouluikäisten suositus on 1-2 h monipuolista liikkumista (Opetusministeriö ja Nuori Suomi

2008). Tämän hetken tilanne on se, että suomalaisten lasten ja nuorten spontaani fyysinen aktiivisuus on vähentynyt viime vuosikymmenten aikana (Varhasikasvatuksen liikunnan suositukset 2005; Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016).

Fyysisen aktiivisuuden ja motoristen taitojen välinen yhteys on kiinnostava (Malina 2010). Tutkimustietoa tarvitaan lisää, jotta syy-seuraussuhteita saataisiin paremmin selville (Williams ym. 2008). Yhteys motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on kahdensuuntainen, mutta tutkimustulosten perusteella ei voida varmaksi sanoa, ovatko hyvät motoriset taidot seurausta fyysisestä aktiivisuudesta vai onko riittävä motorinen taitotaso fyysistä aktiivisuutta edistävä tekijä. (Iivonen ym. 2013.) Lasten fyysinen aktiivisuus on luonteeltaan usein vaihtelevaa, impulsiivista ja pyrähdyksiä sisältävää (Aittasalo ym. 2010). Lasten fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavien tekijöiden ymmärtäminen on tärkeää validien ja luotettavien tutkimusmenetelmien valitsemiseksi (Cliff ym. 2009b).

Lasten fyysistä aktiivisuutta on arvioitu muun muassa objektiivisten ja subjektiivisten mittausmenetelmien avulla. Kiihtyvyyssmittari on helppo ja edullinen objektiivinen tapa mitata fyysistä aktiivisuutta. (Pate ym. 2006.) Mittari rekisteröi liikettä siitä kehonosasta, johon se on asennettu. Ilman liikettä voi kuitenkin ilmetä lihasaktiivisuutta (Oliver ym. 2007), jota EMG-pintaelektrodit mittaavat. Viime vuosina kehiteltyjen EMG-shortsien avulla voidaan rekisteröidä monien lihasten/lihasryhmien aktiivisuutta samanaikaisesti. (Tikkanen ym. 2013.) Älyvaatteen avulla on mahdollista arvioida esimerkiksi lihasten aktiivisuusaikaa sekä lihaksiin kohdistuvaa päivittäistä kuormitusta (Kern ym. 2001) myös lapsilla.

Vertailen tässä pro gradu -tutkielmassani EMG-shortsien ja kiihtyvyyssmittarin tietoa fyysisestä aktiivisuudesta 7 -vuotiailla lapsilla ennalta määritellyissä liikuntaosioissa. Lisäksi vertailen fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä ja lihasaktiivisuutta motoriikaltaan ääripäitä edustavilla lapsilla. Kun opitaan ymmärtämään fyysistä aktiivisuutta ja sen intensiteettitasoja laajemmin, voidaan tarvittaessa tarkentaa esimerkiksi nykyisiä liikuntasuosituksia. Pedagogisesti on tärkeää, että lasta ohjataan kehityksen kannalta tärkeiden liikunnallisten aktiviteettien pariin.

2 FYYSINEN AKTIIVISUUS JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Fyysinen aktiivisuus voidaan määritellä useasta eri näkökulmasta käsin. Kansanterveydellisestä ja lääketieteellisestä näkökulmasta fyysinen aktiivisuus yhdistetään muun muassa terveyden edistämiseen ja sairauksien ehkäisyyn. (Malina ym. 2004, 457; Malina 2010.) Kasvatuksellisesta näkökulmasta käsite liitetään lasten ja nuorten koulussa tapahtuvaan liikunnanopetukseen. Oppiminen, nauttiminen, sosiaaliset kontaktit ja itsensä tunteminen ovat myönteisesti yhteyksissä fyysiseen aktiivisuuteen. (Malina 2010.) Fyysinen aktiivisuus tukee lapsen kokonaisvaltaista kehitystä. Sillä on yhteyksiä muun muassa psyykkiseen ja kognitiiviseen kehitykseen sekä yleisesti lapsen terveyteen ja päivittäiseen hyvinvointiin. (Bart ym. 2007; Haapala ym. 2014a; Syväoja ym. 2012; Sääkslahti 2005; Timmons ym. 2012.) Viimeaikaisten tutkimusten perusteella voidaan todeta että vähäinen fyysinen aktiivisuus sekä runsas istuminen ja paikallaanolo ovat yhteydessä tuki- ja liikuntaelimestön vaivoihin jo alle kouluikäisillä (Sääkslahti ym. 2013).

2.1 Käsitteen määrittelyä

Fyysisen aktiivisuuden voidaan yleisesti ajatella olevan kaikkea luurankolihasilla tuotettua liikettä, minkä seurauksena energiankulutus kasvaa lepotason energiankulutuksesta (Caspersen ym. 1985; Malina ym. 2004, 458; Sirard & Pate 2001). Liikkumista on kaikki lihasvoimalla tuotettu liike riippumatta toimintaympäristöstä (*engl. context*), tapahtumapaikasta (*engl. setting*) ja tavoitteesta (*engl. goal*) (Caspersen ym. 1985). Fyysinen aktiivisuus viittaa siis fysikaaliseen tai fysiologiseen ilmiöön, mutta sillä on myös biomekaanisia ja käyttäytymiseen liittyviä tekijöitä (Caspersen ym. 1985; Malina ym. 2004, 458). Biomekaanisesta näkökulmasta fyysistä aktiivisuutta voidaan määrittää voiman, nopeuden, kiihtyvyyden, mekaanisen tehon tai mekaanisen työn avulla (Malina ym. 2004, 458). Fysiologisen näkökulman alle kuuluu aktiivisuuden tarkastelu energiankulutuksen tai kuormituksen kautta (Malina 2010).

Energiankulutusta voidaan mitata hapenkulutuksen, kilokalorien, metabolisen tehon tai MET-arvojen avulla (*engl. metabolic equivalent of task*, aktiivisuuden tasoja verrattuna lepoenergiankulutukseen) (Malina ym. 2004, 458). Kun tarkastellaan MET-arvoja, yhden MET-arvon voidaan katsoa vastaavan 3,6 ml/kg/min hapenkulutusta (McArdle ym. 2001, 166). Käyttämisen kannalta tarkasteltuna fyysistä aktiivisuutta voidaan luokitella aktiivisuuden laadun, suoritusympäristön, vuorovaikutuksen ja esimerkiksi välineiden käytön mukaan (Malina ym. 2004, 458). Fyysisen aktiivisuuden taso voi vaihdella matalasta korkeaan. Aktiivisuuden tasoon ja kulutettuun kalorimäärään vaikuttavat olennaisesti aktiivisuuden tapa, intensiteetti, kesto ja useus. Harjoittelu ja fyysinen aktiivisuus sekoitetaan joskus keskenään. Fyysinen harjoitus voidaan ajatella yhdeksi osaksi fyysisen aktiivisuuden kokonaisuutta. Harjoittelu on aina tarkoin määriteltyä, suunniteltua ja se liitetään yleensä vahvasti fyysiseen kuntoon. (Caspersen ym. 1985.)

Kokonaisenergiankulutuksen voidaan katsoa koostuvan useammasta eri tekijästä. Siihen kuuluvat lepoenergiankulutus, ruoansulatuksen aiheuttama energiankulutus sekä fyysisen aktiivisuuden ja harjoittelun aikaansaama energiankulutus. Eniten variaatiota esiintyy selkeästi fyysisen aktiivisuuden ja harjoittelun aikaansaamassa energiankulutuksessa. Tämä kokonaisenergiankulutuksen osa-alue voi olla lähellä nollaa, jos fyysinen aktiivisuus on hyvin vähäistä. Aktiivisuuden ollessa suurta, energiankulutus voi olla jopa 10–20 -kertainen lepoenergiankulutukseen nähden. (Malina ym. 2004, 458.)

Metabolinen ekvivalentti eli MET- arvo voidaan määrittää fyysisen aktiivisuuden aikaansaaman energiankulutuksen ja lepoenergiankulutuksen suhteena (Malina ym. 2004, 458). MET-arvojen avulla voidaan määrittää kulutetun energian määrää fyysisesti aktiivisen ajanjakson aikana (ACSM 2006, 148-149; Ainsworth ym. 2011). Fyysistä aktiivisuutta eli liikkumista voidaan luokitella intensiteetin perusteella kevyeksi (*engl. light*), keskitehoiseksi (*engl. moderate*) tai kovatehoiseksi (*engl. vigorous*). Mitä kovatehoisemmasta liikkumisesta on kyse, sitä suurempi on energiankulutus tietynä ajanjaksona lepotilaan verrattuna. (Caspersen ym. 1985.) Lepotilan MET-arvon katsotaan olevan 1,0 (vastaava hapenkulutussarvo 3,5 ml/kg/min). Kevyen liikkumisen MET-arvo on 1,6–2,9, keskitehoisen liikkumisen 3,0–5,9 ja kovatehoisen liikkumisen vähintään 6,0. (Ainsworth ym. 2011.) On olemassa koottuja tau-

lukkoja, joihin on laskettu valmiiksi erilaisten fyysisen aktiivisuuden muotojen MET-arvoja. Taulukot on kuitenkin koottu pääasiassa aikuisilla toteutettujen mittauksien avulla, joten ne eivät välttämättä päde lapsille. Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että lapsilla on yleensä suurempi energiankulutus painokiloa kohden kuin aikuisilla. Myös lepoenergiankulutus käyttäytyy samalla tavalla. (Malina ym. 2004, 458.) Lisäksi nuorten lasten aktiivisuuden luonne eroaa hyvin paljon aikuisten aktiivisuudesta. Aikuisille toteutettuja mittauksia ei siis voida luotettavasti suoraan yleistää lapsille. (Corder ym. 2008.) MET-luokittelun ohella, fyysisen aktiivisuuden tason (*engl. physical activity level, PAL*) avulla voidaan arvioida fyysisen aktiivisuuden aikaansaamaa energiankulutusta yli 24 tunnin ajanjaksolla. PAL-arvo saadaan laskettua jakamalla kokonaisenergiankulutus lepoenergiankulutuksella. PAL-arvot voivat vaihdella 1.0 (ei aktiivisuutta olleenkaan)– 4.5 (erittäin aktiivinen) välillä. (Malina ym. 2004, 458.)

Liikkumiseen liittyvät englanninkieliset käsitteet ja suomenkieliset vastineet saattavat mennä helposti sekaisin. Fyysinen aktiivisuus eli *englanniksi physical activity* tarkoittaa liikkumista ja paikallaanolosta johtuvasta liikkumattomuudesta käytetään englanninkielistä termiä *sedentary behaviour/sedentariness*. (Suni ym. 2014.) Liikkumaton aika on fyysisesti passiivista aikaa, ja itsessään jo riskitekijä lapsen hyvinvoinnille ja terveydelle. (Hinkley ym. 2010; Tremblay ym. 2011). Liikunta sana on suomalainen käsite, jolle ei löydy samansisältöistä vastinetta muista kielistä (Laakso 2007). Sanan voidaan ajatella olevan yläkäsite, jonka yksi ulottuvuus on fyysinen aktiivisuus (Jaakkola ym. 2013). Liikunnan käsite on sen sijaan hyvin monimuotoinen. Se edellyttää hermo-lihasjärjestelmän toimintaa, eri aistijärjestelmien yhteistyötä sekä usein myös hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintaa (Pönkkö & Sääkslahti 2013). Liikunta on tahdonalaista toimintaa, joka ilmenee liikkeinä ja niiden yhdistelminä (esimerkiksi motoriset taidot, liikkuminen, leikkiminen, liikunnan harrastaminen) (Pönkkö & Sääkslahti 2013) Fysiologisen ja fyysisen toiminnan lisäksi liikuntataitoihin liittyvä ajattelu ja käyttäytyminen sisältyvät käsitteeseen (Sääkslahti 2015, 18). Lyhyesti kiteytettynä liikunnaksi voidaan katsoa ”kaikenlainen liikkumiseen, liikuntaan, liikunnan harrastamiseen, mutta myös muuhun fyysiseen aktiivisuuteen liittyvä käyttäytyminen ja toiminta” (Sääkslahti 2015, 141). Käsitteen alle lukeutuvat esimerkiksi urheilulajien harrastaminen, pihaleikit, hyötyliikunta, arkiaskareet, koulu- ja välituntiliikunta. Liikunta voi olla luonteeltaan spontaania, tavoitteellista, omaehtoista tai ohjattua toimintaa. Sitä toteutetaan yleensä erilaisissa ympäris-

töissä ja yhteisöissä, joiden mukaan toimintaa voidaan nimetä (perheliikunta, koululiikunta, työpaikkaliikunta). (Jaakkola ym. 2013.) Lisäksi liikuntaa voidaan tarkastella sen mukaan, minkä laatuista se on, kuinka kovalla intensiteetillä sitä toteutetaan, kuinka usein ja kuinka pitkään kerrallaan. Jos liikunta on kuntotavoitteista ja ohjattua toimintaa, voidaan tällaisen liikunnan katsoa olevan liikuntaharjoittelua/harjoittelua (Suni ym. 2014). Lajilähtöinen kilpaurheilu on esimerkki hyvin tavoitteellisesta liikunnasta (Jaakkola ym. 2013). Liikunnalla on samat myönteiset vaikutukset kuin fyysisellä aktiivisuudellakin, mutta samalla se tukee myös lapsen sosioemotionaalista kehitystä (Sääkslahti 2015, 141).

On olemassa terveystieteiden suosituksia, joiden mukaan jokainen edistää terveyttään liikunnan avulla, ilman terveyshaittoja. Kun terveystieteiden suositukset täyttyvät, ihminen liikkuu riittävästi eli on fyysisesti aktiivinen (*engl. physically active*). Suosituksiin nähden liian vähän liikkuvat ovat fyysisesti inaktiivisia (*engl. physically inactive*). (Suni ym. 2014.) Nykytutkimusten mukaan ihmiset istuvat paljon ja liikkuvat vähän. Lisäksi ollaan huolissaan terveysvaaroista ja -riskeistä, joita paikallaanolo/liikkumattomuus aiheuttaa (De Rezende ym. 2014.) Paikallaan oleminen ja liian vähäinen liikkuminen tarkoittavat eri asioita (Suni ym. 2014). Pate ym. (2008) ovat määrittäneet paikallaanoloon kuuluvaksi kaikki valveilla ollessa istuen tai makuuasennossa tehtävät toiminnot, joiden energiankulutus on enintään 1,5 MET. Paikallaanolon/liikkumattomuuden määritelmää täsmennetään parhaillaan, jotta käsitteet tulisivat yleisesti selkeämmiksi. Tällöin on helpompi vertailla myös eri tutkimuksia keskenään. (Suni ym. 2014.) Seisominen ei sisälly tällä hetkellä nykyiseen paikallaolon määritelmään (Sedentary behaviour research network 2012), vaikka paikallaan seistessä ei varsinaista liikettä tapahdu (Ainsworth ym. 2011; Tudor-Locke ym. 2014). Seistessä lihasaktiivisuus on suurempaa kuin istuessa (Tikkanen ym. 2014), mutta silti energiankulutus on enintään 1,5 METia. (Ainsworth ym. 2011; Tudor-Locke ym. 2014), mikä vastaisi Pate ym. (2008) määritelmää liikkumattomuudesta.

Fyysisen aktiivisuuden hyötyjen lisäksi esiin nostetaan usein myös siitä aiheutuvat mahdolliset haitat. Nämä negatiiviset vaikutukset liitetään usein intensiiviseen ja yksipuoliseen liikuntaan, joista esimerkkejä ovat vammat ja loukkaantumiset. On tärkeää huomata, etteivät urheilu ja kova harjoittelu muodosta lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden kokonaismää-

rää, vaan aktiivisuuden kirjo on laaja. (Malina 2010.) Vastaavasti myös liiallinen fyysinen inaktiivisuus on haitallista. Liiallista istumista ja paikallaanolon jaksoja tulisi välttää (De Decker ym. 2013.) Paikallaanolo ja istuminen ovat jo itsessään kuolleisuuden ja monien sairauksien riskitekijöitä (Dempsey ym. 2014). Yleisen näkemyksen mukaan paikallaolon korvaaminen kevyellä liikkumisella tai liikunnalla on terveyden kannalta edullista, vaikka liikunnan intensiteetti jäisikin alle terveystieteiden suositusten (Suni ym. 2014.)

2.2 Fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat tekijät lapsilla

Useat eri tekijät vaikuttavat lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja siksi aihepiiri on tutkimusten kannalta kiinnostava (Sallis ym. 1993). Jos fyysisen aktiivisuuden määrään halutaan vaikuttaa, on tärkeää tietää, millaisista tekijöistä aktiivisuus riippuu (Laakso ym. 2007). Tekijät voivat liittyä perimään, perheeseen, sosiaaliseen tai fyysiseen ympäristöön. Tekijät voivat olla myös psykologisia tai kulttuuriin sidonnaisia. On olemassa tutkimuksia, joissa on tutkittu useita muuttujia, ja luokiteltu niitä positiivisiksi tai negatiivisiksi muuttujiksi sen perusteella, miten ne vaikuttavat fyysisen aktiivisuuden määrään tai laatuun. Lasten fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat tekijät ryhmittelen neljään kategoriaan: biologiset, psykologiset ja sosiaaliset tekijät sekä fyysinen ympäristö. (Malina ym. 2004.)

2.2.1 Biologiset tekijät

Lapsella on sisäsyntyinen tarve liikkua ja olla aktiivinen. Kehollisuus, sen käyttö sekä taitojen opettelu tapahtuvat kokeilemalla ja tutkimalla. (Ayres 2008, 58.) Leikkien merkitys on suuri, sillä fyysisesti aktiiviset leikit palvelevat lapsen kehitystä. Leikkien myötä lapsen motorinen kontrolli paranee. Lisäksi voima- ja kestävyysominaisuudet kehittyvät. Leikit palvelevat myös lapsen kognitiivista - sekä karkea- ja hienomotorista kehitystä. Kehitykselliset vaikutukset ovat siis hyvin kokonaisvaltaiset. Lapset viettävät erilaisten leikkien parissa paljon aikaa 4–6-vuotiaana. Vapaaseen leikkiin käytettävissä olevasta ajasta 20 % on fyysisesti aktiivisia leikkejä. Vastaava prosenttiosuus 6–10-vuotiailla lapsilla on 10 %. (Pellegrini & Smith 1998.)

Useiden perhetutkimusten ja kaksostutkimusten perusteella on havaittu, että perimällä (ja kulttuuriperimällä) on vaikutusta siihen, kuinka aktiivinen tai inaktiivinen lapsesta tulee (Malina ym. 2004, 471). Esimerkiksi temperamenttipiirteisiin liittyvät geneettiset erot vaikuttavat fyysisen aktiivisuuden tasoon. Lapsi reagoi ja kiinnittää huomionsa häntä kiinnostaviin asioihin. (Keltikangas-Järvinen 2004, 42–44.) Energiankulutus on myös jossain määrin geneeistä riippuvainen, sillä sukupuoli vaikuttaa siihen. Miehillä on yleensä suuremmat energiankulutuksen tasot naisiin verrattuna. (Malina ym. 2004, 471.)

Sukupuoli näyttäisi vaikuttavan myös aktiivisuuden määrään niin, että pojat ovat usein tyttöjä aktiivisempia (Bauman ym. 2012; Sallis ym. 2000). Li:n ym (2015) katsauksen mukaan sukupuoli vaikutti vaihtelevasti fyysiseen aktiivisuuteen 2–6 -vuotiailla lapsilla. Sukupuolten väliset erot fyysisessä aktiivisuudessa näyttäisivät kasvavan lasten varttuessa (Soini ym. 2011), erityisesti ikävuosina 2–12 ja 13–18 (Bauman ym. 2012; Hinkley ym. 2012). Sallis ym. (2000) systemaattisessa katsauksessa pojat olivat tyttöjä aktiivisempia 81 %:ssa vertailuista. Baumanin ym. (2012) meta-analyysissä samansuuntainen sukupuolen vaikutus oli havaittavissa lapsilla ikävuosina 4–9. Pojat olivat aktiivisempia myös 9 ikävuoden jälkeen, mutta sukupuoli ei ollut enää niin vahvasti fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttava tekijä (Bauman ym. 2012). Storlin & Sandseterin (2015) mukaan esikouluikäisten tyttöjen fyysinen aktiivisuus oli intensiteetiltään kevyempää poikiin verrattuna. Tytöt ovat usein taitavampia esimerkiksi tasapainotaidoissa ja liikkumistaidoissa, sillä leikit sisältävät tasapainoilua ja erilaisia hyppelyitä. Pojat puolestaan ovat taitavampia välineenkäsittelytaidoissa ja tilanhahmotuksessa. Ympäristötekijät vaikuttavat näihin eroihin kuitenkin luultavasti enemmän kuin biologiset tekijät, sillä poikien pelit ja leikit ovat fyysisesti aktiivisempia sekä enemmän koordinaatiota ja välineenkäsittelyä harjoittavia (esimerkiksi jalkapallo ym. pallopelit ja kiipeily) kuin tyttöjen aktiivisuuden muodot. (Iivonen & Sääkslahti 2013; McKenzie ym. 2002; Pellegrini & Smith 1998; Pellegrini ym. 2002.) Jatkossa tulee tutkia lisää, minkälaisia eroja fyysisesti aktiivisissa leikeissä poikien ja tyttöjen välillä on (Pellegrini & Smith 1998).

Sukupuoliset kypsyserot voivat olla osasyynä siihen, että iän lisääntyessä fyysinen aktiivisuus on suurempaa pojilla kuin tytöillä. Tytöt kehittyvät yleensä poikia nopeammin ja ovat mahdollisesti vähemmän aktiivisempia varttuessaan aiemmin. (Eaton & Yu 1989.) Telaman

& Yangin (2000) mukaan iän mukana fyysinen aktiivisuus vähenee puolestaan pojilla nopeammin tyttöihin verrattuna, ja sukupuoliero tasoittuu murrosiässä. Ikä selittää sukupuolierojen ohella myös yksilöiden välisiä eroja fyysisessä aktiivisuudessa. Nupposen ym. (2010) mukaan alakouluikäisten omatoiminen liikunnan harrastaminen lisääntyy iän myötä. Esimerkiksi 12 vuoden iässä liikuntaa harrastetaan useammin ja pidempiä ajanjaksoja kerrallaan 9-vuotiaiden vastaaviin määriin verrattuna (Nupponen ym. 2010). Fyysinen aktiivisuus vähenee sekä tytöillä että pojilla aikuisuuteen siirryttäessä (Tammelin 2008). Hinkleyn ym. (2008) ja Li:n ym. (2015) katsausten mukaan fyysisen aktiivisuuden ja iän välinen suhde ei ole täysin johdonmukainen. Osassa tutkimuksista fyysinen aktiivisuus kasvaa iän myötä kun taas osassa tilanne on päinvastoin. Kaikissa tutkimuksissa muutosta ei ole havaittavissa. (Hinkley ym. 2008; Li ym. 2015.) Ikä vaikuttaa joka tapauksessa fyysisen aktiivisuuden laatuun. Lasten fyysinen aktiivisuus muuttuu rauhallisemmista leikeistä vauhdikkaammaksi pelailuksi ja leikkimiseksi iän lisääntymisen myötä. (Pellegrini & Smith 1998.)

Murrosikään liittyvät kasvun ja kehityksen aikaansaamat biologiset muutokset voivat myös olla osasy syy fyysisen aktiivisuuden vähenemiselle. Varsinkin tytöillä lantion leveneminen, rasvan määrän lisääntyminen sekä yksinkertaisesti fyysisten mittasuhteiden muuttuminen aiheuttaa usein epämukavuutta. Lisäksi veren hemoglobiinin lasku kuukautiskierron aikana saattaa lisätä haluttomuutta liikkua. (Malina ym. 2004, 472.) Painoindexillä tai muilla antropometrisillä tekijöillä ei Baumanin ym. (2012) tutkimuksen mukaan havaittu olevan vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen lapsuudessa ja nuoruudessa. Tammelin (2008) ja Slotte ym. (2014) puolestaan havaitsivat jonkin verran negatiivista yhteyttä näiden asioiden välillä. Haapalan ym. (2013) tutkimuksen mukaan kehon suuri rasvapitoisuus oli yhteydessä heikkoon motoriseen suorituskykyyn.

Ylipaino ja aliravitsemus yhdistetään usein vähentyneeseen fyysiseen aktiivisuuteen (Laakso ym. 2007; Malina ym. 2004, 472). Moore ym. (2003) havaitsivat että lapsuuden suurella fyysisen aktiivisuuden määrällä oli vahva yhteys vähäisempään rasvan määrään kehossa lapsuudesta nuoruuteen siirryttäessä. Painokiloihin suhteutettu energiankulutus vuorokauden aikana on joissain tutkimuksissa ollut ylipainoisilla pienempi normaalipainoisiin lapsiin verrattuna. Terveystila kokonaisuudessaan määrittää, kuinka fyysisesti aktiivinen yksilö on. Esimer-

kiksi kroonisesti, fyysisesti tai henkisesti sairas lapsi on yleensä inaktiivisempi terveeseen lapseen verrattuna. Myös patologiset ongelmat voivat olla esteenä fyysiselle aktiivisuudelle, mutta usein psykologiset tekijät ja sosiaaliset odotukset ympärillä vaikuttavat enemmän aktiivisuuden määrään ja laatuun. (Malina ym. 2004, 471–472.)

Myös motorinen taitotaso on yhteydessä lasten fyysiseen aktiivisuuteen (Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välisiä yhteyksiä on avattu tarkemmin luvussa 4.2. Fyysisen aktiivisuuden ohella yhteys on havaittavissa myös hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyteen sekä lihasvoimaan ja lihaskestävyteen. Tämä yhteys voimistuu lapsuudesta nuoruuteen ja aikuisuuteen siirryttäessä. (Robinson ym. 2015.) Lapset tekevät mielellään niitä asioita, joissa ovat hyviä ja joissa he menestyvät.

2.2.2 Sosiaaliset ja psykologiset tekijät

Vanhemmat toimivat lapsille roolimalleina ja ovat tärkeä kasvua sekä kehitystä tukeva tekijä ja vanhempien tuen voidaan katsoa olevan fyysistä aktiivisuutta selittävä tekijä (Rhodes ym. 2013; Yao & Rhodes 2015). Vanhempien tukeen lukeutuvat esimerkiksi vanhemman ja lapsen fyysisesti aktiivinen yhteinen aika, koko perheen yhteinen fyysisesti aktiivinen aika, vanhempien asenteet fyysiseen aktiivisuuteen sekä vanhemman tuki, rohkaisu ja kannustus siihen, että lapsi olisi fyysisesti aktiivinen. (Cleland ym. 2011; Laukkanen 2016; Voss & Sandercock 2013.) Bruntonin ym. (2005) tutkimuksen mukaan alakouluikäiset lapset (6–10-vuotiaat) mainitsivat, että jatkuvat muutokset perhe-elämässä ja vanhempien vähäinen tuki olivat liikuntaharrastusta haittaavia tekijöitä. Baumanin ym. (2012) tutkimuksessa perheen muodolla (vanhemmat aviossa, yksinhuoltaja yms.) ei kuitenkaan ollut yhteyttä lasten fyysiseen aktiivisuuteen.

Vanhemman ja lapsen yhteinen fyysisesti aktiivinen tekeminen on usein positiivisesti vaikuttava tekijä siihen, että lapsi liikkuu mielellään (Sallis ym. 2000). Lisäksi jo pelkästään vanhempien omalla aktiivisuudella on todennäköisesti positiivinen vaikutus lapsen aktiivisuuteen (Moore ym 1991). Mooren ym. (1991) tutkimuksessa lapset, joilla molemmat vanhemmat olivat fyysisesti aktiivisia, olivat noin 5-kertaisesti muita lapsia todennäköisemmin myös fyy-

sisesti aktiivisia. Todennäköisyys puoltaa lasten liikkumista myös silloin, kun vain toinen vanhemmista on fyysisesti aktiivinen. Yhteys oli vahvempi, kun aktiivinen vanhempi oli samaa sukupuolta lapsen kanssa. (Voss & Sandercock 2013.) Yaon & Rhodesin (2015) meta-analyysin mukaan vanhempien fyysinen aktiivisuus oli puolestaan vain vähäisesti yhteydessä lapsen fyysiseen aktiivisuuteen (meta-analyysiin valituissa tutkimuksissa lasten ikä vaihteli 2,5 ja 18 ikävuoden välillä). Vanhemman ja lapsen yhteisen fyysisen aktiivisuuden vaikutukset lapsen fyysiseen aktiivisuuteen olivat myös vähäiset. (Yao & Rhodes 2015.) Fyysisesti aktiiviset vanhemmat tosin tukivat useammin lapsiaan olemaan fyysisesti aktiivisia (Dowda ym. 2011).

Perheen sosioekonominen asema voi olla mahdollistavana tai rajoittavana tekijänä fyysisessä aktiivisuudessa. (Malina ym. 2004, 473). Harrastukseen tarvittavien välineiden ja harjoitusmaksujen maksaminen sekä harjoitukseen kyyditseminen ovat usein perheen taloudellisesta tilanteesta riippuvia. (Cleland ym. 2011; Tammelin 2008.) Perheen sosioekonomisen tilanteen ja lasten fyysisen aktiivisuuden välillä ei ole havaittu eroja, kun tarkastellaan omatoimista liikuntaa ja koululiikuntaa (Vandendriessche ym. 2012). Lehto ym. (2009) mukaan vanhempien kuuluminen korkeampaan koulutus- ja tuloluokkaan ennustaa lapsen terveellisempiä elintapoja. Sosioekonomisella taustalla voi olla yhteyttä myös aliravitsemukseen ja sitä kautta kasvuun, motoriseen kehitykseen ja fyysiseen aktiivisuuteen (Malina ym. 2004, 473). Sosioekonominen status ei kuitenkaan yksin selitä eroja mitatun fyysisesti aktiivisen ajan tai paikallaanolon/liikkumattomuuden osalta korkean tuloluokan maissa (De Craemer ym. 2012). Alemman tuloluokan maissa mitattu fyysinen aktiivisuus riippuu osittain perheen sosioekonomisesta statuksesta (Bauman ym. 2012).

Vanhempien ja lapsen yhteisen aktiivisuuden, vanhempien oman aktiivisuuden ja esimerkiksi olemisen lisäksi myös sanaton ja sanallinen viestintä vaikuttavat lapsen liikkumiseen. (Brunton ym. 2005.) Esimerkiksi kannustuksella on havaittu olevan positiivinen vaikutus liikkumisen määrään. Kieltojen ja rajoittavien sääntöjen suuri määrä perheessä saattaa saada aikaan sen, että lapsi liikkuu vähemmän. (Sallis ym. 2000.) Omaehtoiseen liikkumiseen kannustaminen on myös tärkeää, sillä vapaan leikin mahdollisuus lisää tutkimusten mukaan fyysistä aktiivisuutta (Pönkkö & Sääkslahti 2013; Soini 2015). Jos lasta pakotetaan liikkumaan,

saattaa hänen omaehtoinen liikunta-aktiivisuutensa laskea iän karttuessa. (Taylor ym. 1999.) Harvinaista ei ole sekään, että lapsen omien kiinnostuksen kohteiden edelle saattaa mennä ympäristön (esimerkiksi vanhempien) odotukset ja toiveet. Tällöin lapsen liikkumisen halu voi tukahtua varsin helposti. Lapselle tulee antaa aikaa ja mahdollisuuksia liikkua (Sääkslahti 2015). Omien tarpeiden ja oman halun kautta saatujen onnistumisen kokemusten kautta lapsi haluaa oppia lisää. Näin ollen sisäsyntyinen tarve liikkua ja leikkiä ajavat lapsen kehitystä eteenpäin. (Numminen 1991.) Kasvatuskulttuuriset erot saattavat vaikuttaa myös siihen, kuinka tärkeäksi liikunta ympäröivässä yhteisössä ja yhteiskunnassa koetaan, ja kuinka paljon lapsia rohkaistaan ja kannustetaan liikkumaan (Keltikangas-Järvinen 2004, 139–148). Rohkaisu on tärkeää, sillä lapsuuden fyysinen aktiivisuus vaikuttaa positiivisesti aktiivisuuden määrään myös myöhemmissä ikävaiheissa (Bauman ym. 2012).

Kouluun siirryttäessä fyysiseen aktiivisuuteen alkaa vanhempien ohella vaikuttaa kaverit (Malina ym. 2004, 473). Murrosiässä kavereiden vaikutus vahvistuu entisestään vanhempien roolin pienentyessä. (Malina ym. 2004, 473.) Myös alle kouluikäiset lapset kaipaavat vertaistensa seuraa leikkiessään. Irwin ym. (2005) havaitsivat että sisarukset olivat fyysisen aktiivisuuden määrään positiivisesti vaikuttava tekijä. Kavereiden ja sisarusten vaikutus on suuri fyysisen aktiivisuuden ohella sosiaalisen kehityksenkin kannalta. (Montagner ym. 1993). Ryhmässä toimiminen ja vertaistuki luovat positiivista keskinäistä riippuvuutta, ryhmähenkeä ja yhdessäolon kokemuksia. Lapsi liikkuu mielellään turvallisessa ilmapiirissä (Haapala ym. 2014b.) ja koulun myötä opettajilla sekä harrastusten alkamisen myötä valmentajilla ja ohjajilla on siten vaikutusta lapsen fyysiseen aktiivisuuteen. Harrastusten parissa lapset pääsevät liikkumaan myös yhdessä vertaistensa kanssa. (Jess & Collins 2003.) Päiväkodeissa ja hoitopaikoissa lastenhoitajilla on vaikutusta lasten fyysiseen aktiivisuuteen. Vapaan ja organisoimattoman leikin merkitys on myös tärkeää, ja lasten tulee saada leikkiä myös ilman suurempia rajoituksia. Lasten fyysistä aktiivisuutta voidaan edistää, kun kasvattajat tarjoavat välillä mahdollisuuksia organisoituun toimintaan sekä esimerkiksi leikkivälineitä toiminnan synnyttämiseen. (Brown ym. 2009; Soini ym. 2014.)

Lapsen pätevyyden kokemuksella on vaikutusta fyysisesti aktiiviseen käyttäytymiseen. Se on myös aktiivisuutta ennustava tekijä. (Malina ym. 2004, 472.) Luottamus omiin kykyihin (mi-

näpystyvyys) on tärkeä positiivinen tekijä fyysisen aktiivisuuden kannalta, mutta haasteitakin tarvitaan sopivassa suhteessa (Bauman ym. 2012; Sääkslahti 2015, 164). Minäkuvan laatu ennustaa usein aktiivisuuden tasoa (Malina ym. 2004, 472). Minäkuva muotoutuu jatkuvassa vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. Palaute muokkaa sitä käsitystä, minkälaisena lapsi itsensä näkee ja kokee. Kasvattajan kannattaa miettiä, minkälaista palautetta lapselle antaa häntä itseään, kehoaan ja esimerkiksi motorisia taitoja koskien. (Kokkonen ja Klemola 2013; Pönkkö & Sääkslahti 2013.) Mielenkiintoista kuitenkin on, että Salliksen ym. (2000) systemaattisen katsauksen mukaan useimmilla yleisesti tutkituilla psykologisilla tekijöillä ei ollut merkitystä siihen, kuinka fyysisesti aktiivinen lapsi oli. Tällaisia olivat esimerkiksi kehonkuva, itsetunto ja koulupäivän jälkeinen aktiivisuus (Sallis ym. 2000).

Samaisen systemaattisen katsauksen (Sallis ym. 2000) mukaan pätevyyden kokemus ja asenteet olivat jossain määrin yhteydessä fyysiseen aktiivisuuteen. Stoddenin ym. (2008) mukaan lapsen kokemus liikunnallisesta pätevyydestä vaikuttaa hänen minäkuvaansa ja sitä kautta itsetuntoon. Voidaan puhua fyysisestä pätevyydestä, käsityksestä itsestä liikkujana. Se muodostuu liikuntatilanteista saaduista kokemuksista, viihtymisestä sekä palautteesta itsestä liikkujana. (Ojanen & Liukkonen 2013.) Pätevyyden tunne kehittyy, kun lapsi oppii uutta, kehittyy taidoissaan, saavuttaa tavoitteensa tai on saanut tehdä parhaansa. Kasvattaja voi auttaa lasta löytämään tälle mieluisia tapoja liikkua ja edesauttaa näin hänen käsitystään itsestään liikkujana. Myönteisessä ilmapiirissä jokainen on hyväksytty omana itsenään, ja lapselle syntyy pätevyyden kokemuksia. (Kokkonen & Klemola 2013.) Tällaisessa toimintaympäristössä syntyvät sosiaalisen yhteenkuuluvuuden tunteet, kasvattajan antama palaute, kannustaminen, innostaminen sekä lapsen ohjaaminen itsensä arvioimiseen ovat tärkeitä psyykkisen hyvinvoinnin ja pätevyyden kokemusten kannalta (Kokkonen ja Klemola 2013; Ojanen & Liukkonen 2013; Takala ym. 2011).

Malinan ym. (2004, 471–472) mukaan fyysisen aktiivisuuden ja persoonallisuuden piirteiden, itseluottamuksen tai sosiaalisen pätevyyden välillä ei ole todistettu olevan yhteyttä. Tästä on kuitenkin tullut uudempaa näyttöä. Jokainen yksilö on omanlaisensa aktiivisuustasonsa suhteen. Osa lapsista on mielellään hyvin aktiivisia ja touhukkaita toisten tyytyessä vähäisempään toiminnan määrään. Synnynnäiset temperamenttipiirteet vaikuttavat tähän. Niitä ovat

esimerkiksi aktiivisuus, rytmisyys, lähestyminen tai vetäytyminen uusissa tilanteissa, sopeutuminen, responsiivisuuskynnys sekä sinnikkyys. Persoonan piirteillä voi olla vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen, mutta tutkimus on ollut toistaiseksi vähäistä tällä alueella. (Keltikan-gas-Järvinen 2004.)

2.2.3 Fyysinen ympäristö

Virikkeellinen ympäristö on olennainen asia lasten fyysistä aktiivisuutta tarkasteltaessa. Vaikka geenit ja perimä ohjaavatkin osaltaan fyysisen aktiivisuuden määrää, on ympäristöllä merkittävä rooli siihen. (Saudino & Eaton 1995.) Mielekäs ja toimintaan aktivoiva kodin lähiympäristö edesauttaa aktiivisen ajan määrää (Sallis ym. 2000). Salliksen ym. (2000) tutkimuksen mukaan ulkona vietetty aika korreloi positiivisesti lapsen aktiivisuuskäyttäytymiseen. Mitä suurempi ulkona vietetty aika oli, sitä suurempi oli myös aktiivisuus aika (Sallis ym. 2000). Lapset liikkuvat mielellään, kun ympäristö on monipuolinen, ja siellä on riittävästi tilaa leikkiä ja pelata. Erilaiset leikkivälineet ja -telineet niin ulkona kuin sisällä motivoivat lapsia leikkimään. (Ayres 2008, 58; Cardon ym. 2009; Johns & Ha 1999; Sallis ym. 1993; Stratton & Leonard 2002; Soini 2015.) Nämä välineet mahdollistavat esimerkiksi lihas- jänne ja tasapainoistimusten kehittymisen (Ayres 2008, 58). Lihas-jänneaistimusten ohella myös voimankäytön säätely harjaantuu, ja kun liikkuminen on tasapainoista ja sujuvaa, voidaan puhua hyvästä koordinaatiosta (Luukkonen & Sääkslahti 2004). Leikkivälineet vaativat lasta käyttämään vartalon suuria lihaksia monipuolisesti. Lisäksi lapsi joutuu myös kannattelemaan tai nostamaan omaa kehonpainoaan, ja näin ollen fyysinen aktiivisuus lisääntyy. (Soini 2015.) Monipuolisen liikkumisen seurauksena lapsi hakee jatkuvasti uusia haasteita entistä haastavampien välineiden kanssa. Kasvattajan kannattaa hyödyntää tätä luontaista uteliaisuutta erilaisiin liikuntavälineisiin (muun muassa sukset, luistimet, rullalauta). (Sääkslahti 2015, 170–173.)

Pönkön ja Sääkslahden (2013) mukaan lapset, jotka leikkivät päivittäin ulkona paljon, olivat fyysisesti aktiivisempia vastaavan ajan sisätiloissa viettäviin lapsiin verrattuna. Ulkona liikkuminen on vapaampaa ja tilaa on yleensä enemmän käytössä sisätiloihin verrattuna (Pönkkö & Sääkslahti 2013). Fjørtoftin ym. (2009) tutkimuksen mukaan metsämaastossa liikkuminen

ja leikkiminen vaikuttavat positiivisesti fyysisen aktiivisuuden tasoon. Epätasaisessa metsämaastossa lapsi joutuu tasapainoilemaan ja käyttämään lihasvoimaa enemmän tasamaahan verrattuna. Muun muassa puiden, kaatuneiden puunrunkojen ja kantojen lomassa liikkuminen ja tasapainoilu, kiipeily kiveltä toiselle sekä metsämaastossa hyppely edellyttävät kokonaisvaltaisesti suurten lihasten käyttöä ja niiden yhteistyötä. Näin ollen elimistöön kohdistuu suurempi kuormitus ja fyysisen aktiivisuuden intensiteetti kasvaa. (Sääkslahti 2015, 134.) Metsämaasto tai metsämaaston tyyppinen ympäristö antaa myös lapsen mielikuvitukselle ja luovuudelle tilaa. Lapsen luontainen halu tutkia ja kokeilla mahdollistuu tällaisissa ympäristöissä. (Kyttä 2003; Sääkslahti 2015, 135.)

Viheralueet ja puistot ovat hyviä leikki- ja liikuntapaikkoja fyysisesti aktiivisen ajan lisäämiseen. Lapset pelailevat esimerkiksi mielellään erilaisia pallopelejä ja hippaleikkejä tällaisissa ympäristöissä. Myös asfaltoitu tasainen alue on houkutteleva paikka palloleikkien ja -peliin ohella juoksu- ja hyppyleikkeihin. (Pönkkö & Sääkslahti 2013.) Lasta tulee kannustaa ulkoiluun systemaattisesti, sillä 6–8 -vuotiaiden reippaan ja vauhdikkaan liikkumisen kokonaismäärästä suurin osa tulee ulkoilemisesta. Ulkoiluympäristöissä ja lähiliikuntapaikoilla tapahtuvan leikkimisen ohella välimatkat kouluun ja kotiin ovat esimerkiksi hyviä mahdollisuuksia lisätä fyysisesti aktiivista aikaa. Näin myös aivojen vireystilan taso nousee ja uuden oppiminen helpottuu. (Sääkslahti 2015, 163.) Koti- ja kouluympäristöjen on todettu olevan lasten tärkeimpiä päivittäisiä liikuntaympäristöjä. Jopa 80 % liikuntakerroista sijoittuu näihin ympäristöihin vuonna 2000 toteutetun Missä lapsi liikkuu -tutkimuksen mukaan. (Virta 2000.) Asuinpaikan sijainnilla ei Nupposen ym. (2010) tutkimuksessa ollut suurta merkitystä 9–12-vuotiaiden liikunnan määrään. On kuitenkin todettu, että haja-asutusalueilla asuvat lapset liikkuvat kokonaisuudessaan vähemmän. Lisäksi urheiluseuratoimintaan osallistuminen oli vähäisempää. Kulkeminen liikuntapaikoille tai jopa niiden puute voi olla hankaloittava tekijä. Myös koulumatkat olivat vähemmän fyysisesti aktiivisia taajamassa asuviin lapsiin verrattuna. (Nupponen ym. 2010.)

Fyysisessä aktiivisuudessa on havaittavissa vaihtelua vuodenaikojen mukaan ikään katsotta (Sääkslahti ym. 2000). Esimerkiksi todella kuuma tai kylmä lämpötila sekä huono sää ovat fyysisistä aktiivisuutta vähentäviä tekijöitä (Li ym. 2015). Aktiivisuustasot kesäaikana ovat

esimerkiksi Suomessa jopa kaksinkertaisia talviaikaan verrattuna. Talvikuukaudet sisältävät vähiten fyysisesti aktiivista aikaa. (Sääkslahti ym. 2000.) Laukkasen ym. (2015) tutkimuksessa havaittiin myös 4–7 vuotiainen lasten fyysisesti aktiivisen ajan väheneminen syksyllä ja talvella. Tämä voi johtua osin valoisan ajan vähenemisestä ja kylmistä lämpötiloista (Sääkslahti 2015, 205). Talviliikuntavälineiden avulla on mahdollista monipuolistaa liikkumisen mahdollisuuksia talvella ja näin ollen lisätä fyysisen aktiivisuuden määrää (Sääkslahti 2015, 158). Lisäksi suomalainen luonto tarjoaa erinomaisia mahdollisuuksia fyysiseen aktiivisuuteen talvellakin. Ulkona olemisella saa hyvää vaihtelua sisällä vietettyihin pitkiin ajanjaksoihin. Talvisissa olosuhteissa erilaiset lumiset, jäiset ja liukkaat pinnat kehittävät myös lapsen tasapainoa, kehonhallintaa sekä vahvistavat liikkumistaitoja. (Sääkslahti 2015, 205–206.) Kesäaikaan aktiivisuus kuitenkin yleensä lisääntyy paikoissa, joissa on kylmiäkin vuodenaikoja (Sääkslahti ym. 2000). Kesän suurempi aktiivisuus saattaa liittyä juuri ulkona vietettyyn aikaan. Loma-ajat yleisestikin lisäävät arkena liikkuvien lasten aktiivisuutta (Malina ym. 2010). Kasvattajalla on suuri rooli sen suhteen, että lapsi saisi kokea vuodenaikojen tarjoaman monipuolisuuden sellaisissa paikoissa, joissa vuodenaikojen vaihtelu on läsnä (Sääkslahti 2015, 164).

Arkipäivinä päiväkodissa ja koulussa vietetty aika laskee ja rajoittaa aktiivisuuden määrää. Sääkslahti ym. (2000) mukaan esimerkiksi 6-vuotiaista vähiten liikkuvat lapset liikkuvat vain kolmanneksen eniten liikkuvien lasten määrästä. Koulunaloitus näkyy fyysisen aktiivisuuden määrässä niin, että 7–8-vuotiailla lapsilla kokonaisaktiivisuuden määrän lisääntyminen näyttää pysähtyvän ja kääntyvän laskuun. (Nupponen ym 2010; Tammelin ym. 2013) Itä-Suomen yliopiston toteuttaman Lasten ravitsemus ja liikunta (PANIC) -tutkimuksen perusteella todettiin että 70 % koulunsa aloittaneista tytöistä ja yli puolet pojista liikkui vähemmän kuin 2 tuntia päivässä (Haapala ym. 2013; Lintu ym. 2011). Koulupäivien rakenteesta johtuen esimerkiksi istumista mahtuu koulupäiviin melko paljon. (Pellegrini & Björklund 1998, 206; Sääkslahti ym. 2013). Ensimmäisen luokan oppilaat leikkivät ulkona ja ovat liikunnallisesti aktiivisempia viikonloppuisin kuin arkisin. Aktiivisuuden vaihtelu viikonpäivien mukaan tulisikin huomioida lasten fyysistä aktiivisuutta tutkittaessa. (Nupponen ym. 2010; Tammelin ym. 2013.) Koulu voi kuitenkin myös aktivoida lapsia. Liikkuva koulu -ohjelma on hyvä esimerkki hankkeesta, jonka avulla on saatu luotua hyviä käytäntöjä fyysisen aktiivisuuden

lisäämiseksi koulupäiviin, vaikka tulokset ovat kohtuullisen pieniä. (Nupponen ym. 2010; Tammelin ym. 2013.) Päiväkotien ja koulujen tulee liikuntaan kasvattamisen lisäksi keskittyä kasvattamaan lapsia ja nuoria liikunnan avulla (Jaakkola ym. 2013).

Nykypäivänä tietotekniikan rooli fyysisesti aktiivisen ajan suhteen on merkittävä (Mäki ym. 2010). Makoilun ja paikallaan istumisen ohella television katselu, sekä pelaajan paikoilleen sitova viihde-elektroniikan käyttö luetaan fyysisesti passiiviseksi, liikkumattomaksi ajaksi. Viihde-elektroniikan käyttöä ovat esimerkiksi pelaaminen puhelimella, tietokoneella, tabletilla tai pelikonsolilla. (Hinkley ym. 2010; Tremblay ym. 2011.) Median käyttöaika vähenee, kun lapselle tarjotaan jotain muuta virikkeellistä toimintaa (Malina ym. 2010). LATE:n (Lasten terveysseuran kehittämisen hanke) toteuttaman lasten terveysseurantatutkimuksen mukaan lasten viihdemedian käyttöön tulisi kiinnittää huomiota. Ensimmäisen luokan oppilaista jopa 95 % oppilaista katsoi televisiota tai käytti tietokonetta arkisin 1-2 tuntia päivässä. Viikonloppuisin vietettiin aikaa median parissa vielä enemmän. Vain 64 %:lla ensimmäisen luokan oppilaista toteutui 2 tunnin päivittäinen ruutuajan suositus (Mäki ym. 2010.) Tammelinin ym. (2013) tutkimuksen mukaan 2 tuntia ylittyy lähes neljäsosalla lapsista viihdemedian (kuten televisio, pelikonsolit, mobiililaitteet) käytön suhteen arkena. Itä-Suomen yliopiston PANIC-tutkimuksen mukaan kahden tunnin viihdemedian käytön rajan ylitti arkipäivisin 20 % pojista ja 10 % tytöistä. Viikonloppuna määrä oli huomattavasti suurempi. Tällöin yli puolet pojista ja lähes 40 % tytöistä ylitti viihdemedian käytön suositukset. (Haapala ym. 2013.) Chia ym. (2002) tutkimuksen mukaan tietokoneen runsaalla käytöllä oli negatiivinen yhteys 10-vuotiaiden lasten fyysiseen aktiivisuuteen. Viihdemedian käyttö ei välttämättä ole fyysisesti aktivoivaa, jolloin sen parissa vietetty aika on helposti pois fyysisesti aktiivisesta ajasta (Sääkslahti ym. 2013; Tammelin ym. 2013). Toki osa lapsista ja nuorista harrastaa urheilua siitä huolimatta, että tietotekniikan ja viihde-elektroniikan käyttö on lisääntynyt. (Kokko ym. 2011; Nupponen ja Telama 1998, 113). Viimeisten 15 vuoden aikana lasten liikunnan ja urheilun harrastamisen määrä oli lisääntynyt 30 prosenttia (Kansallinen liikuntatutkimus 2009–2011). Huolestuttavaa on kuitenkin se, että median käyttö alkaa jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Lasten ajankäyttö on yhä enenevässä määrin siirtynyt mahdollisesti ulkoa sisälle. Tämän suhteen tarvittaisiin kuitenkin lisää tutkimuksia, sillä yhteyttä ei ole vielä suoraan pystytty osoittamaan. (Sääkslahti ym. 2013.)

2.3 Suositukset fyysisen aktiivisuuden määrästä lapsille

Aikaisempien tutkimusten perusteella on useita näkemyksiä, minkälaista fyysisen aktiivisuuden tulisi olla, ja kuinka pitkiä ajanjaksojen kerrallaan, jotta liikkuminen olisi terveydelle eduksi (Sallis ym. 2000). Lapsen terveellisen kasvun ja kehityksen kannalta liikunnan ja fyysisen aktiivisuuden tulisi olla mahdollisimman monipuolista ja riittävän runsasta (Opetusministeriö & Nuori Suomi ry 2008). The Finnish Report Card 2014 on Physical activity for children and youth (Gråsten ym. 2014) on useamman tutkimusinstituutin raportti, jonka avulla selvitettiin, kuinka fyysistä aktiivisuutta ja aktiivisuuden mahdollisuuksia on tuettu Suomessa. Raportin mukaan suomalaisten lasten ja nuorten fyysinen aktiivisuus on vähäistä ja paikallaanolo/liikkumattomuus suosituksia suurempaa. (Gråsten ym. 2014)

Sallis ym. (2000) kirjallisuuskatsauksen mukaan lasten ja nuorten tulisi liikkua 30–60 minuuttia useampaan tuntiin päivässä. Intensiteetin tulisi vaihdella keskitehoisesta kovatehoiseen liikuntaan. Suositukseen kuuluu myös voimaa, liikkuvuutta ja luuston terveyttä edistävien fyysisen aktiivisuuden muotojen harjoittamista. Pitkiä paikallaanolon ajanjaksoja tulisi myös välttää. (Sallis ym. 2000.) Nuoren Suomen kokoama asiantuntijaryhmä on julkaissut suomalaisille kouluikäisille terveyttä edistävän liikunnan minimisuositukset. Fyysisen aktiivisuuden perussuosituksen mukaan liikuntaa tulisi kertyä 7–18-vuotiaille lapsille 1–2 tuntia päivässä. Tarkemmin eriteltynä lapsuusiässä 7–12-vuotiaana tulisi liikkua vähintään 1,5–2 tuntia päivässä ja 13–18-vuotiaana 1–1,5 tuntia päivässä. Lisäksi yli kahden tunnin yhtämittaista istumista tulisi myös välttää ja viihdemedian käyttö on suositeltavaa rajata kahteen tuntiin päivässä. (Opetusministeriö & Nuori Suomi ry 2008.) Fyysisen aktiivisuuden perussuosituksen ohella yleisempänä ohjenuorana on nykyinen WHO:n liikuntasuositus, jonka mukaan liikuntaa tulisi olla päivittäin vähintään tunti (Aira ym. 2013).

Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden uusimpien suositusten mukaan alle kahdeksanvuotiaiden lasten tulisi liikkua vähintään kolme tuntia päivässä kuormittavuudeltaan monipuolisesti. Suositusten fyysinen aktiivisuus käsittää kaiken lapsen elämään kuuluvan kuormittavuudeltaan eritasoisen liikunnan aina leikkimisestä ja touhuamisesta (sisällä tai ulkona), kotiaskareisiin, retkeilyyn ja ohjattuun liikuntaan. Yli tunnin mittaisia istumisen jaksoja tulee välttää.

(Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016.) Aikaisemmissa varhaiskasvatuksen liikunnan suosituksissa (Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset 2005) alle kouluikäisille suositeltiin 2 tuntia reipasta liikuntaa päivittäin. Päivittäisen aktiivisuuden suositeltiin olevan suurimmaksi osaksi ripeää ja reipasta. Reippaalla liikunnalla tarkoitetaan elimistön kuormitusta lisäävää fyysistä aktiivisuutta. Sykkeen nousun lisäksi hengästyminen suositeltiin myös. Aktiivisuuden ei tarvinnut olla välttämättä yhtäjaksoista, vaan se sai koostua useammista lyhyemmistäkin aktiivisuusjaksoista. (Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset 2005.) Uudet suositukset ovat päivitetty versio ensimmäisistä alle kahdeksanvuotiaiden lasten liikuntaan tarkoitetuista Varhaiskasvatuksen liikunnan suosituksista (Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset 2005). Suositukset haluttiin päivittää vastaamaan ”lasten elinolosuhteissa sekä liikkumisen määrässä ja laadussa” tapahtuneita muutoksia. Lisäksi tavoitteena oli myös suositusten tutkimusperustan päivittäminen. Päivittäinen liikunnan kokonaismäärä lisääntyi yhdellä tunnilla ensimmäisiin suosituksiin verrattuna. Kokonaismäärään lasketaan nyt kaikentyyppinen fyysinen aktiivisuus: intensiteetti voi vaihdella kevyen, keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden välillä. Lisäksi yhtäjaksoisen istumisen määrään otettiin kantaa. (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016.)

Opetusministeriön ja Nuoren Suomen (2008) kouluikäisiä koskevat suositukset suosittelivat myös intensiteetiltään monipuolista liikuntaa ja fyysistä aktiivisuutta. Aktiivisuuden ei tarvitse olla yhtäjaksoista, mutta yli puolet päivittäisestä fyysisestä aktiivisuudesta tulisi kuitenkin koostua vähintään 10 minuutin reippaista liikuntajaksoista. Kevyen ja keskitehoisen liikunnan lisäksi myös kovatehoista, huomattavasti hengästyttävää liikuntaa tulisi harjoittaa. Tällaista liikuntaa esiintyy kuitenkin valitettavan harvoin ilman ohjattuun harrastukseen osallistumista, kun tarkastellaan lasten ja nuorten liikuntaa. (Opetusministeriö & Nuori Suomi ry 2008.) Keskitehoisen ja kovatehoisen liikunnan ohella myös kevyemmät aktiviteetit ovat tärkeitä, sillä ne kehittävät motorisia taitoja ja tärkeitä liikuntataitoja (Laukkanen ym. 2013).

Ensimmäiset alle kouluikäisiä koskevat kansainväliset suositukset julkaistiin vuonna 2002 American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD) -järjestön toimesta. Suositusten mukaan fyysisesti aktiivisen ohjatun toiminnan (60 minuuttia) lisäksi tulisi olla 60 minuuttia omaehtoista, vapaata fyysistä aktiivisuutta. Uusimmat suosi-

tukset julkaistiin englantia puhuvissa maissa (esimerkiksi Kanada, Yhdysvallat, Iso-Britannia) vuosina 2010–2012. Suositusten mukaan lasten (erityisesti alle kouluikäisten) tulisi olla joka päivä jollain tavalla fyysisesti aktiivisia kolmen tunnin ajan. (Canadian Society for Exercise Physiology 2012; Department of Health and Ageing 2012; Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection 2011.) Paikallaanolon suhteen on tehty myös rajoituksia. Hereillä ollessa yhtäjaksoinen paikallaanolon määrä ei saisi ylittää 60 minuuttia. (Gordon ym. 2013; Soini 2015.) World Health Organization (2010) on laatinut suosituksen, jonka mukaan 5–17-vuotiaiden lasten ja nuorten tulisi harrastaa liikuntaa vähintään 60 minuuttia päivässä. Liikunnan intensiteetin tulisi vaihdella keskitehoisesta (*engl.moderate to vigorous physical activity*, MVPA) kovatehoiseen (*engl. vigorous physical activity*, VPA). Kestävyysliikunnan ohella tulisi harrastaa myös kovatehoisempaa liikuntaa sekä lihaskuntoa, nopeusvoimaominaisuuksia ja liikkuvuutta kehittäviä ja ylläpitäviä liikuntamuotoja vähintään kolme kertaa viikossa. Erilaiset pelit, leikit, lajit, koululiikunta ja organisoitu liikuntaharrastus ovat hyviä liikuntamuotoja lapsille ja nuorille. (World Health Organization 2010.)

Tarkasteltaessa suositusten toteutumista vain harva suomalaislapsi tai -nuori täyttää liikuntasuosituksen (Aira ym. 2013; Liukkonen ym 2014). 11–13 -vuotiaat suomalaiset lapset ja nuoret kuitenkin liikkuvat enemmän kun verrataan useampaan muuhun Euroopan ja Pohjois-Amerikan maahan (Currie ym. 2012). Liikunta-aktiivisuuden drop off -ilmiö (väheneminen) on suomalaisilla lapsilla ja nuorilla yleistä iän lisääntymisen myötä. Esimerkiksi yhdeksäsluokkalaiset liikkuvat selvästi vähemmän kuin viidesluokkalaiset. (Aira ym. 2013.) Health Behaviour in School-aged Children (HBSC 2010) eli WHO:n koululaistutkimuksen mukaan 24 % suomalaisista 11–15 -vuotiaista täytti yhden tunnin päivittäisen liikuntasuosituksen (n=6678). Pojista 30 % ja tytöistä 18 % täytti suosituksen. Kiihtyvyyssmittarien avulla tarkasteltiin fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä. Vähintään 60 minuuttia keski-/kovatehoisesti liikkuvia (MVPA) oli 17–50 % 3–15 -vuotiaista lapsista. Vastaava osuus pelkästään 3-vuotiaiden osalta oli 46 %, alakouluikäisten (7–12 -vuotiaat) osalta 50 % ja yläkouluikäisten (13–15 -vuotiaat) osalta 17 %. (Gråsten ym. 2014; Liukkonen ym. 2014.)

Tammelinin ym. (2013) tutkimustulosten mukaan vastaava yhden tunnin päivittäinen liikuntasuositus täyttyi 50 %:lla alakoululaisista ja 17 %:lla yläkoululaisista. Vastaavat prosenttiosuudet 1,5 tunnin liikuntamäärän suhteen olivat 9 % ja 1 %. Alakouluikäisistä enää 1 %:lla täyttyi kahden tunnin suositus. Fyysisesti passiivista aikaa sisältyi 1.–2. luokan oppilaiden valveillaoloaikaan 7,3 tuntia. Vastaava aikamäärä 3.–4.-luokkalaisilla oli 7,9 tuntia ja 5.–6.-luokkalaisilla 8,8 tuntia ja 7.–8.-luokkalaisilla jopa 10 tuntia. (Tammelin ym. 2013.)

LIITU-kyselytutkimuksen (Kokko ym. 2014) mukaan suomalaislapsista ja nuorista (viides-, seitsemäs- ja yhdeksäsluokkalaisista, n=7531) vain reilu viidesosa täytti liikuntasuosituksen (vähintään 1 tunti päivässä). Viidesluokkalaisista noin kaksi kolmasosaa liikkui vähintään viitenä päivänä, kun yhdeksäsluokkalaisilla sama osuus oli enää vain kolmasosa. Vähemmän liikkuvien (3–4 päivänä sekä vähän (korkeintaan kahtena päivänä) osuus kasvaa selkeästi ylempiä luokkatasoja tarkasteltaessa. Pojat (vajaa neljäsosa) liikkuvat suositusten mukaisesti yleisemmin kuin tytöt (vajaa viidesosa). Reippaan ja kevyen liikunnan määrän osalta tuloksissa oli havaittavissa samankaltainen lasku ylemmille luokka-asteille siirryttäessä. Päivittäinen kevyt arkiliikunta oli kuitenkin yleisempää kuin reipas liikunta. Pojat liikkuvat keskimäärin reippaammin kuin tytöt, joilla kevyt arkiliikunta oli yleisempää. (Kokko ym. 2014.) Yleisiä suosituksia runsaampi liikkuminen on kuitenkin suositeltavaa, jotta liikunnan avulla saavutetaan monipuolisesti terveyshyötyjä (Opetusministeriö & Nuori Suomi ry 2008).

3 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN MITTAAMINEN

Fyysistä aktiivisuutta ja energiankulutusta voidaan arvioida useilla eri tavoilla (Malina ym. 2004, 459; Mikkola 2012; Sirard & Pate 2001). Mittausmenetelmänä käytetään esimerkiksi kaksoismerkityn veden tekniikkaa, suoraa kalorimetriaa tai epäsuoria energiankulutuksen mittaustapoja (Ainslie ym 2003; McArdle ym. 2001, 175–176). Nykyään yhä enemmän suositaan ovat nostaneet kuitenkin sykemittarit, askelmittarit, ja kiihtyvyyssmittarit. Näiden menetelmien avulla on mahdollista mitata ja tarkastella fyysistä aktiivisuutta objektiivisesti suurilta koehenkilömääriltäkin. (Sirard & Pate 2001.) Elektromyografia (EMG) on menetelmä, jonka avulla saadaan mitattua lihaksen tai lihasryhmien sähköistä aktiivisuutta. Tämän mittaustavan avulla saadaan esimerkiksi määritettyä, kuinka pitkiä ajanjaksoja lihakset ovat aktiivisina. EMG:n avulla voidaan myös tarkastella lihasaktiivisuutta pidemmältäkin aikaväliltä. On mahdollista selvittää esimerkiksi, millä tavoin lihakset käyttäytyvät päivän aikana arjen erilaisissa toimissa. (Kern ym. 2001.) Subjektiiivisiä mittaamenetelmiä ovat erilaiset haastattelut ja kyselylomakkeet, joita voi tarvittaessa hyödyntää fyysistä aktiivisuutta tutkittaessa. (Sirard & Pate 2001.) Fyysisen aktiivisuuden mittaamenetelmien valitseminen lapsille ei ole yksinkertaista. Lasten fyysinen aktiivisuus on hyvin monimuotoista ja sisältää usein paljon lyhyitä pyrähdyksiä. Lisäksi lapsen ikä vaikuttaa kehitykseen ja sitä kautta myös fyysiseen aktiivisuuteen. (McClain & Tudor-Locke 2009.)

3.1 Subjektiiiviset menetelmät ja suora observointi

Kyselylomakkeet ovat yksi tapa mitata subjektiivisesti fyysistä aktiivisuutta ja energiankulutusta. Lomakkeiden avulla on helppoa ja edullista tutkia isoja koehenkilömääriä. Lapset tarvitsevat kuitenkin usein vanhemman apua lomakkeen täyttämiseen. Kyselylomakkeiden sisältö voi vaihdella esimerkiksi selvitettävän fyysisen aktiivisuuden ajanjakson pituuden mukaan. Lisäksi tavat, joilla vastaaja joutuu fyysistä aktiivisuutta kuvaamaan, saattavat myös vaihdella. Joissain kyselyissä saatetaan selvittää asennetta fyysistä aktiivisuutta kohtaan. Energiankulutuksen arvioiminen kyselylomakkeiden pohjalta perustuu taulukoihin, jotka muuttavat aktiivisuuden metaboliseksi arvoksi (esimerkiksi kilojouleiksi). Taulukot perustuvat usein

steady-state -tilan aktiivisuuden energiankulutuksiin. (Malina ym. 2004, 458-461.) Steady-state -tilalla tarkoitetaan tasapainotilaa, jossa hapenotto ja hapenkulutus ovat tasapainossa. ATP:tä kulutetaan ja tuotetaan aerobisesti samassa tahdissa ja sydämen syke on tasainen. ATP on elimistön polttoaine. Se toimii energian välittäjänä solun aineenvaihdunnallisissa reaktioissa. (McArdle ym. 2000, 158–166) Lasten aktiivisuus on kuitenkin harvoin steady-state tyyppistä, sillä se sisältää yleensä pyrähdysnomaisia aktiivisuusjaksoja (Malina ym. 2004, 458-461).

Kyselylomakkeen täyttäminen voidaan toteuttaa myös haastattelun avulla. Tällöin haastatteli- ja saa luultavasti selville paljon enemmän informaatiota siihen verrattuna, että haastateltava täyttäisi lomakkeen itse. Haastattelu on aikaa vievä tapa selvittää fyysistä aktiivisuutta ja energiankulutusta. Tämän vuoksi menetelmää käytetään harvemmin, jos tutkimusjoukkona on suuri määrä koehenkilöitä. Tutkimusta täydentävänä osiona se voi olla hyödyllinen. (Malina ym. 2004, 461-462.)

Päiväkirjojen avulla kerätään informaatiota kirjallisesti kyselylomakkeiden ja haastattelujen lisäksi. Koehenkilöä pyydetään esimerkiksi kuvailemaan päiväkirjaan fyysisen aktiivisuuden luonnetta ja kestoa, joskus myös aktiivisuuden intensiteettiä. Kerätty informaatio muutetaan numeeriseen muotoon erilaisten energiaekvivalentteihin perustuvien taulukoiden avulla. Jos päiväkirjaa käytetään lasten fyysisen aktiivisuuden arviointiin, lapsen täytyy olla riittävän vanha kyetäkseen täyttämään päiväkirjaa. 10-vuotiaat ovat nuorimpia, joille Malinan ym. (2010) mukaan menetelmää on onnistuneesti käytetty. (Malina ym. 2004, 461-462.)

Suora observointi tarkoittaa sitä, että observoiija havainnoi tutkittavan aktiivisuutta sitä tarkoitusta varten kehitetyn järjestelmän avulla (Malina 2004, 462). Menetelmä soveltuu hyvin lasten fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin arviointiin. Tulosten tarkkuus riippuu käytetystä menetelmästä ja observoijan osaamisesta. (Finn & Specker 2000.) Aktiivisuutta koodataan järjestelmään systemaattisen tarkasti esimerkiksi joka minuutti (Malina 2004, 462). CARS (The Children's Activity Rating Scale) on yksi käytetyistä menetelmistä. Siinä aktiivisuutta luokitellaan viisiportaisen asteikon avulla. (Finn & Specker 2000.) Suora observointi on hyvin aikaa vievä tapa rekisteröidä fyysistä aktiivisuutta. Videokuvaus voidaan rin-

nastaa myös suoraan observointiin. Tällöin data analysoidaan jälkikäteen observointijärjestelmän luokituksen avulla. Kustannuskysymykset, sekä kuvausalueen rajallisuus voivat kuitenkin muodostua rajoittaviksi tekijöiksi. (Malina 2004, 462.)

3.2 Objektiiviset mittausmenetelmät

3.2.1 Energiankulutukseen perustuvat mittausmenetelmät

Kehosta vapautuvaa lämpöenergiaa mittaava suora kalorimetria antaa tarkimman tuloksen energiankulutuksesta. Menetelmä on kallis ja epäkäytännöllinen, sillä mittaukset täytyy suorittaa ilmatiiviissä tilassa. Lisäksi reaaliaikainen seuranta ei onnistu. (McArdle ym. 2001, 175-176.) Hapenkulutukseen ja hiilidioksidin tuottoon perustuvassa epäsuorassa kalorimetriassa (Sirard & Pate 2001) mitataan hengityskaasuanalysaattorilla sisään- ja uloshengitysilman happi- ja hiilidioksidipitoisuuksia sekä hengitysilman tilavuutta. Hengityskaasujen pitoisuuserojen perusteella määritetään hapenkulutus (VO₂), hiilidioksidin tuotto (VCO₂), ventilaatio eli keuhkotuuletus (l/min) sekä hengitysosamäärä (RER, tuotetun hiilidioksidin ja hapenkulutuksen suhde). (McArdle ym. 2001, 176-180.) Lyhytaikaisiakin energiankulutuksen arvoja saadaan mitattua sekä levossa että harjoituksen aikana. Testi täytyy yleensä toteuttaa laboratorio-olosuhteissa, koska kannettavia mittalaitteita ei välttämättä ole saatavilla. Tämän takia menetelmän hyödyntäminen voi olla hankalaa. Kannettavat mittauslaitteet eivät myöskään sovellu lapsien mittausmenetelmäksi. Näin ollen kenttätetit ja arjessa tapahtuvan fyysisen aktiivisuuden mittaaminen eivät onnistu. (Sirard & Pate 2001.) Kalorimetrejä käytetään usein tietyn aikavälin kokonaisaineenvaihdunnan tason määrittämiseen (McArdle ym. 2001, 175-176).

Energiankulutuksen mittausmenetelmistä kaksoismerkitty vesi on vedyn ja hapen isotoopeilla merkittyä vettä (²H₂¹⁸O), jota tutkittavat nauttivat mittaustilanteessa. Kun energiaa kulutetaan, muodostuu elimistössä vettä ja hiilidioksidia. Hiilidioksidi poistuu elimistöstä uloshengityksen mukana, ja vesi virtsan, hengityksen, hien ja haihtumisen kautta. Koska sekä hiilidioksidi että vesi sisältävät happea, se poistuu elimistöstä nopeammin kuin vety, jota on vain

vedessä. Isotooppien poistumisnopeuksien erotus on suoraan verrannollinen hiilidioksidin tuottoon, jonka avulla arvioidaan energiankulutusta. (Sirard & Pate 2001; Westerterp 1999.) Energiankulutuksen arvoista saadaan luotettavampia, jos hiilidioksidin tuotto suhteutetaan hapenkulutukseen (Ainslie ym. 2003). Mittauksia on toteutettu lapsille jonkin verran, mutta hankaluudeksi voi muodostua vanhempien suostumuksen saaminen menetelmän toteuttamiseksi. Kaksoismerkityn veden avulla saadaan kätevästi mitattua energiankulutusta, sillä mitaukset on helposti yhdistettävissä arkeen. Tekniikka on kuitenkin kallis, isotooppeja on hankala saada eikä menetelmä sovellu oikein hyvin isoille tutkimusjoukoille. Lisäksi luotettavien tulosten saamiseksi menetelmä edellyttää esimerkiksi tarkkaa ruokavaliota mittausajanjaksole useamman päivän ajaksi (vähintään kolme päivää). Näin ollen kaksoismerkityn veden avulla voidaan mitata siis vain kokonaisenergiankulutusta. Sen avulla ei saada selville lyhyiden ajanjaksojen energiankulutuksia (Ainslie ym. 2003) eikä fyysisen aktiivisuuden laatua. (Sirard & Pate 2001.)

3.2.2 Sydämen syketaajuuteen perustuvat mittausmenetelmät

Sydämen syketaajuutta eli sykettä mittaamalla saadaan arvioitua lasten fyysistä aktiivisuutta epäsuorasti (Durant ym. 1993; Manios ym. 1998). Sykkeen ja hapenkulutuksen, ja näin ollen myös sykkeen ja energiankulutuksen välillä vallitsee lähes lineaarinen suhde. (Ainslie ym. 2003; Welsman & Armstrong 1992.) Yksilöiden välillä vaihtelu voi olla hyvinkin suurta (Ainslie ym. 2003).

Sykettä voidaan mitata lyönteinä minuutissa. Lähettimenä toimii yleensä sykevyö, joka asennetaan rintakehän ympärille. Vastaanottimena toimii usein rannekello. Sykemittarit ovat helppokäyttöisiä kenttäolosuhteissa ja lisäksi ne ovat suhteellisen halpoja mittausvälineitä. (Laukkanen & Virtanen 1998.) Sykemittausta käytettäessä oletetaan, että fyysisen aktiivisuuden ja sykkeen välillä vallitsee lineaarisesti kasvava suhde (Pate ym. 2010). Menetelmän avulla on kuvattu fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä ja useutta. Trost (2007) on listannut menetelmän rajoituksiksi tekijöitä, jotka vaikuttavat sydämen sykkeen ja hapenkulutuksen väliseen suhteeseen: ikä, kehon koko, työskentelevän lihasmassan määrä, stressin määrä sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto. Lisäksi kokonaiskuvaa lasten fyysisen aktiivisuuden

vaihtelevasta luonteesta ei välttämättä saada selville sykemittausten avulla. Sykemittauksia voidaan hyvin käyttää aerobisia aktiviteetteja mitattaessa, mutta päivittäisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärää sen avulla ei saada luotettavasti selville (Trost 2007.) Kun menetelmä on käytetty, fyysisen aktiivisuuden osoittamiseksi ja sen arvioimiseksi on asetettu yleensä sykearvot. Nämä arvot on määritetty lasten ja aikuisten hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa parantavien optimaalisten harjoitusintensiteettien mukaan. Tällöin tarkastellaan, kuinka pitkään syke on ollut jonkin tietyn raja-arvon yläpuolella. (Manios ym. 1998.) Osassa mittauksista on mitattu ajanjaksoja, jolloin syke on ollut ≥ 50 % leposykkeestä (PAHR-50 Index) (Pate ym. 1996). Myös PAHR-25 indexiä voidaan käyttää. Tällöin huomioidaan ajanjaksot, jolloin syke on ollut ≥ 25 % leposykkeestä (Durant ym. 1993).

Sykemittareiden avulla saadaan helposti tietoa fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä, mitä pelkän energiankulutuksen avulla ei välttämättä saada selville. (Ainslie ym 2003.) Kun sykemittauksia tehdään, täytyy huomioida, että iän, perimän ja fyysisen aktiivisuuden ohella sykkeeseen vaikuttavat esimerkiksi emotionaalinen stressi, korkea vallitseva lämpötila, korkea ilmankosteus, nestehukka, vallitseva asento, sairaudet ja työskentelevien lihasten koko (Ainslie ym. 2003; Winsley 2002). Kun lihastyötä tehdään esimerkiksi ylävartalolla, syke tietyllä hapenkulutusarvolle on yleensä korkeampi jaloilla tuotettuun lihastyöhön verrattuna. (Ainslie ym. 2003.) Sykemittaukset eivät siis ole välttämättä paras tapa mitata lasten fyysistä aktiivisuutta. (Ainslie ym. 2003; Eston ym. 1998).

3.2.3 Liikesensorit

Erilaisiin teknologioihin perustuvilla liikesensoreilla arvioidaan fyysistä aktiivisuutta kehon liikkeen avulla. Sensorit voivat olla esimerkiksi kiihtyvyyteen reagoivia, kulmanopeutta mittaavia (gyroskooppi) tai liike-energiaa aistivia (inertiaalisensorit) (Malina ym. 2004, 462-463; Sirard & Pate 2001). Iso etu liikesensoreiden käytölle on se, että tutkittavan tai tutkijan subjektiivisuus ei vaikuta mittaustulokseen. Sensorit eivät kuitenkaan sovellu kaikenlaisen liikumisen havainnoimiseen (Oliver ym. 2007), sillä ne mittaavat sen kehonosan liikettä, johon mittari on asennettu (esimerkiksi vyötärö, ranne tai nilkka) (Malina ym. 2004, 462-463).

Useimmiten vyötärölle asennetut askelmittarit arvioivat askelten lukumäärää tai liikuttua matkaa vertikaalisuunnassa (Schneider ym. 2003; Sirard & Pate 2001). Joidenkin mallien avulla saa selville myös kuljetun matkan sekä arvion energiankulutuksesta, mutta nämä arviot eivät välttämättä ole luotettavia. Yleisimmin askelmittarin toiminta perustuu mittarin sisällä olevan heilurin liikkeisiin. Heiluri heilahtaa lantion vertikaalisista kiihtyvyyksistä ja mittari rekisteröi heilahdukset muistiinsa askeleiksi. Rekisteröinti voi tapahtua sähköisen tai magneettisen kontaktin vaikutuksesta. (Schneider ym. 2003.) Askeleiden määrittäminen ja rekisteröinti voi tapahtua myös pietsosähköisellä kiteellä joidenkin kiihtyvyyksimittareiden tapaan. Kiihtyvyydet tulkitaan askeleiksi, jos ennalta määritetty raja-arvo ylitetään. Muuta tietoa (esimerkiksi matka, kävelynopeus) tuotetaan laskettuun askelmäärään ja käyttäjän syöttämiin tietoihin perustuen. (McClain & Tudor-Locke 2009.) Askelmittareilla saatujen tulosten on havaittu korreloivan fyysisen aktiivisuuden ja hapenkulutuksen kanssa. Sensorit ovat edullisia, uudelleenkäytettäviä mittareita, jotka soveltuvat isojenkin henkilömäärien tutkimiseen. (Sirard & Pate 2001.) Askelmittarit eivät kuitenkaan mittaa fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä eivätkä aisti, tapahtuuko liike esimerkiksi ylä- tai alamäessä vai tasamaalla. Mittarit eivät myöskään rekisteröi muuta kuin lantion liikettä. (Malina 2004, 463.) Näin ollen ne eivät sovellu liikuntamuotoihin ja lajeihin, joissa liikkuminen tapahtuu muuten, kuin kävellen tai juosten. Pyöräily ja vesiliikunta ovat esimerkkejä tällaista liikkumismuodoista. (Corder ym. 2007.) Lisäksi askelmittareiden avulla ei saada tietoa fyysisen aktiivisuuden kestosta, useudesta tai kuormittavuudesta (McClain & Tudor-Locke 2009). Tällöin ne eivät välttämättä sovellu parhaalla mahdollisella tavalla lasten monimuotoisen fyysisen aktiivisuuden mittaamiseen (Malina 2004, 463; Shneider ym. 2003).

Kiihtyvyyksimittarit mittaavat kehon liikkeiden kiihtyvyyksiä (Sirard & Pate 2001). Mittarit ovat helppokäyttöisiä, sillä ne ovat yleensä kevyitä ja pieniä laitteita. Nykyään on myös olemassa vedenpitäviä mittareita, mikä lisää käyttömahdollisuuksia entisestään. (Cliff ym. 2009a.) Mittareilla saadaan selvitettyä fyysisen aktiivisuuden määrän lisäksi myös aktiivisuuden intensiteetti (Krishnaveni ym. 2009). Tarkemmin kiihtyvyyksimittarin ominaisuuksista on kerrottu luvussa 3.2.4.

3.2.4 Kiihtyvyyssmittari ja sen toiminta

Kiihtyvyys (a), joka voidaan määritellä nopeuden muutoksen (Δv) suhteena ajan muutokseen (Δt) ($a = (\Delta v) / (\Delta t)$), on vektorisuure. Sillä on suunta ja suuruus. (Enoka 2002, 6-11.) Kiihtyvyyssmittareiden käyttö on yleistynyt fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa sekä lapsilla että aikuisilla. Mittarit on todettu useissa tutkimuksissa valideiksi menetelmiksi, kun tutkimuskohteena on lasten fyysinen aktiivisuus ja sen tasot. (Finn & Specker 2000; Krishnaveni ym. 2009; Pate ym. 2006.) Finn & Specker (2000) tutkimuksen mukaan korrelaatio kiihtyvyyssmittarin ja subjektiivisen mittausten menetelmän (CARS, The Children Activity rating scale) välillä oli keskimäärin 0.74. Korrelaation havaittiin olevan suurempi tarkasteltaessa hyvin aktiivisia lapsia (Finn & Specker 2000). Oliverin ym. (2007) mukaan kiihtyvyyssmittari todettiin validiksi menetelmäksi alle kouluikäisten lasten fyysisen aktiivisuuden tutkimiseksi. Kiihtyvyyssmittarin ja observoinnin välinen korrelaatio vaihteli eri tutkimuksissa välillä $r=0.52-0.87$. (Oliver ym. 2007.)

Kehon liikettä ja kiihtyvyyksiä voidaan rekisteröidä ja mitata kiihtyvyyssmittarin avulla yhdessä, kahdessa tai kolmessa suunnassa (Cliff ym. 2009a). Ensiksi kehitettiin yksiaksiaalinen kiihtyvyyssmittari, joka rekisteröi kiihtyvyyttä ainoastaan vertikaalisuunnassa (Bouten ym. 1994). Yksiaksiaalisten mittareiden avulla ei saada mitattua kunnolla aktiivisuutta esimerkiksi portaiden kävelyssä, pyöriäilyssä, soudussa, voimaharjoittelussa tai työntö- ja nostoliikkeissä (Puyau ym. 2002). Myöhemmin kehitellyt kolmiaksiaaliset kiihtyvyyssmittarit mittaavat liikettä vertikaalisuunnan lisäksi myös anterior-posterior ja mediaali-lateraalisuunnassa (Bouten ym. 1994; Cliff ym. 2009a).

Useimpien mittareiden toiminta perustuu pietsosähköisen kiteen ja seismisen massajousijärjestelmän toimintaan (Mathie ym. 2004). Järjestelmä pohjaa Hooken lakiin ($F=kx$) ja Newtonin toiseen lakiin ($F=ma$). Kiihtyvyyden seurauksena venyvä jousi tuottaa voiman, joka on yhtä suuri jouseen kohdistuvan venytyksen/puristuksen kanssa. Venytystä voidaan kontrolloida jousen massan ja jäykkyyden avulla ($F=kx=ma \Rightarrow a = (kx)/m$). (Kavannagh & Menz 2007.) Sähköinen signaali, joka kiihtyvyyden seurauksena järjestelmään muodostuu, tallentuu mittariin numeerisena arvona (counts, aktiivisuusluku). (Mathie ym. 2004.) Tämä

aktiivisuusluku kuvaa fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä (Chen & Bassett 2005). Jokaisen suunnan kiihtyvyyden rekisteröintiin on oma kiihtyvyyssanturi, ja antureiden kiihtyvyyssuuntien arvot (kiihtyvyysslukemat) yhdistetään yhdeksi aktiivisuusluvuksi. Fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä saadaan näin luokiteltua yhteen summattujen kiihtyvyysslukemien (aktiivisuuslukujen) avulla. (Bouten ym. 1994.) Kiihtyvyyssignaalin tarkastelussa täytyy ottaa huomioon tekijöitä, jotka vaikuttavat syntyvään signaaliin (Mathie ym. 2004). Aktiivisuusluvut voidaan määrittää signaalista esimerkiksi tietyiltä ajanjaksoilta. Tämä keräysjakso voi vaikuttaa saatiin tuloksiin. Usein käytetään 60 sekunnin ajanjaksoa keräysintervallina. (Trost ym. 2005.) Muita vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi heikko mittarin kiinnitys, kiihtyvyyteen kohdistuva painovoima, mahdollinen ulkoinen värinä ja kehon liikkeet. (Mathie ym. 2004.)

Aktiivisuuslukuja voidaan luokitella aktiivisuuden intensiteetin mukaan erilaisiin kategorioihin. Tutkimuksissa on paljon eroja tämän luokittelun suhteen. (Krishnaveni ym. 2009.) Krishnaveni ym. 2009 mittasivat tutkimuksessaan kiihtyvyyttä yhden minuutin intervaleissa. He määrittivät raja-arvot inaktiivisuudelle, kevyelle, keskitehoiselle, ja kovatehoiselle aktiivisuudelle lasten suorittamien strukturoitujen aktiviteettien avulla. Raja-arvot perustuivat minimi- ja maksimilukuarvoihin minuutissa (engl. *minimum and maximum counts/ minute*). (Krishnaveni ym. 2009.) Pate ym. (2006) keräsivät kiihtyvyydataa 15 s intervaleissa levossa ja strukturoiduissa aktiviteeteissa. Raja-arvot määritettiin tässä tutkimuksessa hapenkulutusrvojen korrelaatioiden avulla. Tutkimuksen tekijät havaitsivat, että kiihtyvyyssmittarin lukemat korreloivat voimakkaasti hapenkulutukseen nuorilla lapsilla. Mittausmenetelmä todettiin validiksi tavaksi mitata fyysistä aktiivisuutta. (Pate ym. 2006.) Haastavaksi eri tutkimusten tulosten vertailun suhteen tekee se, että lukuarvoille ei ole kehitetty kultaista standardia, jolla kokonaisaktiivisuutta voitaisiin arvioida (Krishnaveni ym. 2009; Pate ym. 2006). Lisäksi erilaiset tavat datan jatkokäsittelyä varten vaikeuttavat tutkimusten vertailua (Sherar ym. 2011). Validointia ja raja-arvoluokituksia varten tehdyt tutkimukset on usein suoritettu aikuisilla, ja luokittelu on tehty esimerkiksi epäsuoran kalorimetrian avulla metabolisiin ekvivalenttisarvoihin (MET) perustuen. Kevyt aktiivisuus (alle 3 MET), keskitehoinen aktiivisuus (3-6 MET) ja kovatehoinen aktiivisuus (6-9 MET) ovat aikuisille määritettyjä raja-arvoja. (Schofield 1985.) Näitä ei voida soveltaa lapsille sillä aktiivisuuden luonne ja kuormittavuus ovat hyvin ikäspesifejä (Krishnaveni ym. 2009). Kiihtyvyyssmittarin aktiivisuuden

kuormittavuuden lukuarvot saattavat vaihdella myös suuresti, riippuen siitä, mitä mittausmenetelmää tutkimuksessa on käytetty vertailukohtana (Pate ym. 2006). Lisäksi mittareiden valmistajia on useita, ja yhden valmistajan eri mallien välilläkin saattaa olla eroja.

Pienikokoiset ja helppokäyttöiset Actigraph-mittarit mittaavat luotettavasti lasten fyysistä aktiivisuutta ja aktiivisuuden intensiteettitasoja (De Decker ym. 2013; Hislop ym. 2012; Sherar ym. 2011). Mittarit reagoivat hyvin erisuuruksille kiihtyvyyksille ja niillä on mitattu laajasti myös muiden ikäryhmien fyysistä aktiivisuutta (De Decker ym. 2013; Sherar ym. 2011). Mittari ei tunnista kuitenkaan kehon asentoja. Se ei esimerkiksi tee eroa istumisen ja seisomisen välille. (De Decker ym. 2013.) De Decker ym. (2013) vertasivat Actigraph- (GT1M-malli) ja ActivPAL-mittareita fyysisen inaktiivisuuden mittaamisessa esikouluikäisillä. Molemmat mittarit todettiin epätarkoiksi mittaamaan paikallaanoloa/liikkumattomuutta. ActivPAL-mittarilla liikkumattomuudeksi katsottiin istuminen/makaaminen, mutta mittarin tuloksia tarkasteltiin myös niin, että paikallaan seisominen otettiin liikkumattomuuteen mukaan. Tämän takia, että joissain tutkimuksissa paikallaan seisominen katsotaan kuuluvaksi liikkumattomuuteen/paikallaanoloon. Toisissa tutkimuksissa seisominen katsotaan kevyeksi aktiivisuudeksi, koska alaraajojen lihaksissa esiintyy aktiivisuutta. (De Decker ym. 2013.) De Decker ym. (2013) määrittivät ActiGraph-mittarille aktiivisuusluvun 100 liikkumattomuuden raja-arvoksi. Mittarin dataa analysoitiin 15 sekunnin intervallien sijaan yhden sekunnin intervallien avulla. Yhden sekunnin intervallien tarkastelu saattaa tuottaa tarkempia tuloksia lapsille tyypillisen fyysisen aktiivisuuden pyrähdyksittäisen luonteen takia. (De Decker ym. 2013.) Taulukosta 1 löytyy koottuna muutamien tutkimusten raja-arvoja fyysisen aktiivisuuden luokittelulle. Koska raja-arvoja on määritetty hyvin eri tavoilla, on eri tutkimusten tulosten vertaaminen keskenään haastavaa (De Decker ym. 2013).

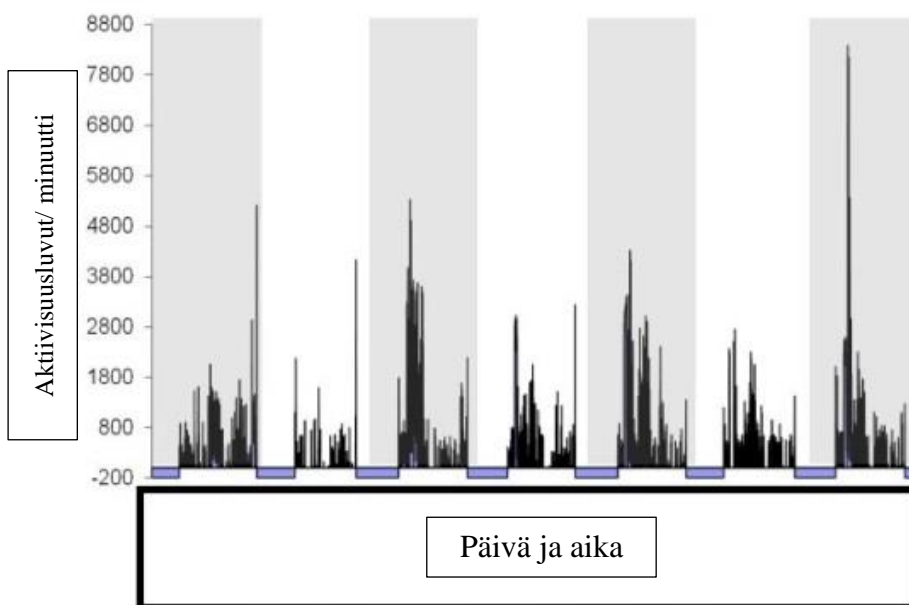
Raja-arvoja tarvitaan, koska kiihtyvyyden raakadatan avulla ei voida vielä luokitella fyysistä aktiivisuutta. Tarkoituksena on määrittää suhde datan ja fyysisen aktiivisuuden eri intensiteettien välille. Jotta raja-arvoluokituksia on saatu, kiihtyvyydata on validoitu yleensä vertaamalla johonkin toiseen mittausmenetelmään. (Soini 2015.) Taulukossa 1 esiintyvissä tutkimuksissa validointimenetelminä on käytetty epäsuoraa kalorimetriaa, suoraa observointia ja kaksoismerkityn veden tekniikkaa. Taulukosta on havaittavissa, että raja-arvojen suhteen

esiintyy suurta vaihtelua. Viimeisimpien tutkimusten mukaan Paten ym. (2006) ja Van Cauwenberghen ym. (2011) raja-arvot yliarvioisivat keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden määrän (Hislop ym. 2012). Sirardin ym. (2005) ja Van Cauwenberghen ym. (2011) tutkimuksissa paikallaanoloaika yliarvioitiin myös (Trost ym. 2012). Käyttökelpoiseksi raja-arvoksi esimerkiksi paikallaanolon osalta on määrytynyt $<25 / 15$ s (Fischer ym. 2012; Trost ym. 2012).

TAULUKKO 1. Eri aktiivisuustasot ja kiihtyvyyssmittarien lukemat, kun kiihtyvyyssmittari on ollut sijoitettuna tutkittavien vyötärölle. Kiihtyvyyssmittarina on käytetty Actigraph - kiihtyvyyssmittaria.

tutkimus	inaktiivisuusaika	kevyt aktiivisuus	keskitehoinen aktiivisuus	kovatehoinen aktiivisuus	rekisteröintijakso	tutkitavat	menetelmä, johon tuloksia verrattiin
Sirard ym. 2005	0–301	302–614	615–1230	≥ 1231	15 s	3-vuotiaat n=5	suora observointi (CARS)
Pate ym. 2006	0–37	38–419	420–841	≥ 842	15 s	3–5 -vuotiaat n=30	epäsuora kalorimetria
Evenson ym. 2008	0–25	26–573	574–1002	≥ 1003	15 s	5–9 -vuotiaat n=33	epäsuora kalorimetria
Krishnaveeni ym. 2009	0–10	10–399	400–2999	≥ 3000	60 s	6–7 ½ -vuotiaat n=105	vanhempien täyttämät päiväkirjat lasten aktiivisuus-desta
Van Cauwenberghe ym. 2011	0–372	373–584	585–880	≥ 881	15 s	4–6 -vuotiaat n=18	Suora observointi (CARS)
Butte ym. 2014	0–59	60–529	530–1112	≥ 1113	60 s	3–5 -vuotiaat n=155	epäsuora kalorimetria, kaksoismerkitty vesi

Kiihtyvyyssmittari mittaa sen kehon osan liikettä, johon se on asennettu (Cliff ym. 2009a). Se voidaan kiinnittää vyöllä esimerkiksi ranteeseen, nilkkaan tai lantiolle (Finn & Specker 2000). Ylävartalon liikettä ei saada rekisteröityä, jos mittari sijaitsee lantiolla (Cliff ym. 2009a). Tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että lantio kiinnityspaikkana antaa luotettavampia tuloksia ranteeseen tai nilkkaan verrattuna. (Finn & Specker 2000.) Kiihtyvyyssmittarilla saadaan tarkempaa tietoa fyysisestä aktiivisuudesta esimerkiksi askelmittariin verrattuna. Mittari antaa tietoa aktiivisuuden intensiteetin lisäksi useudesta, kestosta, sekä kokonaismäärästä. Joissakin mittareissa on myös askelmäärää laskeva ominaisuus. (Westerterp 2009.) Jos kiihtyvyyssmittarissa ei ole näyttöä, ei tuloksia saada suoraan selville ennen kuin mittarin keräämä data puretaan esimerkiksi tietokoneelle (McClain & Tudor-Locke 2009). Kuvassa 1 on nähtävissä tietokoneelle purettua raakadataa.



KUVA 1. Kuvaa kiihtyvyyssmittarista. Mukailtu Sherar ym. 2011.

Kiihtyvyyssmittarit kuten myös esimerkiksi askelmittarit mittaavat siis vain tietyn tyyppistä fyysistä aktiivisuutta (Cliff ym. 2009a). Objektiviisuutensa takia mittausmenetelmää pidetään suhteellisen luotettavana, mutta tietyt rajoitukset on kuitenkin tarpeellista huomioida (Pate ym. 2006). Aktiivisuuden muodot, jossa ei esimerkiksi kävellä tai juosta saattavat helposti

jäädä rekisteröimättä. (Cliff ym. 2009a.) Mittari aliarvioi helposti aktiivisuutta, jossa ei tarvitse kannatella omaa painoa. Lisäksi kaikki mittarit eivät sovellu vedessä tehtäviin mittauksiin (esim. uinti). Fyysisen aktiivisuuden luonne tulisi myös huomioida lapsia mitattaessa. Dataa tulisi kerätä lyhyissä intervalleissa (esim. 15 s.) aktiivisuuden sykäyksittäisen luonteen takia. (Pate ym. 2006.) Useissa tutkimuksissa mittaukset on suoritettu laboratorio-olosuhteissa, mikä poikkeaa lasten normaalista päivittäisestä aktiivisuudesta. Kontrolloiduissa koeasetelmissa on saatu luotettavampia tuloksia spontaaniin aktiivisuuteen verrattuna. Tutkimusten mukaan mittarit ovat kuitenkin valideja rekisteröimään myös spontaanimpaa aktiivisuutta. Tämän takia olisi hyvä sisällyttää vähemmän strukturoituja ja enemmän leikinomaisia osioitakin tutkimuksiin mukaan. (Puyau ym. 2002.) Ymmärrys lasten fyysisen aktiivisuuden mittaamisesta lisääntyy koko ajan, mutta uutta tutkimustietoa kaivataan yhä lisää (Cliff ym. 2009a).

3.2.5 EMG-mittaukset

EMG:n avulla voidaan mitata lihaksessa/lihassoluissa tapahtuvaa sähköistä aktiivisuutta. Sähköiset aktiopotentiaalit kulkevat motoriselta aivokuorelta selkäydintä pitkin lihassoluihin saaden aikaan lihassupistuksen. (Enoka 2002, 197; Finni ym. 2007; Kern ym. 2001.) Solun sisäinen sähköinen potentiaali on normaalisti noin -90 mV. Tämä johtuu natrium- (Na⁺) ja kalium-ionien (K⁺) pitoisuuseroista solukalvolla. Kun sähköinen aktiopotentiaali saapuu motorista hermoa pitkin solukalvolle, se liikkuu hermolihaskliitoksesta molempiin suuntiin solukalvoa. Solukalvon sähköinen potentiaali muuttuu tällöin negatiivisesta positiiviseksi. Solukalvo muuttuu natrium-ioneja läpäiseväksi ja niitä virtaa solukalvon läpi. Polaarisuus solukalvon molemmin puolin kasvaa, kun solukalvon sisäpuoli muuttuu positiivisemmaksi solukalvon ulkopuoleen verrattuna. Repolarisaatio tapahtuu, ja solukalvon lepopotentiaali palautuu, kun kalium-ionit poistuvat solusta (Robertson ym. 2004, 163-164).

Lihasktiivisuutta arvioidaan EMG-signaaleista havaittavien pulssien avulla (Enoka 2002, 197; Finni ym. 2007; Kern ym. 2001). Rekisteröidystä EMG-signaalista tarkastellaan esimerkiksi pulssien lukumäärää, kestoja, pinta-alaa, tiheyttä sekä amplitudien suuruutta. Amplitudien suuruus ilmoitetaan yleensä % EMG:n maksimiamplitudista, joka on saatu mittaamalla maksimaalinen tahdonalainen isometrinen lihassupistus (*engl. maximal voluntary contracti-*

on, MVC). EMG-mittauksella määritetään ja arvioidaan helposti lihasten aktiivisen ajan määrää ja päivittäistä kuormitusta erilaisten elektrodien avulla mittaustarkoituksesta riippuen. (Kern ym. 2001.) Pinta-EMG:llä rekisteröidään lihasaktiivisuutta ihon pinnalta; neulaelektrodilla voidaan puolestaan arvioida tarkasti jopa yhden motorisen yksikön aktiivisuutta (Robertson ym. 2004, 168–169). Mittaukset perustuvat elektrodien välisten aktiopotentiaalierojen määrittämiseen. EMG-mittauksiin vaikuttavat muun muassa hermolihaskäytännön ja lihas-solujen rakenne, motoristen yksiköiden koko sekä niiden syttymistiheys, syttymistaajuus ja synkronisaatio. Lisäksi elektrodien koko, muoto ja kiinnityskohta vaikuttavat signaalin laatuun. (Enoka 2008, 197–198.)

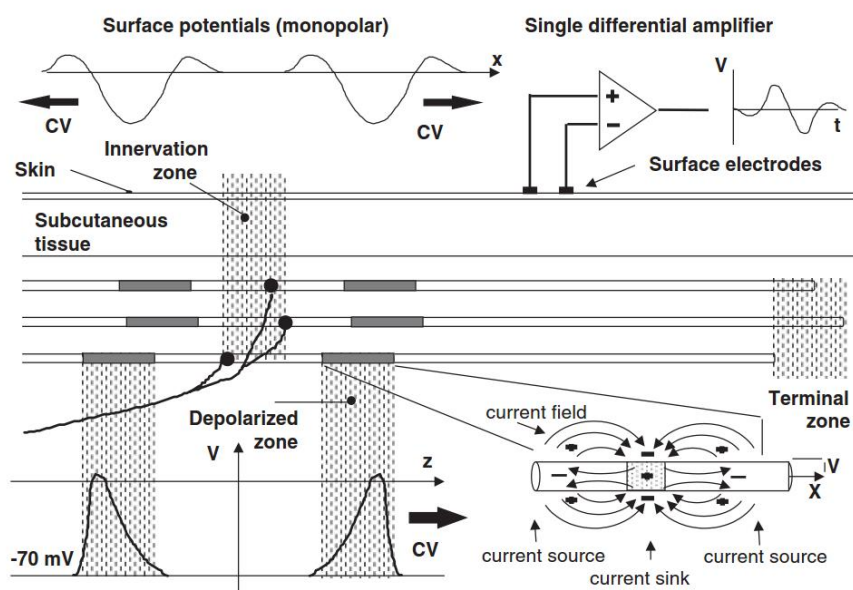
3.2.5.1 Pinta-EMG ja lihasaktiivisuuden arviointi

Pinta-EMG edustaa mitatun lihaksen motoristen yksiköiden signaalien summaa. Yksittäisen motorisen yksikön signaali koostuu usean lihassolun signaalista. Yhden motorisen yksikön sähköisten signaalien summaa kutsutaan motorisen yksikön aktiopotentiaaliksi (MUAP, motor unit action potential). (Farina ym. 2004; Robertson ym. 2004, 165–166.) Motorisen yksikön lihassolujen koko vaikuttaa amplitudiin, joka kuvaa lihassupistuksen voimakkuutta: mitä voimakkaampi supistus on, sitä suurempi amplitudi on (Robertson ym. 2004, 165–166).

Pinta-EMG:n mittausantureina toimivat usein bipolaariset elektrodit. (Finni ym. 2007.) Kaksi elektrodia asetetaan ihon pinnalle 2 cm etäisyydelle toisistaan mitattavan lihaksen distaalisen nivelen ja motorisen pisteen väliin. Referenssielektrodi sijoitetaan sähköisesti neutraalille alueelle. (Robertson ym. 2004, 168–169.) Elektrodien ja ihon välinen kontakti, ihonalaisen rasvakerroksen paksuus, mitattavan lihaksen liike suhteessa elektrodeihin, elektrodien muoto ja sijainti, sekä niiden välinen etäisyys toisistaan vaikuttavat rekisteröitävän EMG-signaalin laatuun. Myös motoristen yksiköiden syttymistiheys, aktiopotentiaalijälkeinen palautumisaika ja yksiköiden synkronisaatio lukeutuvat näihin tekijöihin. (Farina ym. 2004.) Kuva 2 havainnollistaa motorisen yksikön aktiopotentiaalia ja sen mittaamista pinta-elektrodilla.

Iho täytyy valmistella ja elektrodit asentaa huolellisesti paikalleen, jotta oikeanlainen lihasaktiivisuus rekisteröityy mahdollisimman tarkasti halutusta paikasta. (Farina ym. 2004; Finni ym. 2007.) Virheellisesti asennetut elektrodit voivat rekisteröidä aktiivisuutta elektrodien

lähellä sijaitsevista muista lihaksista (*engl. cross talk*) (Farina ym. 2004). Huolellisesti kiinnitetyt elektrodien johdot minimoivat myös muut mahdolliset häiriöt (artefaktit). Bipolaaristen pintaelektrodien avulla mitataan yleensä vain yksittäisiä lihaksia tai lihassoluja, isompien lihasryhmien aktiivisuuden mittaaminen ei onnistu. Yksittäisen lihaksen EMG-aktiivisuus ei välttämättä kerro riittävästi lihasten aktiivisuudesta, kun tarkastellaan fyysistä aktiivisuutta. (Finni ym. 2007.) Mittalaitteiden paino voi olla myös rajoittava ja haastavuutta lisäävä tekijä tutkimuksen tehtävä- tai harjoitteluosioissa. Tämä vaikeuttaa mittausten toteuttamista laboratorio-olosuhteiden ulkopuolella usein siitäkin huolimatta, että langattomien EMG-laitteiden käyttö olisi mahdollista. (Finni ym. 2007.)



KUVA 2. Motorinen yksikkö ja sen aktiopotentiaali, ja pinta-elektrodeilla EMG-signaalin mittaaminen (Farina ym. 2004, 84).

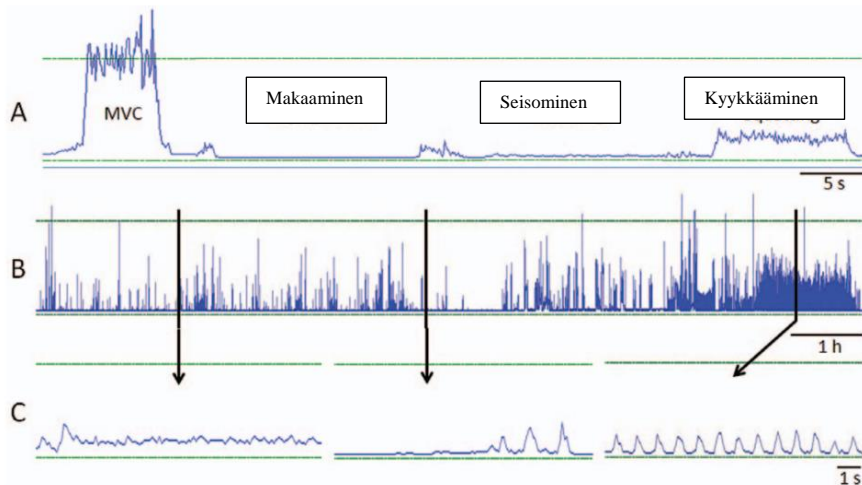
EMG-mittausmenetelmät ovat kehittyneet niin, että lihasaktiivisuutta on voitu mitata jo pidemmän aikaa ihmisiltä (Finni ym. 2007; Kern ym. 2001). Aluksi aktiivisuuksia rekisteröitiin pelkästään eläimiltä (Hensbergen & Kernell 1997). Teknologian kehittyminen on mahdollistanut pidempiaikaisen EMG-rekisteröinnin (Kern ym. 2001; Mork & Westgaard ym. 2005).

Pidempää mittauksia on tehty muun muassa eri ammattiryhmien työssä tapahtuvan lihasaktiivisuuden tutkimiseksi (Mork & Westgaard 2005). Lisäksi mittauksia on hyödynnetty ikään-tyneiden tutkimisessa (Jakobi ym. 2008), ammatillisten/työperäisten sairauksien ja vammojen riskitekijöiden tunnistamisessa (Jensen ym. 1998), lihassolutyypin määrittämisessä sekä lihasten yleisen toiminnan ja aktivoinnin tutkimisessa (Kern ym. 2001). Yksilöiden väliset erot motoristen yksiköiden aktivaation ja lihaksen toiminnan suhteen ovat fysiologian, motorisen kontrollin ja lihasten morfologian kannalta kiinnostavia asioita EMG-signaalin rekisteröinnissä ja tarkastelussa. Geneettiset ja ympäristölliset erot saattavat olla osasyitä esimerkiksi yksilöiden lihassolujakauman ja lihassolujen aktivoinnin eroissa. (Mork & Westergaard 2005.)

Kerättyä EMG-signaalia täytyy käsitellä, jotta siitä voidaan tarkastella kuinka aktiivinen lihas on, tai kuinka pitkän ajanjakson se on aktiivisena (Burden 2010). RMS (root mean square) on yksi proseduuri, jota voidaan käyttää datan käsittelyssä. Lisäksi EMG-signaali täytyy normalisoida, jos sitä halutaan vertailla esimerkiksi eri mittauskertojen, lihasryhmien tai henkilöiden välillä (Burden 2010). Maksimaalisen isometrisen lihassupistuksen (MVC) avulla saadaan selville EMG:n maksimijännite ja -amplitudi, joiden avulla EMG-signaali normalisoidaan (Allison ym. 1993; Kern ym. 2001). Maksimijännitteen ja -amplitudin avulla saadaan helposti myös kuvattua, kuinka suurta prosenttiosuutta maksimaalisesta aktivaatiosta EMG-signaali jossain tietyssä tehtävässä esimerkiksi edustaa. (Allison ym. 1993.) Tutkimuksissa käytetty MVC on yleensä isometrinen, mutta myös dynaamista MVC:tä voidaan käyttää (Burden 2010). Isometrinen lihastyö saattaa olla tutkittaville vierasta, jolloin isometrisissä MVC-mittauksissa aktivaatiotaso saattaa jäädä alle 100%:n. Toki isometristä työtä sisältyy jonkin verran dynaamisiinkin liikkeisiin sekä esimerkiksi asentoa ylläpitäviin toimiin. (Klein ym. 2010.) Päivittäinen lihasaktiivisuus on kuitenkin hyvin pitkälti dynaamista. Näin ollen rekisteröidyn EMG-signaalin jännite saattaa nousta MVC:n avulla saatua EMG:n maksimiarvoa suuremmaksi. (Kern ym. 2001.) Normalisointi MVC:n avulla on vain yksi tapa käsitellä EMG-dataa, sillä se voidaan toteuttaa myös useamman muun eri metodin avulla (Burden 2010).

EMG-signaalia analysoidaan siitä havaittavien pulssien (*engl. bursts*) perusteella. Aktiivisuuksia on mahdollista vertailla eri lihasten välillä esimerkiksi pulssien määrän, keston, amp-

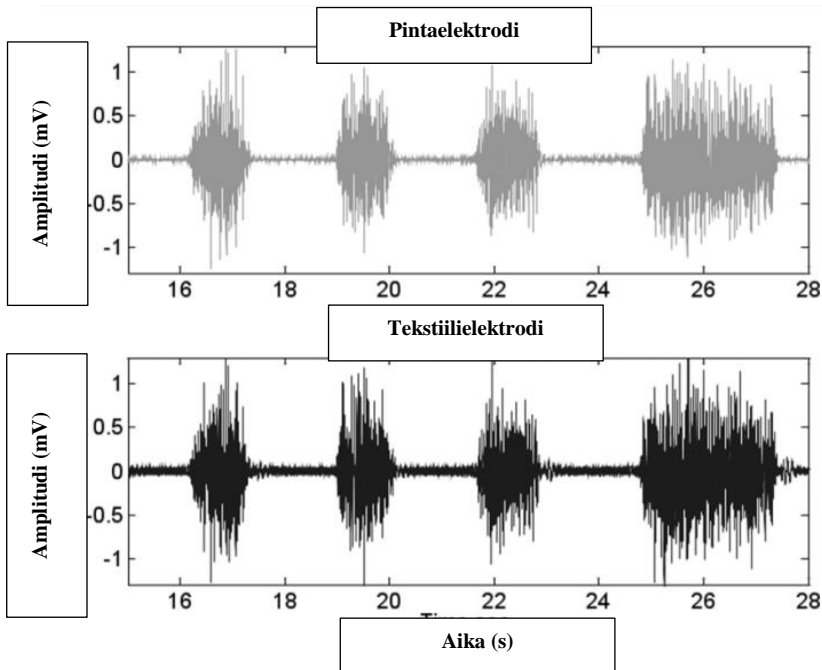
litudin, ilmenemistiheyden, kokonaiskeston tai pinta-alan avulla. (Kern ym. 2001.) Lisäksi voidaan tutkia pulssien kokonaiskeston tai -pinta-alan prosenttiosuutta rekisteröintiajasta sekä tarkastella arvoja myös tietyllä % -osuudella maksimi-EMG:stä (Kern ym. 2001; Klein ym. 2010). Mork ja Westgaard (2005) tarkastelivat tutkimuksessaan EMG-aktiivisuuden mediaaniarvoja 2, 10, 30 ja 50 % maksimi-EMG:stä. Tutkimusta tehtäessä täytyy päättää kynnystaso, jota suuremmat arvot voidaan katsoa lihasaktiivisuudeksi (Mork & Westgaard 2005). Mork ja Westergaardin (2005) tutkimuksessa aktiivisuuskynnys oli 0.5 % maksimi-EMG:stä (Mork & Westgaard 2005). Kern ym. (2001) määrittivät tutkimuksessaan että lihas on lepotilassa, kun signaalin amplitudi on alle 2% maksimi-EMG:stä ja pulssin kesto alle 0.1 s. Yleensä tutkimuksissa käytetään lihasaktiivisuuden kynnystasona juuri 2 % maksimi-EMG:stä. Kynnysarvon avulla määritetään, kuinka matalataajuinen lihasaktiivisuus jää huomioimatta (Klein ym. 2010). Kuvassa 3 on nähtävillä EMG-aktiivisuutta aikuisen koehenkilön etureidestä (*engl. m. quadriceps femoris*) (Tikkanen ym. 2013).



KUVA 3. Esimerkkikuva EMG-datasta laboratorio- ja kenttätesteistä. Keskiarvoistettu EMG-data vasemmasta etureidestä. A osassa nähtävillä laboratorio-osiosta EMG-dataa MVC polven ojennuksesta, makaamisesta, seisomisesta paikallaan sekä kyykkäämisestä. B osassa nähtävillä koko päivän aikainen EMG-aktiivisuus. C osassa nähtävillä zoomattua dataa päivittäisestä aktiivisuudesta (Nuolet näyttävät mistä kohti dataa on zoomattu, horisontaaliset viivat edustavat EMG:n perustason ja EMG:n maksimitason). (Mukaiu Tikkanen ym. 2013.)

3.2.5.2 Tekstiileihin integroidut elektrodit ja lihasaktiivisuuden mittaaminen

Tekstiielektrodit ovat uusi vaihtoehtoinen tapa mitata EMG:tä. Ne tarjoavat mahdollisuuden mitata lihasaktiivisuutta liikkeessä ilman, että ihoa tarvitsee esivalmistella tai johtoja kannella. Samanaikaisesti saadaan mitattua esimerkiksi agonistien (vaikuttajalihasten) ja antagonistien (vastavaikuttajalihasten) lihasaktiivisuutta liikkeessä. Lihasaktiivisuutta saadaan mitattua isommasta lihasryhmästä kerrallaan sen sijaan, että rekisteröitäisiin vain yhden lihaksen sähköistä aktiivisuutta. Tämä on järkevää, sillä liikkeen tuottamiseen osallistuvat yleensä useat lihakset ja lihasryhmät. Tutkimuksissa on osoitettu, että tekstiielektrodit antavat luotettavaa ja validia tietoa bipolaaristen elektrodien ohella erilaisia liikuntasuorituksia ja lihasvoimaa arvioitaessa. (Finni ym. 2007.) Scilingon ym. (2005) tutkimuksessa tekstiielektrodit antoivat samanlaisia signaalitaajuus- ja frekvenssisisältöjä perinteisiin pintaelektrodeihin verrattuna (kuva 4). Tikkasen ym. (2012) tutkimuksessa osoittautui, että esimerkiksi juoksussa EMG-mittaus on parempi toteuttaa isoja lihasryhmiä mitaten siihen verrattuna, että aktiivisuutta mitattaisiin yksittäisestä lihaksesta. Tutkimuksessa käytettiin EMG-housuja toisen ventilatorisen kynnyksen määrittämiseen juoksumatolla juostaessa (Tikkanen ym. 2012). Tekstiileihin integroiduilla elektrodeilla on mahdollista toteuttaa myös pitkäaikaista EMG-rekisteröintiä esimerkiksi normaaleista päivittäisistä toiminnoista ilman, että tutkittaville on tästä suurta vaivaa (Finni ym. 2007; Scilingo ym. 2005).



KUVA 4 Bipolaarisilla pintaelektrodeilla ja tekstiilelektrodeilla rekisteröity EMG-signaali m. biceps brachiista (Mukaiilu Scilingo ym. 2005).

EMG-shortsit ovat yksi esimerkki älyvaatteesta, jossa elektrodit on integroitu ulkovaatteisiin (Kuva 5.). Finnin ym. (2007) tutkimuksessa EMG-shortsit oli valmistettu elastisesta, urheiluvaatteiden kaltaisesta materiaalista, johon oli kiinnitetty johtavat elektrodit ja johdot. Johdot siirtävät EMG-signaalin elektrodeista housujen vyötäröllä sijaitsevaan keräyslaitteeseen. Vaijerit ovat terästä, ja niissä on pieni pätkä hopeapäälysteistä johtoa, jotta signaali olisi luotettavampi. Kuminen päällyste pitää kosteuden pois sähköisestä kontaktista. Housujen elektrodit sijaitsevat nelipäisen reisilihaksen (quadriceps femoris muscle) ja takareiden (hamstring muscle) distaaliosassa (referenssielektrodi lateraalipuolella). Elektrodit on valmistettu johtavista hopeisista kuiduista ja johtamattomista synteettisistä kuiduista, jotka on ommeltu yhteen kannakaiseksi nauhaksi. Hopeisen kuidun sähköinen vastus on $10\Omega/10\text{ cm}$, kun elektrodi on kuiva. Sopivan kokoiset housut varmistavat, että elektrodien kontakti ihoon säilyy, eikä niiden paikka muutu liikkeessä. EMG-housuilla mitatut lihasaktiivisuudet olivat kyseisessä tutkimuksessa hyvin samankaltaisia pintaelektrodeilla mitattujen aktiivisuuksien kanssa. Myös EMG:n ja voiman suhde oli samankaltainen molemmilla mittaustavoilla. (Finni ym. 2007.) Scilingo ym.

(2005) havaitsivat myös, että tekstiilielektrodien avulla saatiin rekisteröityä samanlaisia signaalien taajuuksia ja frekvenssejä kuin bipolaarisilla pintaelektrodeilla.



KUVA 5. EMG-shortsit etupuolelta kuvattuna. Mukaeltu Finni ym. (2007).

Mikkola (2012) vertaili tutkimuksessaan EMG-housuilla mitattua lihasaktiivisuutta kiihtyvyyssignaaliin. Koehenkilöitä oli 12, ja mittauksia 20. Mittausten kesto oli enintään tunti. Housut mittaivat quadriceps femoriksen ja hamstring lihasten aktiivisuutta. EMG:n ja kiihtyvyyssignaalien välillä oli merkittävä korrelaatio ($r=0.62$). Mikkola peräänkuulutti jatkotutkimusta erityyppisten aktiivisuuksien vertailemiseksi. Hänen mukaansa olisi tarpeellista selvittää, minkälaisen fyysisen aktiivisuuden suhteen EMG-signaali ja kiihtyvyyssignaali korreloivat keskenään ja päinvastoin. Tekstiilielektrodit kuvasivat kiihtyvyyssmittaria paremmin aktiivisuuksia, joissa fyysinen liike oli vähäistä, mutta isot reisilihakset aktiivisia. Kiihtyvyyssignaali oli esimerkiksi vain 53 % EMG-signaalista, kun koehenkilöt kantoivat painavia kantamuksia mittauspäivän aikana. (Mikkola 2012.) Mikkolan (2012) tutkimuksessa käytettiin korrelaatioita (*engl. cross-correlation analysis*) ja integraalianalyysiä (*engl. integral analysis*) datan analysoimiseksi. Tutkimuksen mukaan digitaalinen integraalianalyysi on käyttökelpoinen, kun EMG-signaalia halutaan muuntaa aktiivisuusluvuiksi. (Mikkola 2012.)

Housujen koko voi muodostua haasteeksi, kun lihasaktiivisuutta mitataan tekstiielektrodeilla, sillä vääränkokoiset housut aiheuttavat helposti mittausvirheitä (Finni ym. 2007.) EMG-shortseihin liittyvät virhelähteet aiheutuvatkin usein elektrodien ja ihon välisen kontaktin katoamisesta. Ihon ja elektrodien välistä kontaktia pyritään usein parantamaan erilaisilla geeleillä, jotka parantavat kontaktia ja sitä kautta signaalin laatua. Lisäksi elektrodien sijainti vaikuttaa olennaisesti siihen, saadaanko haluttua lihasta/lihasryhmää mitattua. (Scilingo ym. 2005.) Kiihtyvyyssmittarin tapaan tämän menetelmän etu on pitkäkestoisen fyysisen aktiivisuuden mittaamisen mahdollistuminen. (Klein ym. 2010). Klein ym. (2010) toteuttivat 24 tunnin EMG-rekisteröinnin, jossa fyysistä aktiivisuutta arvioitiin tietyillä kynnyksitasoilla (%-osuuksilla MVC:stä). Teknologian tulee kuitenkin vielä kehittyä lisää. (Mikkola 2012.) Lisäksi tutkimuksia lapsilla toteutetuista mittauksista tarvitaan enemmän. Erityisesti pitkäaikaisista EMG-rekisteröintiä ei ole tutkittu paljon. Aikuisilla toteutettuja tutkimuksia ei voi suoraan rinnastaa lapsiin, sillä lasten päivittäiset toiminnot eroavat huomattavasti aikuisten normaalista aktiivisuudesta (Mikkola 2012; Raudsepp & Päll 2006.)

Kun käsitellään lapsilta mitattua EMG-dataa, on tarpeen pohtia, tulisiko jotain huomioida datan käsittelyvaiheessa. Kuten aiemmin luvussa 3.6.1. mainittiin, EMG-signaali yleensä normalisoidaan jatkokäsittelyä varten. Normalisointi mahdollistaa eri koehenkilöiden EMG-aktiivisuuksien vertailun keskenään (Farina ym. 2004), sillä EMG-signaalin suuruusluokkaan vaikuttavia tekijöitä saadaan näin kontrolloitua. Normalisoinnissa EMG-signaali suhteutetaan saman lihaksen tietyistä referenssisupistuksesta rekisteröityyn EMG-signaaliin. (Burden 2010; Clarys 2000.) Normalisointimenetelmä vaikuttaa tutkimuksen tulosten tulkintaan ja validiteettiin. (Joutjärvi 2014.) Prosessin tuloksena EMG ilmaistaan suhteellisena osuutena referenssiarvosta. Aikaisemmin mainittiin yhtenä normalisointimahdollisuutena maksimaalisen isometrisen lihassupistuksen maksimiamplitudin hyödyntäminen. Lihasaktiivisuuden tasoa eri tehtävissä voidaan arvioida suhteessa lihaksen maksimikapasiteettiin, kun ilmaistaan aktiivisuuden taso prosentuaalisena osuutena esimerkiksi MVC:stä. EMG:n normalisointi isometriseen maksimaaliseen tahdonalaiseen lihassupistukseen (MVC) on hieman kyseenalaista, sillä esimerkiksi erityisen nopeissa ja voimakkaissa lihassupistuksissa tai eksentrisessä lihastyössä EMG:n amplitudi on yleensä huomattavasti suurempaa kuin isometrisissä lihassupistuksissa. (Burden 2010.) Lisäksi isometrinen voimantuotto saattaa olla lapsille vie-

rasta aikuisiin verrattuna. Normalisointi isometriseen maksimiin ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista, kun käsitellään EMG-dataa pieniltä lapsilta. (Mikkonen 2012.) Submaksimaalista lihassupistusta sekä dynaamisesta suorituksesta rekisteröityä EMG:n keskiarvoa tai maksimiarvoa voi tarvittaessa käyttää viitearvoina normalisoinnissa, jos MVC:tä on hankala mitata (Burden 2010; Hugh 2011).

4 FYYSISEN AKTIIVISUUDEN YHTEYS MOTORISIIN TAITOIHIN

4.1 Motoriset taidot

Motorisilla taidoilla tarkoitetaan tahdonalaisia, kahden tai useamman kehon osan liikkeitä tai liikkeiden yhdistelmien muodostamia opittuja kokonaisuuksia, jotka luovat pohjaa kaikelle liikkumiselle (Gallahue ym 2012, 15; Iivonen 2008; Sääkslahti 2005;). Motoriset taidot voidaan karkeasti jakaa tasapainotaitoihin, liikkumistaitoihin ja käsittelytaitoihin (Gallahue ym 2012, 15; Iivonen 2008).

Lapsi pyrkii säilyttämään tasapainonsa erilaisissa tilanteissa staattisten ja dynaamisten tasapainotaitojen avulla. Tasapaino säilyy, kun painopiste pidetään tukipisteen ja tukipinnan yläpuolella. Staattiset taidot, kuten esimerkiksi koukistus, ojennus, kierto ja kääntyminen auttavat pysymään paikoillaan. Nämä taidot muuttuvat dynaamisiksi, kun ne tehdään liikkumisen aikana. Lisäksi nouseminen, pysähtyminen ja paikaltaan lähteminen ovat esimerkkejä dynaamisista tasapainotaidoista. (Gallahue ym. 2012, 15.) Liikkumistaitojen, kiipeämisen, kävelyn, juoksun hyppelyn tai laukkaamisen, avulla liikutaan paikasta toiseen (Jaakkola ym. 2013). Käsittelytaitojen/välineen käsittelytaitojen avulla käsitellään erilaisia välineitä, esineitä, telineitä tai jopa toista ihmistä. Kehon suuret lihasryhmät työskentelevät karkeamotorisissa käsittelytaidoissa, kuten vierityksessä, pyöryksessä, työnnössä, vedossa, lyönnissä, kuljetuksessa ja haltuunotossa. Pienillä lihaksilla tuotettuja, voimansäätelyä vaativia hienomotorisiin taitoja ovat esimerkiksi kynän ja saksien käyttö. Karkeamotoriset taidot kehittyvät ennen hienomotorisia taitoja. (Gallahue ym. 2012, 15.)

Taidot kehittyvät kolmen vaiheen kautta. Alkeismallin vaiheessa (*engl. initial phase*) taidon oppiminen on vielä hyvin alkuvaiheessa. Kun toistoja taidosta kertyy, sisäinen malli taidosta vakiintuu ja suoritustekniikka saavuttaa perusvaiheen (*engl. elementary phase*). Kun tekniikka on optimaalisesti hioutunut, hyvin kehittynyt ja automatisoitunut, puhutaan ihannemallista

(*engl. mature phase*). Tuhansien, jopa kymmenen tuhannen toistokerran jälkeen taitoa voidaan suorittaa hyvin erilaisissa ja vaihtelevissakin tilanteissa. (Jaakkola ym. 2013.) Numminen (1991) on nimennyt vastaavat taidon oppimisen vaiheet varhaiseksi eli kognitiiviseksi vaiheeksi, väli- eli assosiatiiviseksi vaiheeksi ja lopulliseksi eli autonomiseksi vaiheeksi. Galahuen ym. (2012, 15) mukaan motoriset taidot tulisi oppia ennen seitsemää ikävuotta. Motorisista taidoista kehittyvät liikuntataidot, joita tarvitaan erilaisissa liikuntaleikeissä ja peleissä. Liikuntaympäristö, kuten luonto-, talvi- ja vesiliikuntaympäristö asettavat omat vaatimuksensa taidoille. Liikuntataidot voivat erikoistua vielä spesifeiksi lajitaidoiksi eri liikuntalajien (kuten esimerkiksi taitoluistelu, hiihto ja uinti) vaatimusten mukaan. (Sääkslahti 2015.)

4.2 Aikaisemmat tutkimukset aktiivisuuden ja taitojen välisestä yhteydestä

Nykyään ollaan hyvin kiinnostuneita siitä, onko fyysisellä aktiivisuudella yhteyttä motorisiin taitoihin (Malina 2010). Koska motoriset taidot luovat pohjaa vaativampien taitojen oppimiselle, on oletettavaa, että fyysisellä aktiivisuudella ja motorisilla taidoilla on yhteys toisiinsa (Okely ym. 2001). Tutkimuksia fyysisen aktiivisuuden ja motoristen taitojen välisestä yhteydestä kaivataan lisää. Haasteena on sopivien ja luotettavien tutkimus- ja arviointimenetelmien löytäminen sekä eri tutkimusten tulosten vertailu keskenään. (Raudsepp & Päll 2006.)

Motorinen koordinaatio on yksi fyysistä aktiivisuutta ennustava tekijä lapsuudessa ja yhteys vahvistuu lapsen kasvaessa (Malina 2010; Stodden ym. 2008). Motorinen kehitys tapahtuu yksilöllisesti ja taitotason vakiintumiseen vaikuttavat esimerkiksi kokemukset ja kasvuympäristö (Stodden ym. 2008). Yhteys motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä ei ole yksiselitteinen (Malina 2010). Tutkimustulosten ristiriitaisuuden perusteella on haastavaa sanoa, onko fyysinen aktiivisuus seurausta hyvistä motorisista taidoista, vai hyvät motoriset taidot seurausta fyysisestä aktiivisuudesta (Cliff ym. 2009b; Iivonen ym. 2013). Yhteys valitsee mahdollisesti molempiin suuntiin (Malina 2010). Stoddenin ym. (2008) mukaan yhteys on riippuvainen myös koetusta motorisesta pätevyydestä, fyysisestä kunnosta ja kehon koostumuksesta. Stoddenin ym. (2008) kehittämä malli esitellään myöhemmin tässä luvussa.

Motorisesti taitavat lapset ovat usein fyysisesti aktiivisempia kuin motorisesti heikommalla lapset (Fisher ym. 2005; Kambas ym. 2012; Williams ym. 2008). Stodden ym. (2008) mukaan motoristen taitojen hyvä hallinta edistää fyysistä aktiivisuutta ja sen omaksumista elämäntavaksi. Hyvät motoriset taidot avaavat enemmän mahdollisuuksia olla fyysisesti aktiivinen ja tällöin aktiivisuuden määrä luultavasti lisääntyy. Jo pelkästään se, että lapsi kokee olevansa pätevä tietyissä motorisissa taidoissa, verrattuna todelliseen taitotasoon, voi johtaa siihen että lapsi viettää aikaansa fyysisesti aktiivisesti taitojaan kehittäen. Kognitiiviset taidot ja itsetietoisuus kehittyvät lapsen kasvaessa. Heikon motorisen taitotason seurauksena pätevyyden kokemuksia ei välttämättä synny, ja tällöin fyysinen aktiivisuus saattaa vähentyä. (Stodden ym. 2008.)

Iivosen ym. (2013) tutkimuksen mukaan liikkumistaidot (liukuminen ja laukkaaminen) olivat positiivisesti yhteyksissä keskitehoisesta kovatehoiseen fyysiseen aktiivisuuteen (*MVPA*). Välineenkäsittelytaidot (heittäminen, kiinniottaminen) olivat yhteyksissä sekä fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärään että kevyestä kovatehoiseen fyysiseen aktiivisuuteen (*engl. light to vigorous intensity physical activity, LMVPA*). (Iivonen ym. 2013.) Williams ym. (2008) havaitsivat, että 3–5-vuotiaat motorisesti taitavat lapset olivat merkitsevästi fyysisesti aktiivisempia kuin heikomman motorisen taitotason omaavat lapset. Taitavilla lapsilla keskitehoisen fyysisen aktiivisuuden määrä oli 2 % suurempi, kovatehoisen fyysisen aktiivisuuden määrä 1,2 % suurempi ja inaktiivisuusaika pienempi motorisesti heikompiin lapsiin verrattuna. Tutkimuksessa havaittiin myös korrelaatioita liikkumistaitojen ja fyysisen aktiivisuuden sekä välineenkäsittelytaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä 4-vuotiailla. Erot olivat selvempiä esimerkiksi 4-vuotiailla kuin 3-vuotiailla. Ikä on siis yksi tärkeä tekijä motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden yhteyksien tarkastelussa, sillä motoristen taitojen valikoima kasvaa nopeasti iän karttuessa. (Williams ym. 2008.) Sukupuoli, lapsen temperamentti- ja harjoitettava motoristen taitojen osa-alue sekä fyysisen aktiivisuuden intensiteetti saattavat myös vaikuttaa siihen, minkälainen yhteys motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä vallitsee (Cliff ym. 2009b).

Seuraavaksi tarkastellaan yhteyttä toiseen suuntaan. Sääkslahden ym. (1999) mukaan toistuva fyysinen aktiivisuus vaikuttaa neuraalista aktivaatiota vaativien motoristen taitojen kehittymi-

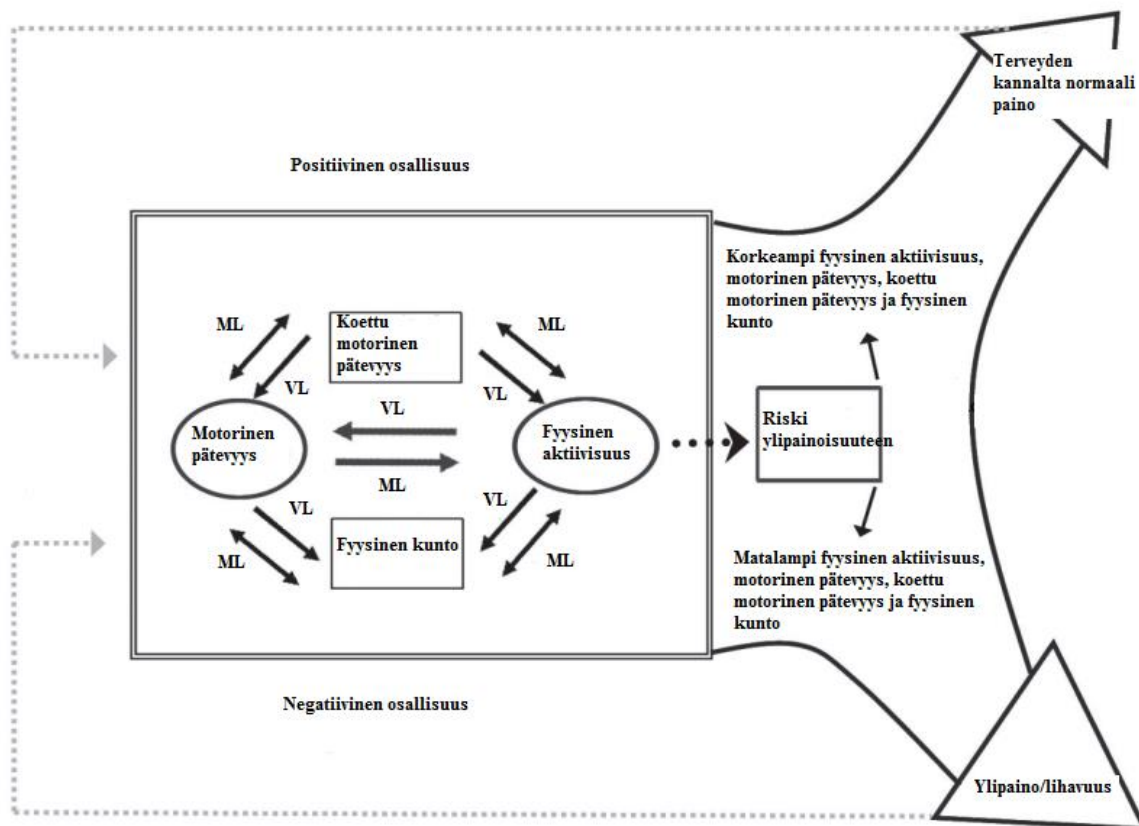
seen ja koordinaatioon jo hyvin nuoresta iästä lähtien. Tämä johtuu osittain siitä, että 4–6 -vuotiailla lapsilla päivittäistä fyysistä aktiivisuutta kertyy paljon. (Stodden ym. 2008; Sääkslahti ym. 1999; Timmons ym. 2012.) Okelyn ym. (2001) mukaan esikoulu- ja peruskouluikä on lapsille paras aika motoristen taitojen oppimisen ja harjaannuttamisen kannalta. Fyysinen aktiivisuus ja sen määrä vaikuttavat siihen, kuinka hyvä motorinen taitotaso lapselle kehittyy. (Cliff ym. 2009a.) Lapsen motoriset taidot kehittyvät sitä paremmiksi, mitä suurempi fyysisen aktiivisuuden kokonaisaika on (Bürgi ym. 2011; Gallahue ym. 2012, 187-188; Sääkslahti ym. 1999). Taitojen olisi hyvä kehittyä ennen kouluikää, koska motorisilla taidoilla on vaikutusta fyysiseen, kognitiiviseen ja sosiaaliseen kehitykseen. Mahdollisuudet fyysiseen aktiivisuuteen tarjoavat paikan harjoitella ja kehittää motorisia taitoja. (Cliff ym. 2009b.) Raudsepp & Päll (2006) havaitsivat tutkimuksessaan korrelaatiota esimerkiksi 7-8 -vuotiaiden lasten hyppäämistaidoissa hyppyjä ja hyppelyitä sisältäneen harjoittelun seurauksena. Tämä vahvistaa sen, että siinä mihin harjoittelu kohdistuu, tapahtuu myös kehitystä. Taitospesifinen harjoittelu on myös yhteydessä motoristen taitojen kehittymiseen. (Raudsepp & Päll 2006.)

Motorisia taitoja kehittävä fyysinen aktiivisuus voi olla joko sisällä tai ulkona tapahtuvaa. Sääkslahden ym. (1999) tutkimuksen mukaan sisällä tapahtuva aktiivisuus korreloi lasten tarkkuusheittotaitoihin. Sisäliikuntaympäristöistä erilaiset kuntokeskukset ja liikuntahallit ovat hyviä esimerkkejä lasten liikuntapaikoiksi monipuolisen välineistön kannalta. (Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset 2005.) Hyvien sisätilojen ohella ulkona leikkiminen mahdollistaa kaiken lihasvoiman käytön, jolloin voidaan harjoitella voimaa vaativia suorituksia (esimerkiksi juoksunopeus, hyppääminen). (Sääkslahti ym. 1999.) Ingunn Fjørtoft (2004) on tehnyt lasten liikuntaan liittyvän vertailututkimuksen luontoon ja metsässä leikkimiseen liittyen. Tutkimuksessa seurattiin kahden päiväkodin lapsiryhmiä yhden vuoden ajan. Toisen päiväkodin lapset leikkivät päiväkodin läheisessä metsämaastossa kaksi tuntia aamu-ulkoilun yhteydessä kun taas toisen päiväkodin lapset leikkivät hoitopäivän molemmat ulkoiluhetket päiväkodin omassa pihaympäristössä. Molempien päiväkotien piha oli virikkeellinen (sisälsi erilaisia leikkivälineitä ja -telineitä). Tutkimuksen tulokset osoittivat, että metsässä leikkineiden lasten motoriset taidot olivat paremmat päiväkodin pihalla leikkineisiin lapsiin verrattuna. Leikit olivat olleet myös monipuolisempia metsämaastossa. (Fjørtoft 2004.)

Lasten ja nuorten fyysinen aktiivisuus voi olla joko organisoitua ja organisoimatonta. Organisoituun toimintaan osallistuminen takaa hieman paremmat mahdollisuudet taitoharjoitteluun. (Okely ym. 2001.) Viimeisimmät meta-analyysit korostavat opettamisen merkitystä motoristen taitojen oppimiseksi (Logan ym. 2012; Morgan ym. 2013; Riethmuller ym. 2009). Robinsonin (2011) ja Robinsonin ym. (2012) tutkimuksissa taitojen opetusta saaneiden lasten motoriset taidot paranivat enemmän, kun tuloksia verrattiin vapaasti leikkineisiin lapsiin. Sääkslahden (2015) mukaan tutkimuksissa on puolestaan havaittu, että omaehtoisella liikuntataitojen harjoittelulla on suurempi merkitys motoristen taitojen kehittymiseen kuin pelkästään aikuisen ohjauksessa tapahtuvalla harjoittelulla. Kasvattajan kannattaakin pyrkiä lisäämään lapsen fyysisen aktiivisuuden määrää päivän aikana, ja tarjota mahdollisimman paljon mahdollisuuksia toiminnallisille leikeille ja liikkumiselle. (Sääkslahti 2015.) Fyysisesti aktiivisen lapsen toimintakyky ja kunto paranee leikkien ja liikunnan seurauksena, kun lapsi pääsee käyttämään omaa kehoaan. Fyysinen aktiivisuus ja liikkuminen näkyvät ulospäin käyttäytymisenä, jossa lapsi tuottaa liikkeen itse tai pyrkii säilyttämään asennon kognitiivisten toimintojen sekä hermo-lihasjärjestelmän yhteistyön avulla. Motoriset taidot kehittyvät jatkuvasti harjoittelun myötä, ja näin ollen liikuntataidot paranevat ja monipuolistuvat. (Pellegrini 2009, 22; Sääkslahti 2015.) Taitojen harjoittelulle tulee löytyä riittävästi aikaa, sillä heikomman motorisen taitotason omaava lapsi tarvitsee tavallisten motoristen tehtävien tekemiseen enemmän aikaa. Liikeradat vakiintuvat toistojen sekä mahdollisimman monipuolisen tekemisen ansiosta, ja liikkuminen muuttuu pikku hiljaa sujuvammaksi. (Sääkslahti & Cantell 2009.) Taitoja opitaan myös erilaisten mielikuvien avulla (Numminen 1991). Kognitiivisen puolen harjaannuttamisesta hyvänä esimerkkinä on Haapalan ym. (2014a) tutkimus, jonka mukaan fyysisellä aktiivisuudella oli yhteyttä motoristen taitojen ohella myös koulumenestykseen. Syy-seuraus -suhdetta ei kuitenkaan tarkasteltu (Haapala ym. 2014 a).

Seuraavaksi käsitellään teoriaa, jonka innoittamana tutkimuksen kenttä fyysisen aktiivisuuden ja motoristen taitojen suhteen on laajentunut. Stodden ym. (2008) kehittivät mallin (kuva 6), jonka mukaan motorinen pätevyys voi vaikuttaa positiivisella tai negatiivisella tavalla fyysiseen aktiivisuuteen ja kehon koostumukseen. Mallissa käytetään nimitystä motorinen pätevyys, minkä voidaan ajatella tarkoittavan tässä yhteydessä motorisia taitoja tai motorista taitotasoa laajemminkin. Fyysinen kunto ja koettu motorinen pätevyys ovat myös osa mallia.

Kausaalisuhteet ovat erilaisia lapsuuden eri ikävaiheissa, ja asioiden väliset yhteydet vahvistuvat lapsen varttuessa. Malli ei sulje pois molemminpuolista yhteyttä motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden suhteen. Fyysinen aktiivisuus tukee motoristen taitojen kehitystä erityisesti varhaislapsuudessa (2–5 vuotta). Fyysisen aktiivisuuden ja motoristen taitojen välinen yhteys vahvistuu myöhemmin lapsuudessa ja nuoruudessa (5–18 vuotta), kun monimutkaisemmat liikemallit kehittyvät koko ajan. Lisäksi yhteys on riippuvainen koetusta pätevydestä, fyysisestä kunnosta sekä kehon koostumuksesta. Lapsi voi esimerkiksi kokea olevansa motorisesti pätevä, vaikka hänen todellinen taitotasonsa olisi heikompi. Koettu pätevyys voi lisätä yritteliäisyyttä ja motivaatiota harjoitella ja tätä kautta fyysinen aktiivisuus voi lisääntyä ja motoriset taidot kehittyä. Näin muodostuu positiivinen kehityskulku joka edesauttaa liikunnallisen elämäntavan omaksumista. Heikko motorinen taitotaso voi olla myös ”esteenä” terveyttä edistävälle fyysiselle aktiivisuudelle ja fyysiselle kunnolle myöhemmin elämässä, kun lapsen kognitiiviset taidot ja itsetietoisuus kehittyvät. Heikot taidot saavat aikaan heikon koetun pätevyuden mikä voi vähentää fyysistä aktiivisuutta. Lisäksi riski ylipainoisuuteen ja muihin terveysriskeihin kasvaa lapsuudesta aikuisuuteen siirryttäessä. Hyvät motoriset taidot puolestaan lisäävät koettua pätevyyttä ja fyysistä kuntoa, sillä taitojen harjoittelu lisää fyysistä aktiivisuutta ja näin ollen myös hermo-lihasjärjestelmän kehittymistä. (Stodden ym. 2008.)

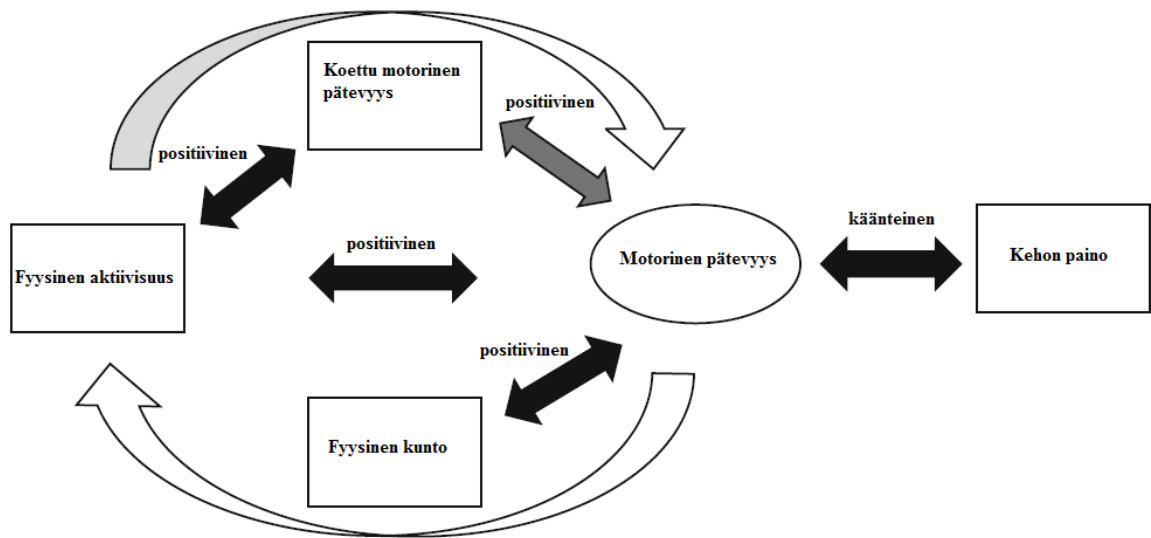


KUVA 6. Stoddenin ym (2008) malli mukaeltuna motorisen taitotason/motorisen pätevyyden, fyysisen aktiivisuuden, koetun motorisen pätevyyden ja fyysisen kunnan välisistä yhteyksistä varhaislapsuudessa (VL, 2–5 -vuotta) ja myöhemmin lapsuudessa (ML, 5–18 vuotta).

Stoddenin ym. (2008) malli on herättelevä, ja tarjoaa pohjan, jonka kautta voidaan tarkastella yksilöllisiä, käyttäytymiseen liittyviä ja psykologisia tekijöitä fyysisen aktiivisuuteen ja motoristen taitojen väliseen yhteyteen liittyen (Robinson ym. 2015). Tutkimuskenttä on kuitenkin laajentunut Stoddenin ym. (2008) luoman mallin ajoilta ja Robinson ym. (2015) meta-analyysin tarkoituksena oli selvittää mallin pätevyttä vuoden 2008 jälkeen julkaistujen tutkimusten avulla. Useamman nykytutkimuksen ja systemaattisten katsausten mukaan (Holfelder & Schott 2014; Lubans ym. 2010) positiivinen yhteys vallitsee motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä. (Robinson ym. 2015). Tarkemmin tarkasteltuna Barnett ym. (2009) havaitsivat esimerkiksi välineenkäsittelytaitojen yhteyden keskitehoiseen fyysiseen aktiivisuuteen ja organisoituun fyysiseen aktiivisuuteen erityisesti nuoruudessa. Yhteys ei

ollut kuitenkin kovin vahva, koska se havaittiin vain yhdessä pitkittäistutkimuksessa. Lapsuuden liikkumistaidoilla ei havaittu olevan yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen nuoruudessa. (Barnett ym. 2009.) Lopes ym. (2012) puolestaan havaitsivat, että hyvän motorisen taitotason omaavat 6-vuotiaat lapset olivat fyysisesti aktiivisempia kolmen vuoden kuluttua alhaisemman motorisen taitotason omaaviin lapsiin verrattuna.

Uusimmat tutkimukset ovat kallistumassa enemmän syy-seuraussuhteeseen motorisen taitotason ja fyysisen aktiivisuuden välillä lapsuuden ikävuosina. Tämänhetkisten tutkimusten perusteella voidaan todeta että motoriset taidot ovat positiivisesti yhteyksissä Stoddenin ym. (2008) mallin muuttujiin. Motorisella pätevyydellä on tärkeä rooli lasten fyysisen aktiivisuuden sekä fyysisesti aktiivisen elämäntavan suhteen (Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Tämä taas vaikuttaa omalta osaltaan kokonaisvaltaiseen terveyteen pitkän aikavälin kuluessa. (Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Molempiin suuntiin vallitsevaa yhteyttä puoltaa se, että fyysinen aktiivisuus on positiivisesti yhteydessä lasten motoriseen pätevyyteen (Fischer ym. 2005; Kambas ym. 2012). Kuvasta 7 voi nähdä, minkä mallin osa-alueiden välisiä yhteyksiä on uudempien tutkimusten avulla tutkittu, ja kuinka paljon. Suhteellisen vahvat yhteydet on havaittavissa motorisen pätevyyden ja fyysisen aktiivisuuden, motorisen pätevyyden ja fyysisen kunnan sekä fyysisen aktiivisuuden ja koetun motorisen pätevyyden välillä. Yhteys motorisen pätevyyden ja koetun motorisen pätevyyden välillä on muuttuva. Lisäksi käänteinen suhde vallitsee motorisen pätevyyden ja kehon koostumuksen välillä, mikä tarkoittaa sitä, että motorisella pätevyydellä on tärkeä rooli painonhallinnassa lapsuudessa ja nuoruudessa. Robinsonin ym. (2015) meta-analyysi korostaa motorisen pätevyyden merkitystä lapsen kasvun ja kehityksen kannalta kahdesta näkökulmasta. Pätevyydellä on psykologinen rooli (esimerkiksi sosiaalisen kanssakäymisen ja sosiaalinen hyväksynnän kautta) fyysisesti aktiiviseen käyttäytymiseen. Lisäksi riittävä motorinen pätevyys tarjoaa mahdollisuuden osallistua iän ja taitotason mukaisiin fyysisiin aktiviteetteihin. (Robinson ym. 2015.)



KUVA 7. Tämän hetkinen tutkimusten mukainen tietämys motorisen pätevyyden ja muiden terveyteen liittyvien muuttujien välisistä yhteyksistä ja tutkimusten määrystä. Musta nuoli=vahva yhteys, tutkittu laajasti, harmaa nuoli=yhteys havaittavissa, tutkittu jonkin verran, harmaa-valkoinen nuoli=yhteyttä havaittu jonkin verran, tutkittu osittain, valkoinen nuoli=ei tutkittu riittävästi. Nuolien päällä lukee, minkälainen yhteys muuttujien välillä vallitsee. (mu-kaeltu Robinson ym. 2015.)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 7-vuotiaiden lasten fyysistä aktiivisuutta tarkastelemalla alaraajojen lihasaktiivisuuksia EMG-housuilla erilaisissa liikuntaosioissa. Kahta eri menetelmää, EMG-housuja ja vyötäröllä pidettävää kiihtyvyyssmittaria, haluttiin verrata toisiinsa. Tarkoituksena oli tutkia miten EMG- ja kiihtyvyyssmittat luokittelevat lasten tyypilliset fyysisen aktiivisuuden intensiteetit? Tarkastelussa oli myös EMG-aktiivisuuksien suuruudet: missä fyysisissä tehtävissä EMG-aktiivisuus on suurinta? Lisäksi selvitettiin eroaako fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla? Liikuntaosioihin valittiin sellaisiakin osioita, joita kiihtyvyyssmittari ei välttämättä rekisteröi aktiivisuudeksi tai aktiivisuus katsotaan matalatehoiseksi, vaikka lihasaktiivisuutta esiintyisi. Esimerkiksi tasapainoa vaativat tehtävät jäävät rekisteröimättä, vaikka alaraajoissa saattaa esiintyä hyvinkin suuria lihasaktiivisuuksia. Aiemmissa tutkimuksissa on arvioitu paljon aikuisten lihasaktiivisuutta päivän aikana EMG:n ja kiihtyvyyssmittareiden avulla. Lasten osalta tutkimuksia fyysisestä aktiivisuudesta eri kiihtyvyyssmittareiden avulla mitattuna löytyy paljon. Lihasaktiivisuuksiin perustuvaa fyysisen aktiivisuuden luokittelua ei ole kuitenkaan hyödynnetty.

Tutkimusongelmat:

1. Miten EMG- ja kiihtyvyyssmittat luokittelevat lasten tyypilliset fyysisen aktiivisuuden intensiteetit?
2. Missä fyysisissä tehtävissä EMG-aktiivisuus on suurinta?
3. Eroaako fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla?

Tutkimushypoteesit olivat:

1. Kiihtyvyyssmittari ei välttämättä reagoi fyysisiin tehtäviin, joissa ei havaita suuria kiihtyvyyksiä. (Pate ym. 2006). Osa lihastyöstä saattaa jäädä huomioimatta, jos arvioidaan pelkkää liikkeen määrää, sillä lihasaktiivisuutta voi ilmetä ilman liikettä (Oliver ym. 2007). Lasten lihasaktiivisuudet esimerkiksi tasapainoa vaativissa tehtävissä voivat olla hyvinkin suuria, varsinkin kun motorinen taitotaso ei ole vielä täysin vakiintunut lapsuusiällä. (Okely ym. 2001). Osa motorisen kehityksen kannalta olennaisista liikkumisen muodoista voi kiihtyvyyssanturilla määriteltynä olla intensiteetiltään erittäin kevyttä aktiivisuutta (verrattavissa jopa paikoillaan olemiseen) (Laukkanen ym. 2013). Lapsen lantiolla sijaitseva kiihtyvyyssmittari ja alaraajoissa olevat EMG-shortsit mittaavat alaraajojen aktiivisuutta. (Pate ym. 2006).
2. Objektiiivisten mittareiden, kuten kiihtyvyyssmittareiden avulla ei välttämättä saada selville aktiivisuuden määrää rauhallisemmissa, esimerkiksi tasapainoilua vaativissa tehtävissä. EMG-aktiivisuus on luultavasti suurta tehtävissä, joissa alaraajojen lihakset työskentelevät tehokkaasti. Mikkola (2012) sai tekstiiliektrodien avulla kiihtyvyyssmittariin verrattuna kuvattua paremmin aktiivisuuksia, joissa isot reisilihakset olivat aktiivisia.
3. KTK-testeissä korkeammat pisteet saaneen lapsen koordinaatio on luultavasti parempi ja motoriset taidot vakiintuneempia matalamman pistemäärän saaneeseen lapseen verrattuna (Gallahue & Ozmun 2002, 17). Liikkuminen on taloudellisempaa, kun koordinaatio on hyvä ja motoriset taidot hyvällä tasolla (Jaakkola 2013.) Tämä saattaa näkyä lihasaktiivisuuksissa ja kiihtyvyyssmittarin tuloksissa motorisesti taitavalla lapsella alhaisempana aktiivisuutena motorisesti heikompaan lapseen verrattuna.

6 MENETELMÄT

6.1 Tutkittavat

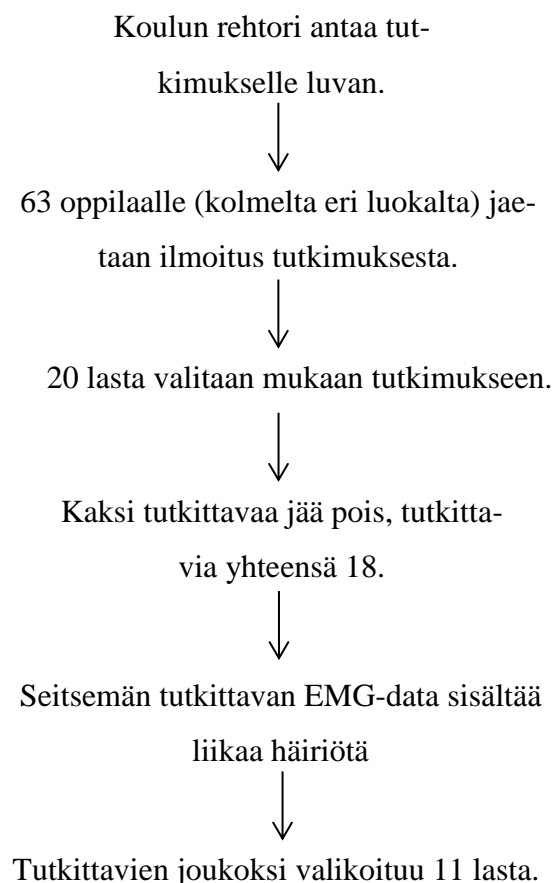
Tutkimukseen osallistui yhteensä 18 ensimmäisen luokan oppilasta keskisuomalaisesta alakoulusta. Iältään lapset olivat 6-7 -vuotiaita (syntymävuosi 2007). Heiltä rekisteröitiin fyysistä aktiivisuutta EMG-housuilla ja kiihtyvyyssmittarilla tarkoin määritellyissä aktiviteeteissä koulupäivän aikana ja laboratoriossa. EMG-signaalin huonosta laadusta johtuen vain 11 tutkittavan (7 tyttöä ja 4 poikaa) data voitiin analysoida. Signaalia vahvistavan elektrodipastan niukkuus sekä EMG-housujen elektrodien liikkuminen tutkittavien iholla tutkimuspäivän aikana huononsivat oletettavasti EMG-signaalia. Elektrodipastaa lisättiin tutkimuspäivän aikana tutkittaville, jotta signaali parantuisi. Taulukosta 2 löytyy tutkittavien perustiedot (sukupuoli, ikä, paino sekä pituus). Lisäksi loppuun on koottu tutkittavien jakautuminen tyttöihin ja poikiin sekä pituuksien (cm) ja painojen (kg) keskiarvot sukupuolittain. Kaikki tutkittavat olivat perusterveitä lapsia. Tutkimukselle oli haettu Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan puoltava lausunto (liite 1) ennen projektin käynnistämistä (lausunto päivätty Jyväskylässä 26.8.2014).

TAULUKKO 2. Tutkittavien sukupuoli, syntymäaika, pituus ja paino

Tutkittava	Sukupuoli	Syntymäaika	Pituus (cm)	Paino (kg)
T1	tyttö	1.7.2007	128,0	25,5
T2	poika	7.3.2007	130,0	25,2
T3	poika	12.11.2007	120,0	23,8
T4	poika	30.7.2007	132,0	30,0
T5	tyttö	13.12.2007	125,5	27,7
T6	poika	5.11.2007	127,0	26,8
T7	tyttö	8.7.2007	122,0	30,3
T8	tyttö	19.7.2007	127,0	25,7
T9	tyttö	6.7.2007	130,0	26,2
T10	tyttö	3.3.2007	130,0	29,2
MOTORISESTI NORMAALI	tyttö	8.6.2007	126,0	22,6
Tytöt	N=7		126,9	26,7
Pojat	N=4		127,3	26,5

Lupa lasten rekrytointiin ja mittausten toteuttamiseen kouluajalla pyydettiin koulun rehtorilta sekä lasten vanhemmilta. Oppilaat veivät vanhemmille mukanaan kotiin tutkimuksesta tiedotteen, jonka avulla vapaaehtoiset osallistujat rekrytoitiin (liite 2). Tiedotteessa kerrottiin tutkimuksen tarkoituksesta ja sen toteutuksesta. Oppilaat palauttivat lomakkeesta vanhempien allekirjoituksella varustetun osan, josta kävi ilmi, saako lapsi osallistua tutkimukseen. Tutkimukseen osallistuvilta lapsilta pyydettiin tieto pituudesta ja painosta, jotta voitiin ennalta varmistua 120 cm-kokoisten EMG-housujen sopivuudesta. Ennen tutkimuksen alkua lasten vanhemmille järjestettiin tiedotustilaisuus, jossa käytiin läpi tutkimuksen tarkoitus, kulku ja mittausprotokolla. Lasten vanhemmille jaettiin tutkimustiedote sekä suostumuslomake lapsen osallistumisesta tutkimukseen (liite 3).

Tutkimukseen osallistui oppilaita kolmelta eri luokalta. Luokilla oli oppilaita yhteensä 63 (1A: 21 oppilasta, 1B: 21 oppilasta, 1C: 21 oppilasta). Oletetaan, että jokainen oppilas sai tutkimusilmoituksen. Halukkaita osallistujia ilmoittautui 22 oppilasta mikä on 35 % kaikista ilmoituksen saaneista lapsista. Tutkimukseen mukaan otettavien lasten määrä rajattiin ennen tutkimuksen alkua kahteenkymmeneen lapseen. Tämän katsottiin olevan riittävä määrä käytettävissä olevien tutkimusresurssien puitteissa. Lisäksi tutkimusjoukon valikoitumiseen vaikutti tutkittavien lasten koko, sillä EMG-shortsien olivat kooltaan 120 cm. Näillä perusteilla kaksi tutkimukseen halukasta lasta jouduttiin jättämään tutkimuksen ulkopuolelle. Kahdestakymmenestä oppilaasta yhdelle lapselle ei löytynyt sopivaa testipäivää, ja yksi lapsi halusi jäädä pois tutkimuksesta. Kuvassa 8 kuvataan tutkittavien rekrytoinnin eteneminen.



KUVA 8. Kaaviokuva rekrytoinnista ja tutkittavien joukon muodostumisesta.

6.2 Tutkimuksen kulku

Mittaukset suoritettiin syyslukukaudella 2014 marras-joulukuun aikana. Tutkimuksen tiedotustilaisuudessa kerrottiin tutkimuksen kulusta ja mittausaikataulut sovittiin tarkemmin jokaiselle lapselle yhteistyössä vanhempien kanssa. Yhden lapsen mittauksiin kuului yksi alkumittauskerta, jossa määritettiin lapsen motorinen taitotaso KTK-testistön (KTK-KörperkoordinationsTest für kinder, Kiphard & Schilling 2007) avulla. KTK-taitotestistö on motorisen koordinaation ja tasapainon mittari. Testistöä kerrotaan tarkemmin luvussa 6.3. Alkumittauskerran lisäksi jokaiselta lapselta kerättiin yhden koulupäivän aikana informaatiota fyysisestä aktiivisuudesta EMG-housuilla ja kiihtyvyyssmittarilla. Mittauksiin sisältyi aktiiviteettiosio koulupäivän aikana välitunnilla sekä laboratorio-osio iltapäivällä koulun jälkeen. Mittaukset toteutettiin yhden päivän aikana yhdelle lapselle.

Tutkimuspäivän kulku. Tutkittavalle lapselle laitettiin EMG-shortsit jalkaan ja kiihtyvyyssmittari vyötärölle tutkimuspäivän aamuna, ennen koulupäivän alkamista yleensä noin klo 8. Kun mittarit oli saatu lapsen ylle, tehtiin EMG-signaalin normalisointia varten kävelytesti, jossa lapsi käveli koulun käytävällä edestakaisin lähtemällä seinän vierestä ja koskettamalla toiseen seinään 10 metrin päässä. Lapsia ohjeistettiin kävelemään ”omaa normaalia kävelyvauhtia”. Kaikille lapsille ei tehty tätä aamun normaalikävelyosiota ajan puutteen vuoksi. Normaalikävelyä sisältyi kuitenkin myös iltapäivän testiosioihin. Yhdelle tutkimukseen osallistuvalla lapselle tehtiin kävelytestin lisäksi molempien jalkojen ojennusvoimatesti penkillä istuen. Tämän avulla saatiin selvitettyä oikeat EMG-signaalin kanavat EMG-shortseissa.

Aamupäivällä yhden välitunnin aikana kullekin tutkimukseen osallistuvalla lapselle järjestettiin ohjattu hetki hippaleikkiin ja keinumiseen. Koulupäivän jälkeen lapset tulivat Jyväskylän yliopiston Liikunta-rakennukseen tekemään tarkoin määriteltäviä liikuntaosioissa laboratorio- sekä piholosuhteissa. Iltapäivätesteissä toistettiin normaalikävelytesti, jossa lapsi käveli 5 metrin matkan edes takaisin. Sen jälkeen fyysistä aktiivisuutta mitattiin seuraavissa liikuntaosioissa: kävelyä erilaisilla alustoilla sisällä ja ulkona, trampoliinihyppely, tasapainokävely, kiipeily, vauhditon pituushyppy, konttaus, pallon potkaisu, porraskävely sekä juoksu. Labora-

toriomittausten yhteydessä mitattiin samalla paino henkilöväällä (Seca, Vogel & Halke - Hamburg) ja pituus tavallisella rullamitalla. Lisäksi täytettiin kyselylomake (liite 4) lapsen viikoittaisen fyysisen aktiivisuuden määrään ja laatuun liittyen. Kyselylomakkeessa hyödynnettiin Liikkuva koulu -hankkeen kysymyksiä (LIKES 2013), jotta tutkimuksen tuloksia voidaan tarvittaessa verrata laajempaan suomalaislapsilla kerättyyn aineistoon. Kyselylomakkeen täyttämisen aikana saatiin rekisteröityä alaraajojen EMG-aktiivisuutta myös istumisen aikana. Päivän aikana toteutettujen mittausten aikataulu on kuvattu kokonaisuudessaan Taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Mittauspäivän kulku.

Aika	Aktiviteetti
n. 8.00	saapuminen koululle, housujen pukeminen ennen koulupäivän alkua
9.00-11.00	aamupäivän aikana ensimmäisellä tai toisella välitunnilla toteutettu välituntimittaus.
15.00→	koulupäivän päätyttyä saapuminen liikunnalle, tarkoin määriteltyjen liikuntaosioiden suorittaminen. Liikunnalle saapumisen ajankohta vaihteli lapsen koulupäivän pituudesta ja vanhempien aikataulusta riippuen. Kun liikuntaosiot oli suoritettu, housut ja kiihtyvyysmittari otettiin pois, ja mittaukset olivat lapsen osalta ohitse. Aikaa iltapäivämittauksiin kului 1-2 h.

6.3 Motorisen taitotason mittaaminen KTK-testien avulla

Lapsen motorista koordinaatiota ja tasapainoa mitattiin KTK-testistöllä. Neliosaisen testistön avulla muodostui kokonaiskuva tutkittavien motorisesta taitotasosta. Testistön osiot olivat tasapainoilu taaksepäin, yhdellä jalalla hyppely, sivuttainen tasajalkahyppely ja sivuttain siirtyminen. Testiosiot mittasivat lapsen tasapaino- ja keuhohallintataitoja sekä hyppytaitoja ja ketteryyttä. Eri osioiden yhteenlaskettu pistemäärä, MQ-arvo (motor quantity), kuvasi tutkittavien motorista osamäärää. (Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni 2014.)

KTK-testit toteutettiin ennen kävelytestejä erillisinä tutkimuspäivinä, kahden eri mittauspäivän aikana. Lapset suorittivat testit yhdeksässä eri ryhmässä. Ryhmissä 1–3 oli neljä lasta, ryhmässä 4 kaksi lasta ja ryhmissä 5–9 yksi lapsi. Tutkittavat lapset, joiden data huomioidaan tässä tutkimuksessa, olivat jakautuneet jokaiseen yhdeksään ryhmään (ryhmät 1–2 ja 5–9: 1 tutkittava ja ryhmät 3–4: 2 tutkittavaa).

KTK-testeihin koostui neljästä eri osiosta: tasapainoilu taaksepäin, yhdellä jalalla hyppely, sivuttainen tasajalkahyppely sekä sivuttainen siirtyminen (Kiphard & Schilling 1974; 2007). Kuvassa 9 on esitetty kaikki KTK-testivälineet. KTK-testeissä ei mitattu alaraajojen lihasaktiivisuuksia.

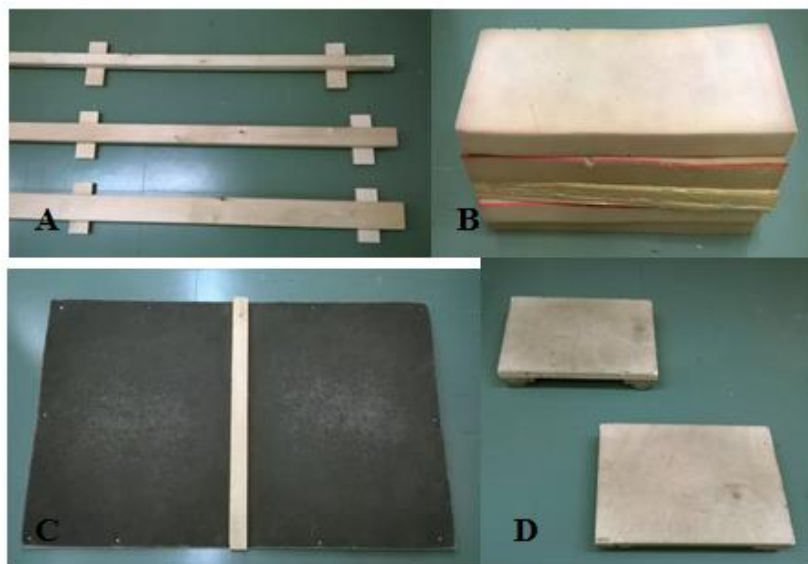
Tasapainoilu taaksepäin (TP). Tasapainoilu taaksepäin suoritettiin kolmen puisen puomin avulla (pituus 3 m ja korkeus 5 cm). Puomit erosivat toisistaan leveydeltään: puomien leveydet olivat 6 cm, 4,5 cm ja 3 cm. Maksimipistemäärä testissä oli 72 pistettä ja pistemäärä koostui kolmesta yrityksestä jokaisella puomilla. Kahdeksan onnistunutta taaksepäin tehtyä askelta toi täydet pisteet kultakin puomilta. (Laukkanen ym. 2014.)

Yhdellä jalalla hyppely (YJH). Yhdellä jalalla hyppelyssä hypättiin superlonlevyistä kasatun pinon yli (leveys 60 cm, pituus 20 cm ja korkeus 5 cm). Pinon korkeutta kasvatettiin jokaisen yhdellä jalalla onnistuneen hypyn jälkeen yhdellä levyllä. Jokaista korkeutta sai yrittää kolme kertaa. Ensimmäisestä yrityksestä sai kolme pistettä, toisesta kaksi pistettä ja kolmannesta

yhden pisteen. Testin maksimipistemäärä kummallekin jalalle oli 39 pistettä, jolloin pinossa tuli olla 12 levyä. Koko testin maksimipistemäärä oli 78 pistettä. (Laukkanen ym. 2014.)

Sivuttainen tasajalkahyppely (ST). Sivuttaisessa tasajalkahyppelyssä hypittiin puisen riman (korkeus 4 cm, pituus 60 cm ja leveys 2 cm) yli 15 sekunnin ajan. Rima oli kiinnitettyä hypelyalustaan (100 x 60 cm). Testi suoritettiin kaksi kertaa. Testitulokset oli molempien suorituskertojen hyppyjen yhteenlaskettu lukumäärä. (Laukkanen ym. 2014.)

Sivuttain siirtyminen (SS). Sivuttain siirtymisessä lapsen tuli siirtyä kahta neliön muotoista vanerilevyä (25 x 25 cm, korkeus 5,7 cm) sivusuunnassa siirrellen levyiltä toiselle. Levyjä tuli siirtää 20 sekunnin aikana mahdollisimman monta kertaa. Testi tuli suorittaa sama kylki edellä kaksi kertaa. Testitulokset oli sekä vanerilevyn että vartalon siirtokertojen yhteenlaskettu lukumäärästä kahden suorituskerran aikana. (Laukkanen ym. 2014.)



KUVA 9. KTK-testivälineistö. A) Kolme eri levyistä (leveys 3 cm, 4,5 cm ja 6 cm) tasapainopuomia. B) Yhdellä jalalla hyppelyyn käytetyt superlonlevyt (5 kpl). C) Sivuttaisen tasajalkahyppelyn puinen rima (4 x 60 x 2 cm) kiinnitettyä hypelyalustaan (100 x 60 cm). D. Sivuttain siirtymisen puiset vanerilevyt (25 x 25 cm, korkeus 5,7 cm).

Neljän eri osion pistemäärät vakioitiin iän ja sukupuolen mukaisin pistein jokaiselle tutkittavalle, ja osioiden pisteet laskettiin yhteen. Lopullinen pistemäärä suhteutettiin KTK-testistön MQ-arvoon, joka kuvasi tutkittavan kokonaisvaltaista motorista taitotasoa eli motorista kvantienttia. Testituloksen mukaan tutkittavat lapset jaettiin korkeaan, hyvään, normaaliin, tyydyttävään ja heikkoon taitotasoon (taulukko 4).

TAULUKKO 4. KTK-testistön MQ-arvon mukainen luokittelu, sironta, prosenttiasema sekä prosenttiosuus (Kiphard & Schilling 2007).

MQ-arvo	Luokittelu	Hajonta	Prosenttiasema	Prosenttiosuus
131–145	Korkea	+ 3 s	99–100	2
116–130	Hyvä	+ 2 s	85–98	14
86–115	Normaali	+ 1 s	17–84	68
71–85	Heikko	- 2 s	3–16	14
56–70	Huono	- 3 s	0–2	2

6.4 Fyysisen aktiivisuuden rekisteröinti

6.4.1 EMG-shortsit

EMG-shortseilla (Myontec Oy, Kuopio, Suomi) rekisteröitiin lihasaktiivisuutta lapsen alaraajojen lihaksista (m. quadriceps ja hamstring-lihakset). Niiden avulla saatiin mitattua lihasak-

tiivisuutta liikkeessä ilman, että ihoa tarvitsee esivalmistella tai johtoja kannella. Lihasktiivisuutta rekisteröitiin isommasta lihasryhmästä samanaikaisesti esimerkiksi bipolaarisiin elektrodihin verrattuna: agonisti ja antagonistilihasten sähköistä aktiivisuutta voi mitata samanaikaisesti. EMG-housut on todettu luotettavaksi menetelmäksi lihasten EMG-aktiivisuuden mittaamiseen. (Finni ym. 2007.) Housut olivat kooltaan 120 cm. Ihon ja elektrodien kontaktia parannettiin laittamalla elektrodien päälle pastaa (Redux Creme Electrolyte Creme, Parker Laboratories INC, Fairfield, USA). Näin pyrimme saamaan EMG-signaalista mahdollisimman hyvän.

EMG-shortsit on valmistettu elastisesta kankaasta. Samanlaista kangasta käytetään myös tavallisten urheiluvaatteiden valmistuksessa. Shortsien sisäpuolella on integroituna neljä kappaletta bipolaarisia elektrodia, kaksi kumpaankin lahkeeseen. Housujen etupuolella olevat elektrodiparit rekisteröivät quadriceps-lihasryhmän aktiivisuutta distaaliselta alueelta. Housujen takapuolella olevat elektrodiparit rekisteröivät hamstring-lihasryhmän aktiivisuutta. Shortsien vyötärölle kiinnitettävä moduli tallentaa elektrodien rekisteröimän signaalin. Maa-elektrodit on sijoitettu pitkittäin shortsien sivulle. EMG-shortsit on esitetty kuvassa 10.



KUVA 10. A) 120 cm:n kokoiset EMG-shortsit sekä moduli (housujen ulkopinta, etupuoli) kuvattuna. B) Housuihin integroidut elektrodit housujen sisäpuolella.

Elektrodit on valmistettu johtavista langoista (sisältävät hopeisia kuituja ja ei-johtavia syntetisiä lankoja). Lankojen sähköinen resistanssi kuiville elektrodeille on tyypillisesti $10 \Omega/10 \text{ cm}^2$. Teräskuidusta valmistetut johdinlangat siirtävät elektrodien rekisteröimän signaalin moduliin. Elektrodeihin käytettiin pastaa signaalien johtuvuuden parantamiseksi.

Shortsien vyötäröltä löytyy kiinnityspaikka modulille. Muovinen tiiviste modulin ja kiinnityspaikan välissä estää kosteuden aiheuttaman häiriön sähköisistä kontakteista. Modulin paino on noin 52 g, ja siinä on EMG-signaalin vahvistin ja A/D -muunnin jokaiselle kanavalle. Raakaa EMG-signaalia kerättiin 1000 Hz:n alueelta ja kaistaleveys oli 50–200 Hz. Moduli tasasuuntasi ja keskiarvoisti raakan EMG-signaalin jokaisen 100 ms:n ajalta automaattisesti. Tasosuunnattu ja keskiarvoistettu signaali tallentui ASCII muodossa moduliin, josta se ladattiin tietokoneelle jatkokäsittelyä varten. EMG-signaalin jatkokäsittely tapahtui Megawin Software-ohjelmalla (Mega Electronics Ltd, Kuopio, Suomi).

6.4.2 Kiihtyvyyssmittari

Lapselle kiinnitettiin EMG-housujen pukemisen yhteydessä kiihtyvyyssmittari (X6-1a, Gulf Coast Data Concepts, LLC, Waveland, Mississippi, USA) joustavalla vyöllä lantiolle. Kiihtyvyyssmittari rekisteröi kiihtyvyyttä dynaamisesti kolmessa suunnassa (x,y,z) rekisteröintivälillä $\pm 6 \text{ g}$. Keräystaajuus oli 40 Hz ja resoluutio 16-bittinä.

Kiihtyvyyssmittarin data analysoitiin counts-pohjaisella analyysimenetelmällä käyttäen lapsilla määritettyjä fyysisen aktiivisuuden raja-arvoja. Fyysisen aktiivisuuden mittaaminen tällä menetelmällä perustuu siihen, että liikkumisen tuottamien kiihtyvyyksien määrä ja niiden voimakkuudet tallentuvat mittarin muistiin. Tässä tutkimuksessa kiihtyvyyksistä laskettiin 1 sekunnin aikavälein (*engl. epoch time*) keskiarvo, jonka mukaan fyysinen aktiivisuus määriteltiin intensiteetiltään kyseisellä aikavälillä joko inaktiivisuusajaksi (sedentary-alle 373 sykäystä), kevyeksi (light_373-585 sykäystä), keskitehoiseksi (moderate-585-881 sykäystä) tai kovatehoiseksi (vigorous-yli 881 sykäystä) (van Cauwenberghe ym. 2011). Van Cauwenberghe ym. (2011) käyttivät tutkimuksessaan yksiaksiaalista kiihtyvyyssmittaria. Tässä tutkimuksessa käytetyn kolmessa suunnassa kiihtyvyyksiä rekisteröivän mittarin on havaittu ole-

van validi tapa mitata lasten fyysistä aktiivisuutta ja sen intensiteettiä yksiaksaalisen kiihtyvyyssmittarin ohella (Robusto & Trost 2012).

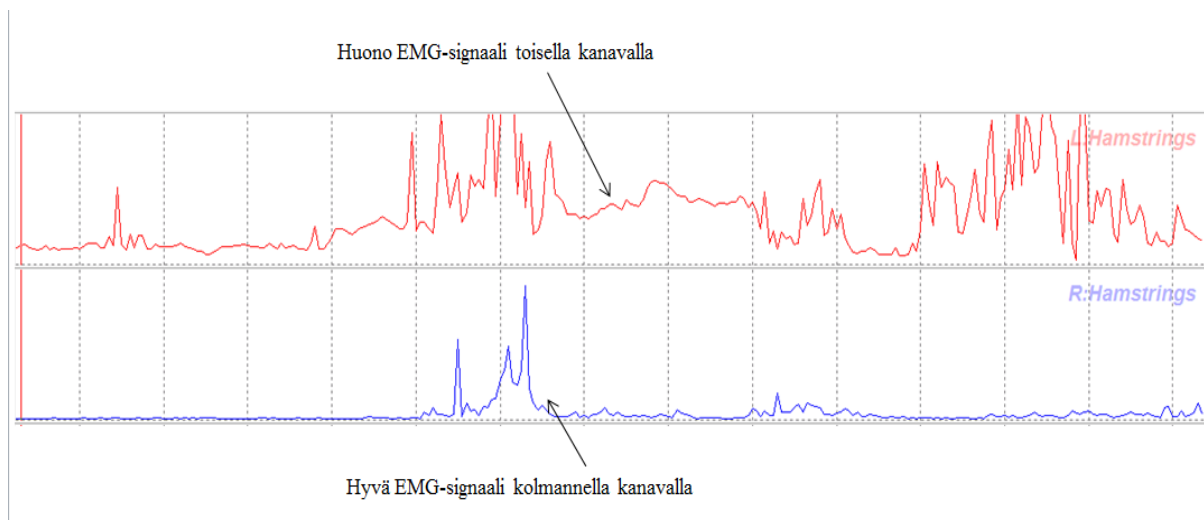
Tässä tutkimuksessa käytettiin myös keskiarvokiihtyvyyden (aktiivisuusluku/min, *counts/min*) arvoja intensiteettikategorioiden ohella. Aktiivisuuslukuja voidaan määrittää eri aikaväleille, mutta yleisimmin käytetty ajanjakso on 60 sekuntia (Trost ym. 2005).

6.5 EMG-analyysi

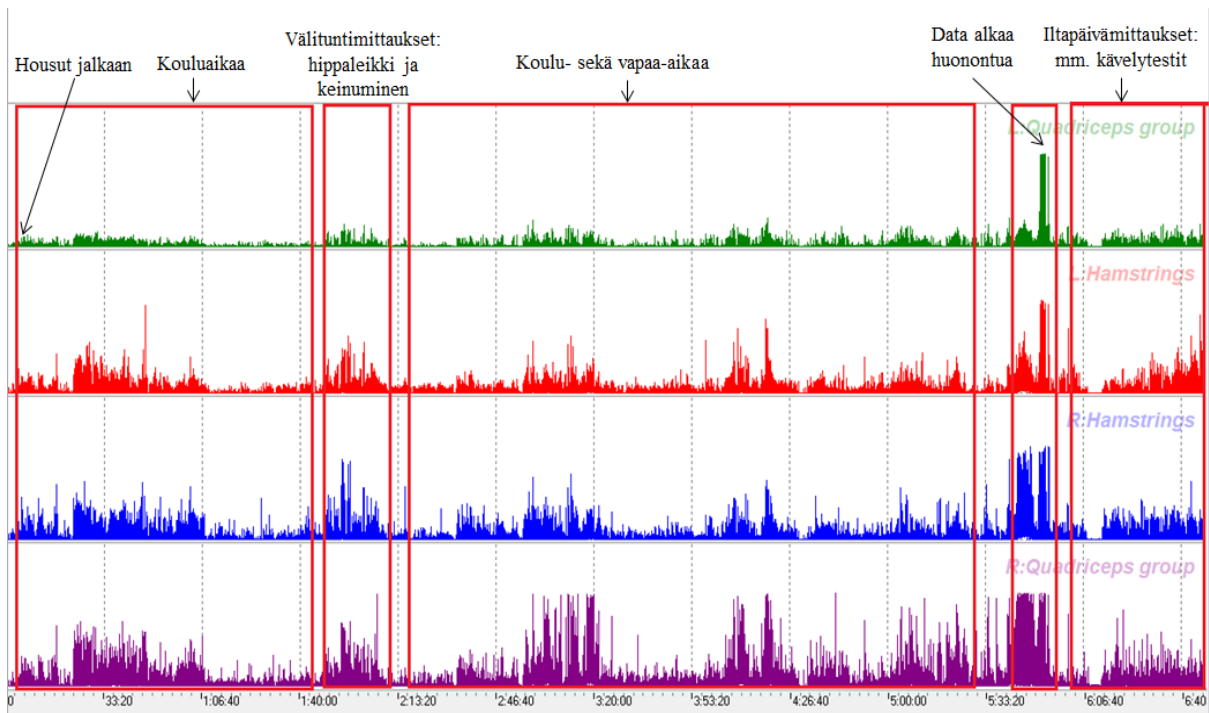
Tutkittavalle lapselle laitettiin EMG-shortsit jalkaan ja moduli käynnistettiin tallentavassa moodissa noin klo 8:00. EMG-housujen modulissa olevaa nappia painettiin sekä ennen että jälkeen jokaisen testi- ja mittausosion. Näin EMG-dataan saatiin ”markkereita”, joiden avulla eri liikuntaosiot tunnistettiin ja analysoitiin signaalidatasta. Analysointi tehtiin MegaWin ohjelmistolla (Mega Elektroniikka Oy, Kuopio, Suomi). Modulin muistissa oleva data siirrettiin jokaisen mittauspäivän jälkeen tietokoneelle MyOnWear Download protokollan avulla (MyOnWear™, Myontec Oy, Kuopio, Suomi). Modulin akku ladattiin aina latausjohdon avulla seuraavaa päivää varten. Kun kaikki testit oli suoritettu, MegaWin -ohjelmistosta valittiin MyOnWear Raw -protokolla, joka esitti mittausarvot jatkuvana graafisena syötteenä tietokoneen näytöllä (MyOnWear™, Myontec Oy, Kuopio, Suomi). Tämän protokollan avulla tehtiin mittauksia ja analyysyjä kerättyyn signaalidataan. Mittausnäytteet otettiin 1000 kertaa sekunnissa (1000 Hz).

Jokaiselle tutkittavalle lapselle luotiin MegaWin -ohjelmistossa oma henkilöprofiili, joka nimettiin mittauspäivien järjestyksen mukaan (esimerkiksi ensimmäinen tutkittava: ”CEMG_001”). RaakaEMG käsiteltiin ja siirrettiin numeeriseen muotoon manuaalisesti MegaWin -ohjelmistolla (Mega Elektroniikka Oy, Kuopio, Suomi). Jokaiselta neljältä eri kanavalta määritettiin absoluuttisten lihasaktiivisuuksien keskiarvot mittauspäivän eri liikuntaosioissa. Osa signaalikanavista jouduttiin jättämään pois jatkokäsittelystä EMG-signaalin huonosta laadusta johtuen (kuva 11). Tästä syystä osa tutkimusten tuloksista perustuu pienemmän kuin koko tutkimuksen alkuperäisten tutkittavien joukon (N=11) otoskoon tuloksiin (N<11). Hyvälaatuisesta datasta (kuva 12) määritettiin MegaWin -ohjelmistoa käyttäen eri

liikuntaosioiden lihasaktiivisuuksien (mV) keskiarvot, keskihajonnat, pienimmät ja suurimmat arvot, kokonaisarvot ja mediaanit jokaiselta neljältä kanavalta. Nämä arvot koottiin Exceltaulukkolaskentaohjelmaan, ja arvojen perusteella laskettiin kokonaismäärä alaraajojen lihasaktiivisuuksille. EMG-signaali rekisteröitiin neljältä eri kanavalta (vasemman ja oikean jalan nelipäiset reisilihakset ja hamstring-lihasryhmät). Lisäksi EMG-data muokattiin vertailukelpoiseksi kiihtyvyyssmittarista saadun datan kanssa. Data luokiteltiin intensitettiluokkiin (*engl. sedentary, light, moderate, vigorous*) kunkin liikuntaosion osalta. Lihasten inaktiivisuuden ja kevyen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin 10 % kävelyn keskiarvo-EMG:stä. Kevyen aktiivisuuden ja keskitehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kävelyn keskiarvo-EMG. keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kaksi kertaa kävelyn keskiarvoinen EMG-aktiivisuus.



KUVA 11. Huonolaatuinen, ”perustasosta” noussut raakaEMG-signaali ja hyvä EMG-signaali.



KUVA 12. RaakaEMG-signaali MegaWin ohjelmistossa. Kuvassa näkyvät neljän eri kanavan (vasemman ja oikean jalan quadriceps -lihasryhmät ja hamstring -lihasryhmä) EMG-signaalit. Elektrodipastaa lisättiin iltapäivän mittausosioon, jotta signaali parantui

6.6 Tilastolliset analyysit

Kaikki tulokset on esitetty keskiarvoina ja –hajontoina. liikuntaosioiden keskiarvo-EMG:t ja keskiarvokiihtyvyydet kuvattiin pistediagrammilla ja taulukoinnilla. Keskiarvo-EMG:t ja -kiihtyvyydet on laskettu tutkittavien keskiarvona. Pistediagrammissa kuhunkin liikuntaosioon on merkitty x-akselille keskiarvo-EMG:n keskihajonta ja y-akselille keskiarvokiihtyvyyden keskihajonta. Pistediagrammi havainnollistaa liikuntaosioiden EMG- ja kiihtyvyyssarjojen sijoittumista suhteessa toisiinsa. Liikuntaosioista ja kahdesta mittausmenetelmästä saatiin näin vertailevaa tietoa.

Liikuntaosiot listattiin EMG-aktiivisuuden mukaan järjestykseen jokaisessa intensiteetti-alueessa (inaktiivisuus aika, kevyt aktiivisuus, keskitehoinen aktiivisuus ja kovatehoinen aktiivi-

suus). Jokaisesta intensiteetti- luokasta löytyy viivakuvaaja liikuntaosioille, jossa intensiteetti- luokan osuus ilmaistaan % koko aktiivisuudesta (suhteellinen osuus). Prosenttiosuudet ja niiden keskihajonnat eri liikuntaosioille, jokaisessa intensiteetti- luokassa, löytyvät myös taulukoista 5, 6, 7 ja 8. (liite 5).

liikuntaosiot koottiin lopuksi intensiteetti- luokkien mukaan samaan pylväsdiagrammikuvaajaan. Kuvaajasta näkyy kunkin liikuntaosion EMG- signaalin ja kiihtyvyyssignaalin jakautuminen intensiteetti- luokkiin. Näin selvitettiin yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia kahdelle mittausmenetelmälle. Pylväsdiagrammikuvaajaan merkittiin keskihajonnat jokaisen liikuntaosion EMG:lle ja kiihtyvyydelle. Prosenttiosuudet on laskettu tutkittavien keskiarvona. Tarkat prosenttiosuuksien arvot ja niiden keskihajonnat löytyvät taulukosta 10.

Motorisia taitoja, fyysistä aktiivisuutta ja taitavuutta selvitettiin case- vertailun avulla. KTK- testien perusteella vertailuun valittiin suurimman pistemäärän saanut lapsi (motorisesti taitava) ja pienimmän pistemäärän saanut lapsi (motorisesti normaali). Lasten liikuntaosioiden keskiarvo-EMG- ja keskiarvokiihtyvyytuloksia sekä aktiivisuuksien jakautumista intensiteetti- luokkiin verrattiin visuaalisesti toisiinsa.

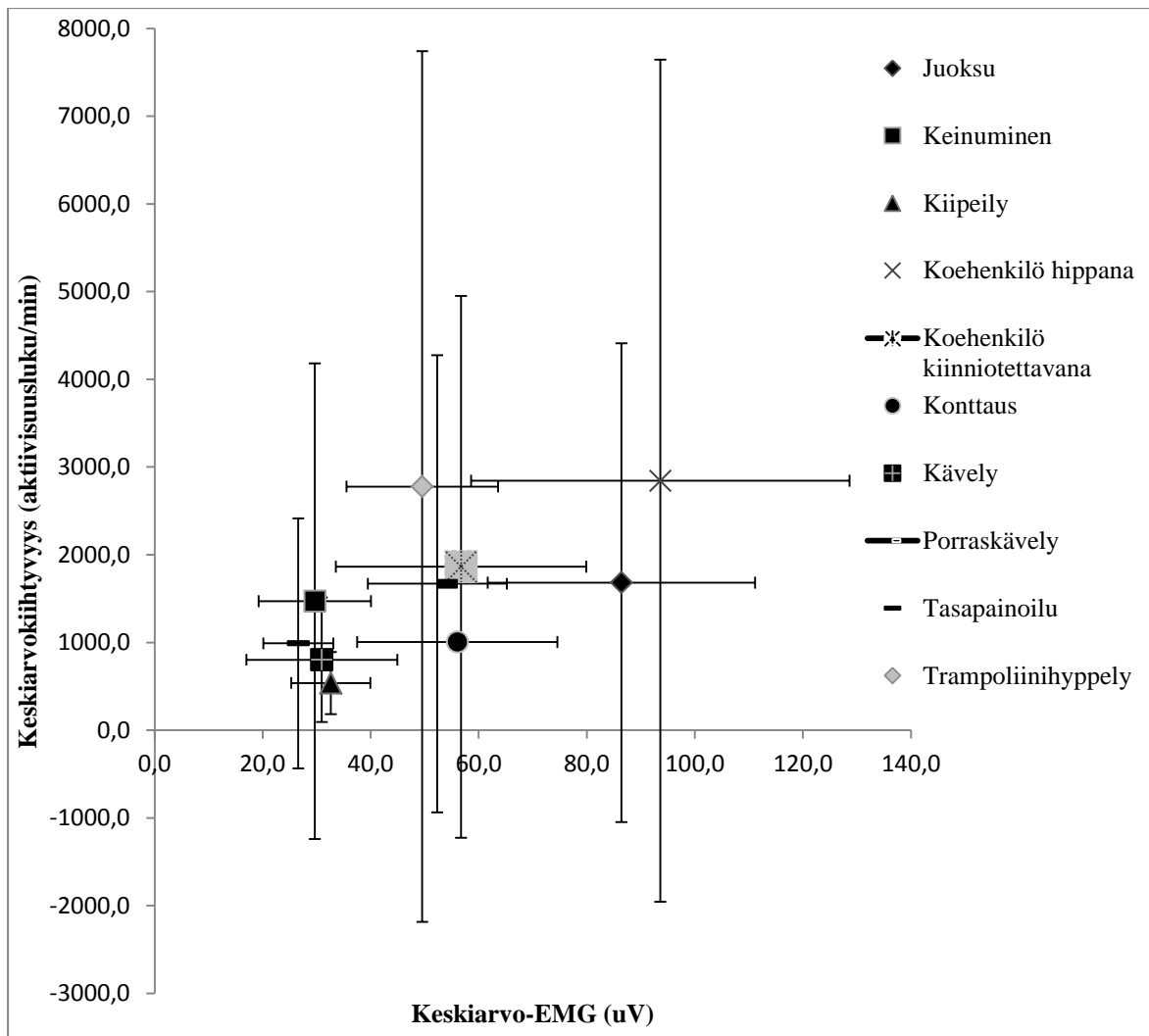
7 TULOKSET

7.1 Liikuntaosiot keskiarvo-EMG:n ja keskiarvokiihtyvyyden mukaan

Jokaiselle liikuntaosiolle laskettiin keskiarvo-EMG (μV) ja -kiihtyvyys (aktiivisuusluku/min). Keskiarvo-EMG oli suurin silloin, kun koehenkilö oli hippaleikissä kiinniottajana ($93,6 \pm 35,0$). Toiseksi suurin keskiarvo oli juoksussa ($86,4 \pm 24,7$). Keskiarvo-EMG:t olivat keskimäärin samankaltaisia seuraavissa liikuntaosioissa: tutkittava kiinniotettavana hippaleikissä ($56,7 \pm 23,2$), konttaamisessa ($56,0 \pm 18,5$), porraskävelyssä ($52,3 \pm 12,9$) ja trampoliinihyppelyssä ($49,5 \pm 14,0$). EMG:n keskiarvot olivat pienimmät kiipeilyssä ($32,6 \pm 7,3$), kävelyssä ($31,0 \pm 14,0$), keinumisessa ($29,7 \pm 10,4$) ja tasapainoilussa ($26,6 \pm 6,5$).

Keskiarvokiihtyvyys oli suurin keskiarvo-EMG:n tapaan, kun tutkittava oli hippaleikissä kiinniottajana ($2843,5 \pm 4799,9$). Toiseksi suurin kiihtyvyys oli trampoliinihyppelyssä ($2777,5 \pm 4963,1$). Kiihtyvyydet olivat seuraavaksi suurimpia silloin, kun tutkittava oli kiinniotettavana hippaleikissä ($1863,6 \pm 3088,3$), juoksi ($1682,6 \pm 2728,5$), käveli portaita ($1669,5 \pm 2606,2$) ja keinui ($147,07 \pm 2712,1$). Konttaamisen ($1006,0 \pm 516,9$), tasapainoilun ($989,9 \pm 1426,6$) ja kävelyn ($802,9 \pm 709,8$) kiihtyvyydet olivat keskimäärin suhteellisen lähellä toisiaan. Keskiarvokiihtyvyys oli pienin kiipeilyssä ($583,3 \pm 354,1$).

Liikuntaosioiden keskiarvo-EMG:t ja keskiarvokiihtyvyydet löytyvät kuviosta 1. Tarkat luvut löytyvät taulukosta 9.



KUVIO 1. Liikunta-asioiden keskiarvo-EMG:t ja keskiarvokiikhtyvyydet pistediagrammissa.

TAULUKKO 9. Liikuntaosioiden keskiarvo-EMG:t ja keskiarvokiihtyvyydet.

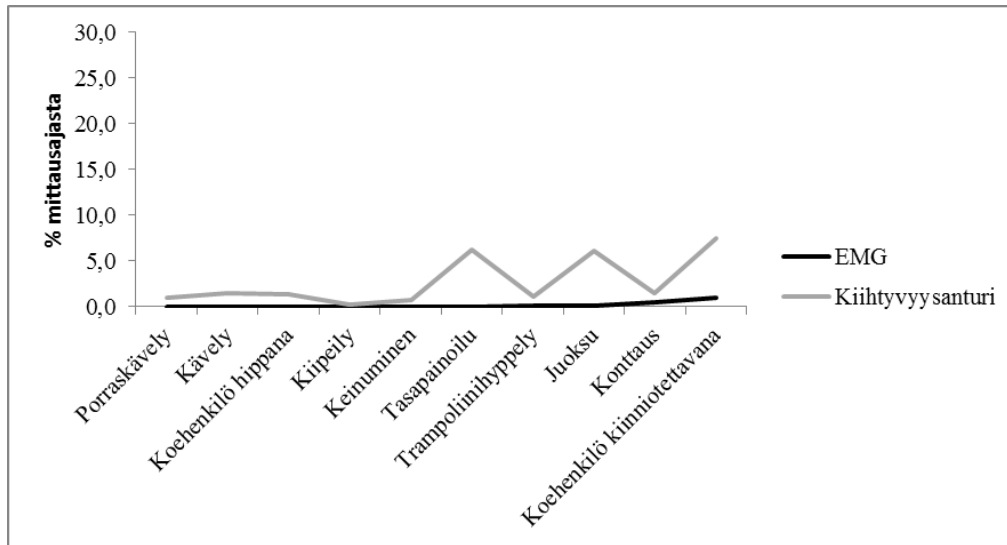
	Juoksu	Kei- nu- minen	Kiipei- ly	Tut- kit- tava hip- pana	Tutkit- tava kiinni- otetta- vana	Kont- taus	Kä- vely	Por- raskä- vely	Ta- sa- pai- noilu	Trampo- liini- hyppely
Keskiar- vo-EMG (μV)	86,4 \pm 24,7	29,7 \pm 10,4	32,6 \pm 7,3	93,6 \pm 35,0	56,7 \pm 23,2	56,0 \pm 18,5	31,0 \pm 14,0	52,3 \pm 12,9	26,6 \pm 6,5	49,5 \pm 14,0
Keskiar- vokiihty- vyys (ak- tiivisuus- luku/min	1682,6 \pm 2728,5	1470,7 \pm 2712,1	538,3 \pm 354,1	2843,5 \pm 4799,9	1863,6 \pm 3088,3	1006,0 \pm 516,9	802,9 \pm 709,8	1669,5 \pm 2606,2	989,9 \pm 1426,6	2777,5 \pm 4963,1

7.2 Inaktiivisuusajan suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa

Liikuntaosioiden lihasten inaktiivisuusajan suhteelliset osuudet olivat keskimäärin hyvin pienet EMG-aktiivisuudessa. Lihasten inaktiivisuuden ja kevyen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin 10 % kävelyn keskiarvo EMG:stä. Lihasten inaktiivisuutta ilmeni vähän silloin, kun tutkittava oli kiinniotettavana hippaleikissä ($1,0 \pm 2,3$), konttasi ($0,4 \pm 1,4$) tai juoksi ($0,1 \pm 0,2$). Muiden liikuntaosioiden lihasten inaktiivisuusajat olivat lähellä nollaa: trampoliinihyppely ($0,0 \pm 0,2$), tasapainoilu ($0,0 \pm 0,1$), keinuminen ($0,0 \pm 0,1$), kiipeily ($0,0 \pm 0,1$), tutkittava kiinniottajana hippaleikissä ($0,0 \pm 0,1$), kävely ($0,0 \pm 0,0$) ja porraskävely ($0,0 \pm 0,0$).

Kiihtyvyyssanturien perusteella inaktiivisuusajaa esiintyi useammassa liikuntaosiossa. Eniten inaktiivisuusajaa esiintyi, kun tutkittava oli kiinniotettavana hippaleikissä ($7,5 \pm 7,1$), tasapainoili ($6,3 \pm 7,2$) tai juoksi ($6,1 \pm 7,1$). Kävely ($1,5 \pm 2,6$), konttaus ($1,5 \pm 3,9$), tutkittava kiinniottajana hippaleikissä ($1,3 \pm 1,4$), trampoliinihyppely ($1,1 \pm 1,4$) sekä porraskävely ($1,0 \pm 2,5$) olivat inaktiivisuudeltaan keskimäärin samankaltaisia. Kiihtyvyyssanturilla määritettynä inaktiivisuusajaksi oli pienin, kun tutkittava keinui ($0,8 \pm 0,6$) tai kiipeili ($0,2 \pm 0,8$).

Kuviosta 2 löytyvät inaktiivisuusajojen prosenttiosuudet liikuntaosioissa EMG:n mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan. Tarkat prosenttiluvut liikuntaosioille löytyvät taulukosta 5 (liite 5).



KUVIO 2. Inaktiivisuusajan suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa EMG-aktiivisuuden mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan.

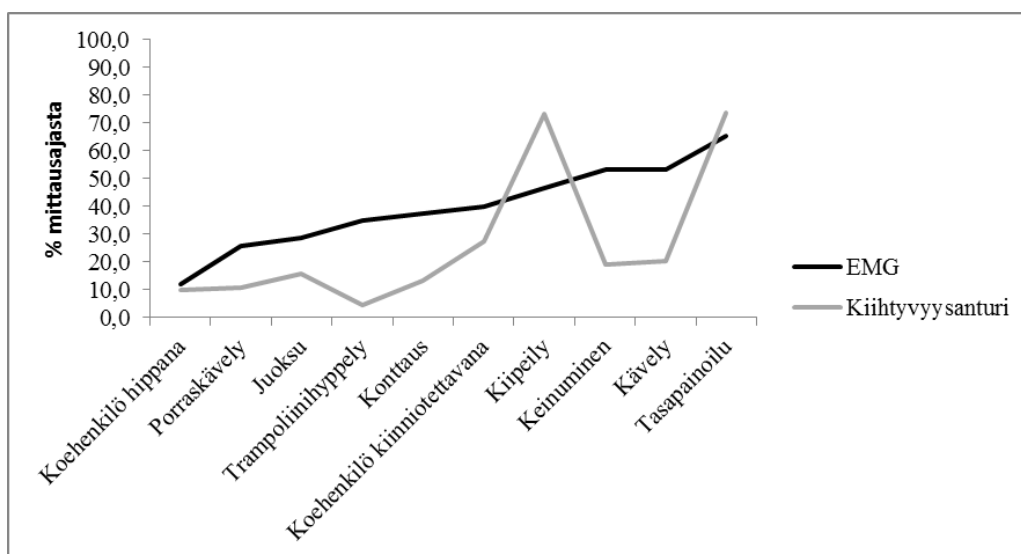
7.3 Kevyen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa

EMG:n inaktiivisuuden ja kevyen aktiivisuuden raja-arvo oli 10 % kävelystä. Kevyen aktiivisuuden ja keskitehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kävely. Tasapainoilun ($65,4 \pm 20,9$), kävelyn ($53,5 \pm 3,8$), keinumisen ($53,2 \pm 28,2$) ja kiipeilyn ($46,4 \pm 24,0$) EMG:t sisälsivät eniten kevyttä aktiivisuutta suhteellisesti. Järjestyksessä seuraavana olivat tutkittava kiinniotettavana hippaleikissä ($39,8 \pm 19,8$), konttaaminen ($37,3 \pm 18,4$), trampoliinihyppely ($34,8 \pm 19,9$), juoksu ($28,9 \pm 12,0$) ja porraskävely ($25,9 \pm 19,4$). Kevyen aktiivisuuden osuus oli pienin, kun tutkittava oli kiinniottajana hippaleikissä ($12,0 \pm 12,8$).

Fyysinen aktiivisuus määritettiin kiihtyvyyssatassa kevyeksi, kun sykäysten määrä minuutissa sijoittui välille 373–585. Kevyen aktiivisuuden osuus oli selkeästi suurin tasapainoilussa ($73,5 \pm 16,0$) ja kiipeilyssä ($73,4 \pm 17,5$). Järjestyksessä seuraavana kevyt aktiivisuus oli keskimäärin samankaltaista silloin, kun tutkittava oli kiinniotettavana hippaleikissä ($27,6 \pm 11,2$), käveli ($20,3 \pm 9,4$) tai keinui ($19,1 \pm 14,9$). Juoksun ($15,8 \pm 13,6$) ja konttauksen ($13,1 \pm 12,9$) kevyen aktiivisuuden osuudet olivat myös lähellä toisiaan. Kevyt aktiivisuus oli pie-

nintä, kun tutkittava käveli portaita ($10,8 \pm 10,9$), oli kiinniottajana hippaleikissä ($9,9 \pm 8,8$) tai hyppi trampoliinilla ($4,4 \pm 4,5$).

Kuviosta 3 löytyvät kevyen aktiivisuuden prosenttiosuudet liikuntaosioissa EMG:n mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan. Tarkat prosenttiluvut liikuntaosioille löytyvät taulukosta 6 (liite 5).



KUVIO 3. Kevyen aktiivisuuden suhteellinen osuus liikuntaosioissa EMG-aktiivisuuden mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan.

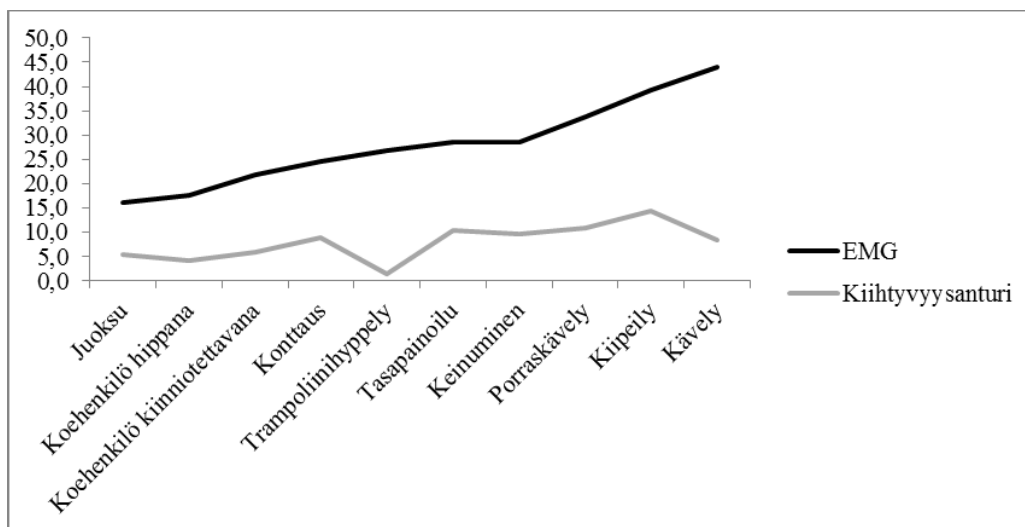
7.4 Keskitehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa

EMG:n keskitehoisen aktiivisuuden prosenttiluvut olivat keskimäärin samankaltaiset eri liikuntaosioissa. Kevyen aktiivisuuden ja keskitehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kävelyn keskiarvoinen EMG-aktiivisuus ja keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kaksi kertaa kävelyn keskiarvoinen EMG-aktiivisuus. Kävelyn ($44,1 \pm 5,4$), kiipeilyn ($39,2 \pm 15,2$) ja porraskävelyn ($33,8 \pm 12,0$) keskitehoisen aktiivisuuden osuudet olivat suurimmat. Järjestyksessä seuraavana olivat keinuminen ($28,6 \pm 12,4$), tasapainoilu ($28,4 \pm 15,7$), trampoliinihyppely ($26,8 \pm 6,5$), konttaus ($24,6 \pm 12,9$) ja tutkittava kiinniottet-

tavana hippaleikissä ($21,7 \pm 9,1$). Keskitehoisen aktiivisuuden osuus koko aktiivisuudesta oli pienin, kun tutkittava oli kiinniottajana hippaleikissä ($17,6 \pm 13,4$) tai juoksi ($15,9 \pm 8,1$).

Kiihtyvyyksien osalta keskitehoisen aktiivisuuden prosenttilukemat olivat myös keskimäärin samankaltaiset liikuntaosioissa. Kiihtyvyys määritettiin keskitehoiseksi aktiivisuudeksi, kun sykäykset sijoittuivat välille 585–881 kappaletta minuutissa. Keskitehoisen aktiivisuuden osuus koko aktiivisuudesta oli suurin kiipeilyssä ($14,2 \pm 8,0$) ja porraskävelyssä ($10,7 \pm 10,6$). Järjestyksessä seuraavana olivat tasapainoilu ($10,2 \pm 11,9$), keinuminen ($9,5 \pm 4,7$), konttaus ($8,9 \pm 9,4$), kävely ($8,4 \pm 12,8$), tutkittava kiinniotettavana hippaleikissä ($5,7 \pm 4,8$) sekä juoksu ($5,2 \pm 6,6$). Keskitehoisen aktiivisuuden osuus koko aktiivisuudesta oli pienin, kun tutkittava oli kiinniottajana hippaleikissä ($4,2 \pm 3,7$) tai hyppi trampoliinilla ($1,4 \pm 1,9$).

Kuviosta 4 löytyvät keskitehoisen aktiivisuuden prosentiosuudet liikuntaosioissa EMG:n mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan. Tarkat prosenttiluvut liikuntaosioille löytyvät taulukosta 7 (liite 5).



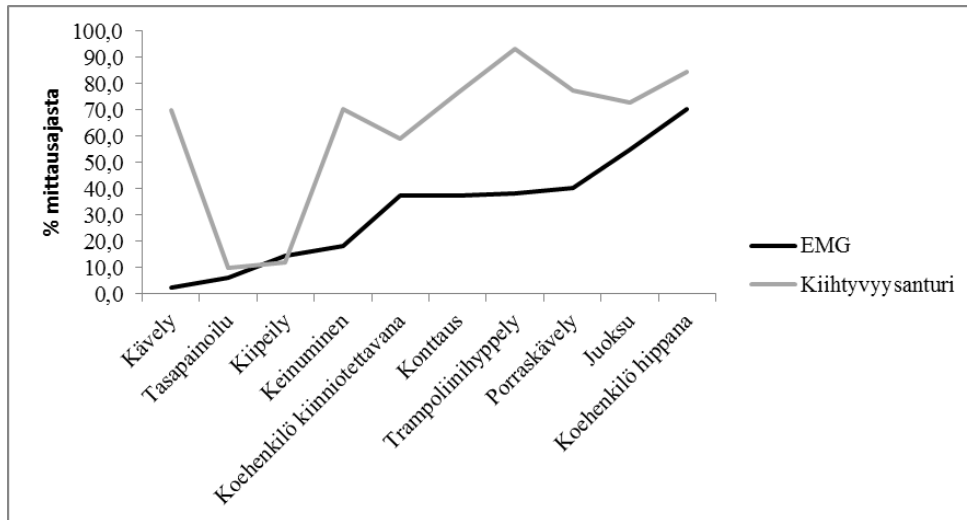
KUVIO 4. Liikuntaosiot EMG-aktiivisuuden mukaan järjestettynä keskitehoisen aktiivisuuden suhteellisten osuuksien osalta.

7.5 Kovatehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa

Kovatehoisen aktiivisuuden prosenttilukemien hajonta oli suuri EMG-datassa. Keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden raja-arvoksi määritettiin kaksi kertaa kävelyn keskiarvo EMG-aktiivisuus. Kovatehoista aktiivisuutta oli eniten silloin, kun tutkittava oli kiinniottajana hippaleikissä ($70,4 \pm 22,0$) tai kun hän juoksi ($55,1 \pm 15,0$). Porraskävely ($40,3 \pm 27,6$), trampoliinihyppely ($38,4 \pm 22,2$), konttaus ($37,6 \pm 26,6$), tutkittava kiinniotettavana hippaleikissä ($37,6 \pm 23,4$) sisälsivät keskimäärin saman verran kovatehoista aktiivisuutta. Keinuminen ($18,2 \pm 20,8$), kiipeily ($14,4 \pm 15,0$), tasapainoilu ($6,2 \pm 7,8$) ja kävely ($2,5 \pm 2,2$) sisälsivät vähiten kovatehoista aktiivisuutta suhteellisesti.

Kovatehoisen aktiivisuuden prosenttilukemissa oli havaittavissa hajontaa myös kiihtyvyydsatassa. Aktiivisuus luokiteltiin kovatehoiseksi kun sykäyksiä oli yli 881 minuutissa. Eniten kovatehoista aktiivisuutta esiintyi, kun tutkittava hyppi trampoliinilla ($93,2 \pm 7,0$) tai oli kiinniottajana hippaleikissä ($84,6 \pm 12,7$). Porraskävely ($77,4 \pm 19,2$), konttaus ($76,5 \pm 12,4$), juoksu ($72,9 \pm 14,6$) ja kävely ($69,8 \pm 19,6$) olivat keskimäärin samankaltaisia kovatehoiselta aktiivisuudeltaan. Seuraavaksi järjestyksessä oli tutkittava kiinniotettavana hippaleikissä ($59,2 \pm 19,0$). Kiipeily ($12,2 \pm 11,3$) ja tasapainoilu ($10,0 \pm 9,6$) sisälsivät selkeästi vähiten kovatehoista aktiivisuutta.

Kuviosta 5 löytyvät kovatehoisen aktiivisuuden prosenttiosuudet liikuntaosioissa EMG:n mukaan järjestettynä pienimmästä suurimpaan. Tarkat prosenttiluvut liikuntaosioille löytyvät taulukosta 8 (liite 5).



KUVIO 5. Liikuntaosiot EMG-aktiivisuuden mukaan järjestettynä kovatehoisen aktiivisuuden suhteellisten osuuksien osalta.

7.6 Liikuntaosioiden jakautuminen aktiivisuuden intensiteettiin

EMG-aktiivisuuden perusteella juoksu luokiteltiin pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi ($55,1 \pm 15,0$ %). Myös kiihtyvyydata luokitteli juoksun pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi ($72,9 \pm 14,6$ %).

EMG-aktiivisuudeltaan keinuminen luokiteltiin kevyeksi aktiivisuudeksi, sillä se sisälsi eniten kevyttä aktiivisuutta ($53,2 \pm 28,2$ %) ja keskitehoista aktiivisuutta ($28,6 \pm 12,4$ %). Kiihtyvyyden osalta aktiivisuus jakaantui puolestaan niin, että kovatehoista aktiivisuutta ($70,6 \pm 18,2$ %) ja kevyttä aktiivisuutta ($19,1 \pm 14,9$ %) oli eniten. Mittareiden tulokset erosivat siis selkeästi toisistaan, sillä kiihtyvyyssmittari luokitteli keinumisen pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi.

Kiipeily jakaantui EMG-datan osalta intensiteettiin niin, että se sisälsi pääasiassa kevyttä aktiivisuutta ($46,4 \pm 24,0$ %) ja keskitehoista aktiivisuutta ($39,2 \pm 15,2$ %). Kiihtyvyytulosten mukaan kiipeily sisälsi eniten kevyttä aktiivisuutta ($73,4 \pm 17,5$ %) ja keskitehoista

aktiivisuutta $14,2 \pm 8,0$. Mittarit luokittelivat kiipeilyn pääasiassa kevyeksi ja keskitehoiseksi aktiivisuudeksi.

Tutkittava hippana -osion EMG-data jakautui intensiteettiluokkiin seuraavalla tavalla: lihas-ten inaktiivisuusaika $0,0 \pm 0,1$ %, kevyt aktiivisuus $12,0 \pm 12,8$ %, keskitehoinen aktiivisuus $17,6 \pm 13,4$ ja kovatehoinen aktiivisuus $70,4 \pm 22,0$ %. Kiihtyvyyssdatan mukaan tutkittava hippana -osio sisälsi inaktiivisuutta $1,3 \pm 1,4$ %, kevyttä aktiivisuutta $9,9 \pm 8,8$ %, keskitehoista aktiivisuutta $4,2 \pm 3,7$ % ja kovatehoista aktiivisuutta $84,6 \pm 12,7$ %. Mittarit luokittelivat hippaleikin kovatehoiseksi aktiivisuudeksi, kun tutkittava oli hippana.

Hippaleikin toinen osa, tutkittava kiinniotettavana -osion osalta EMG-data jakautui niin, että kevyttä aktiivisuutta $39,8 \pm 19,8$ % ja kovatehoista aktiivisuutta $37,6 \pm 23,4$ % oli eniten. Kiihtyvyyssdata mukaan tutkittava kiinniotettavana -osio sisälsi eniten kovatehoista aktiivisuutta ($59,2 \pm 19,0$ %) ja kevyttä aktiivisuutta ($27,6 \pm 11,2$ %). Hippaleikkiin sisältyi kevyttä aktiivisuutta ja keskitehoista aktiivisuutta kovatehoisen aktiivisuuden lisäksi, kun tutkittava oli kiinniotettavana.

Konttauksen osalta EMG-tulokset olivat seuraavanlaiset: kovatehoista ($37,6 \pm 26,6$ %) ja kevyttä ($37,3 \pm 18,4$ %) aktiivisuutta oli eniten. Kiihtyvyyssdatan mukaan aktiivisuudesta suurin osa oli myös kovatehoista ($76,5 \pm 12,4$ %) ja kevyttä ($13,1 \pm 12,9$ %). Molemmat mittarit luokittelivat konttaamisen pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi.

Kävely jakautui EMG-datan osalta intensiteettiluokkiin suurimmaksi osaksi kevyeksi aktiivisuudeksi ($53,5 \pm 3,8$ %) ja keskitehoiseksi aktiivisuudeksi ($44,1 \pm 5,4$ %). Kiihtyvyyssdatan mukaan kävely sisälsi eniten kovatehoista aktiivisuutta ($69,8 \pm 19,6$ %) ja kevyttä aktiivisuutta ($20,3 \pm 9,4$ %). Mittarit luokittelivat kävelyn selkeästi eri tavoin. EMG-housut luokittelivat kävelyn kevyeksi ja keskitehoiseksi aktiivisuudeksi ja kiihtyvyyssmittari kovatehoiseksi aktiivisuudeksi.

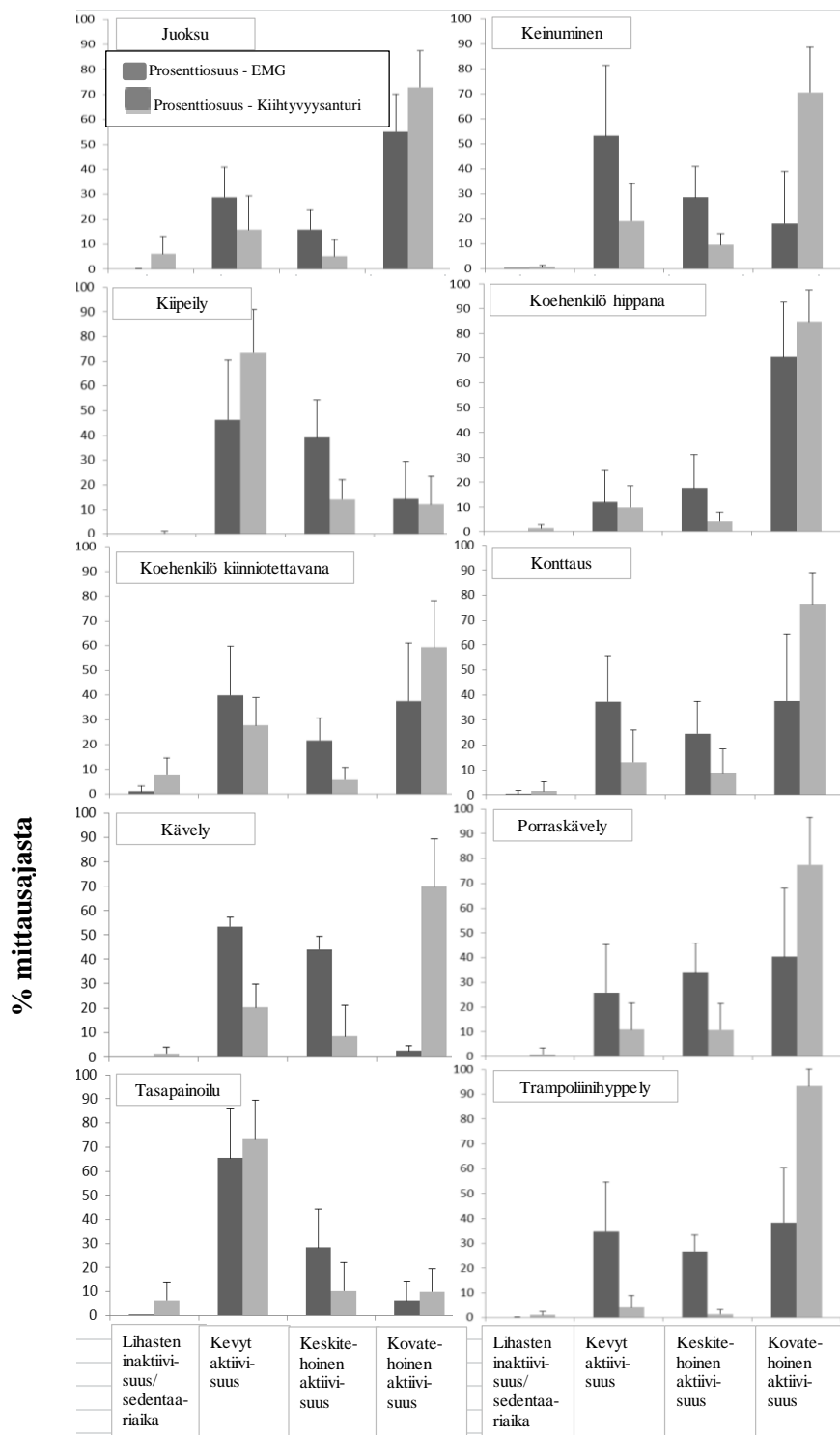
Porraskävely sisälsi EMG-datan osalta eniten kovatehoista ($40,30 \pm 27,6$ %) ja keskitehoista aktiivisuutta ($33,8 \pm 12,0$ %). Kiihtyvyyssdatan mukaan aktiivisuus jakautui seuraavanlaisesti:

kovatehoista aktiivisuutta ($77,4 \pm 19,2$ %) ja kevyttä aktiivisuutta ($10,8 \pm 10,9$) oli eniten. Porraskävely luokiteltiin pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi molemmilla mittareilla. EMG-shortseilla mitatun keskitehoisen aktiivisuuden osuus oli keskimäärin lähellä kovatehoisen aktiivisuuden osuutta.

Tasapainoilu jakautui EMG-datan osalta intensiteettiiluokkiin seuraavanlaisesti: kevyttä aktiivisuutta ($65,4 \pm 20,9$ %) ja keskitehoista aktiivisuutta ($28,4 \pm 15,7$ %) oli eniten. Kiihtyvyyss-datan mukaan kevyttä aktiivisuutta ($73,5 \pm 16,0$ %) ja keskitehoista aktiivisuutta ($10,2 \pm 11,9$ %) oli eniten. Molemmat mittarit luokittelivat tasapainoilun kevyeksi aktiivisuudeksi.

EMG-shortseilla mitattu aktiivisuus jakaantui suhteellisen tasaisesti kevyen ($34,8 \pm 19,9$ %), keskitehoisen ($26,8 \pm 6,5$ %) ja kovatehoisen aktiivisuuden kesken ($38,4 \pm 22,2$ %) trampoliinihyppelyssä. Kiihtyvyyss-datan mukaan kovatehoista aktiivisuutta ($93,2 \pm 7,0$ %) ja kevyttä aktiivisuutta ($4,4 \pm 4,5$ %) oli eniten. Kiihtyvyyssmittari luokitteli trampoliinihyppelyn pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi. Mittarit luokittelivat trampoliinihyppelyn selkeästi eri tavoin.

Kuviosta 6 löytyy liikuntaosiot kuvattuna intensiteettiiluokittain ja taulukosta 10 löytyy tarkat arvot liikuntaosioiden intensiteettiiluokille.



KUVIO 6. Liikuntaosiot intensiteetti luokkien mukaan koottuna samaan kuvioon. Kuviossa kuvattuna aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti luokkiin sekä EMG:n että kiihtyvyyden osalta.

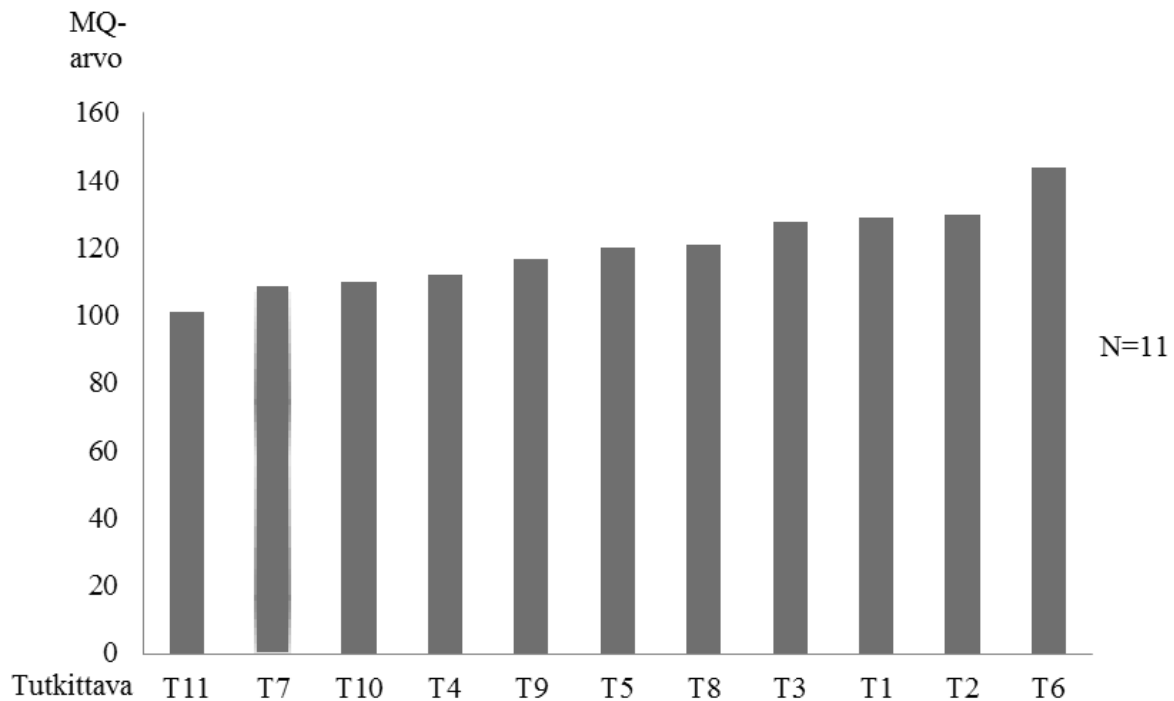
TAULUKKO 10. Liikuntaosiot intensiteetti luokkien mukaan koottuna samaan taulukkoon. Taulukossa kuvattuna aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti luokkiin sekä EMG:n että kiihtyvyyden osalta.

Aktiivisuus	Inaktiivisuus- aika (% mittaus- ajasta)	Kevyt aktiivi- suus (% mittaus- ajasta)	Keskitehoi- nen aktiivi- suus (% mittaus- ajasta)	Kovatehoinen aktiivisuus (% mittaus- ajasta)	Yhteen- sä (%)
Juoksu-EMG	0,1 ± 0,2	28,9 ± 12,0	15,9 ± 8,1	55,1 ± 15,0	100
Juoksu- kiihtyvyyssanturi	6,1 ± 7,1	15,8 ± 13,6	5,2 ± 6,6	72,9 ± 14,6	100
Keinuminen- EMG	0,0 ± 0,1	53,2 ± 28,2	28,6 ± 12,4	18,2 ± 20,8	100
Keinuminen- kiihtyvyyssanturi	0,8 ± 0,6	19,1 ± 14,9	9,5 ± 4,7	70,6 ± 18,2	100
Kiipeily-EMG	0,0 ± 0,1	46,4 ± 24,0	39,2 ± 15,2	14,4 ± 15,0	100
Kiipeily- kiihtyvyyssanturi	0,2 ± 0,8	73,4 ± 17,5	14,2 ± 8,0	12,2 ± 11,3	100
Tutkittava hippa- na-EMG	0,0 ± 0,1	12,0 ± 12,8	17,6 ± 13,4	70,4 ± 22,0	100
Tutkittava hippa- na- kiihtyvyyssanturi	1,3 ± 1,4	9,9 ± 8,8	4,2 ± 3,7	84,6 ± 12,7	100
Tutkittava kiin- niotettavana- EMG	1,0 ± 2,3	39,8 ± 19,8	21,7 ± 9,1	37,6 ± 23,4	100
Tutkittava kiin- niotettavana- kiihtyvyyssanturi	7,5 ± 7,1	27,6 ± 11,2	5,7 ± 4,8	59,2 ± 19,0	100
Konttaus-EMG	0,4 ± 1,4	37,3 ± 18,4	24,6 ± 12,9	37,6 ± 26,6	100
Konttaus- kiihtyvyyssanturi	1,5 ± 3,9	13,1 ± 12,9	8,9 ± 9,4	76,5 ± 12,4	100

Kävely-EMG	0,0 ± 0,0	53,5 ± 3,8	44,1 ± 5,4	2,5 ± 2,2	100
Kävely- kiihtyvyyssanturi	1,5 ± 2,6	20,3 ± 9,4	8,4 ± 12,8	69,8 ± 19,6	100
Porraskävely- EMG	0,0 ± 0,0	25,9 ± 19,4	33,8 ± 12,0	40,3 ± 27,6	100
Porraskävely- kiihtyvyyssanturi	1,0 ± 2,5	10,8 ± 10,9	10,7 ± 10,6	77,4 ± 19,2	100
Tasapainoilu- EMG	0,0 ± 0,1	65,4 ± 20,9	28,4 ± 15,7	6,2 ± 7,8	100
Tasapainoilu- kiihtyvyyssanturi	6,3 ± 7,2	73,5 ± 16,0	10,2 ± 11,9	10,0 ± 9,6	100
Trampoliinihyppely-EMG	0,0 ± 0,2	34,8 ± 19,9	26,8 ± 6,5	38,4 ± 22,2	100
Trampoliinihyppely- kiihtyvyyssanturi	1,1 ± 1,4	4,4 ± 4,5	1,4 ± 1,9	93,2 ± 7,0	100

7.7 Motorisesti normaalin ja motorisesti taitavan lapsen vertailu

KTK-testien suhteutetut kokonaispisteet (MQ-arvot ($120,09 \pm 12,15$, md. 120,00) sijoittuivat välille 101–144 (kuvio 7). Tulokset jakautuivat normaalisti tutkittavien joukossa. Kokonaispisteiden mukaan lapset voidaan jakaa huonoon, heikkoon, normaaliin, hyvään tai korkeaan taitoluokkaan. Kaikki tutkittavat sijoittuivat kolmeen ylimpään taitoluokkaan (normaali, hyvä ja korkea). KTK-testien perusteella valittiin tarkasteluun matalimman pistemäärän (101) saanut motorisesti normaali tutkittava (T11, tyttö) ja korkeimman pistemäärän (140) saanut motorisesti taitava tutkittava (T6, poika). Jatkossa käytetään nimityksiä motorisesti normaali lapsi ja motorisesti taitava lapsi puhuttaessa tutkittavista.



KUVIO 7. KTK-testien kokonaispisteet (MQ-arvot) tutkittavilla (T1–11). Arvot ovat suuruusjärjestyksessä.

Lihaskäyttöasteet jakautuivat aktiivisuuden intensiteettiiluokkiin keskimäärin samankaltaisesti molemmilla tutkittavilla juoksussa. Motorisesti normaalilla lapsella kevyttä aktiivisuutta oli 21,2 % ja motorisesti taitavalla lapsella 22,1 %. EMG-datan mukaan motorisesti normaalilla lapsella keskitehoista aktiivisuutta oli 11,7 % ja kovatehoista aktiivisuutta 67,1 %. Motorisesti taitavalla lapsella samat lukemat olivat 11,4 % ja 66,5 %. Kiihtyvyyksmittarin luokittelussa myös inaktiivisuusaikaa sisältyi aktiivisuuteen (motorisesti normaali 9,6 %, motorisesti taitava 7,1 %). Kiihtyvyyksdatan mukaan kevyen (motorisesti normaali 23,6 %, motorisesti taitava 15,5 %) ja keskitehoisen aktiivisuuden suhteen ilmeni eroja (motorisesti normaali 14,1 %, motorisesti taitava 0 %). Kovatehoisen aktiivisuuden osuus oli suurempi motorisesti taitavalla lapsella (77,4 %) motorisesti normaaliin lapseen verrattuna (52,7 %).

Keinuminen oli motorisesti normaalilla lapsella pääosin keskitehoista (42,4 %) ja kovatehoista aktiivisuutta (39,4 %), ja motorisesti normaalilla lapsella kovatehoista

aktiivisuutta (61,5 %) lihasaktiivisuuksia tarkasteltaessa. Kiihtyvyyssmittarin mukaan keinuminen oli selkeästi kovatehoista aktiivisuutta (motorisesti normaali 86,4 %, motorisesti taitava 91,4 %).

Kiipeily oli lihasaktiivisuuksien perusteella motorisesti normaalille lapselle keskitehoista aktiivisuutta (61,9 %) ja motorisesti taitavalle lapselle keskitehoista (40,7 %) ja kovatehoista aktiivisuutta (47,5 %). Kiihtyvyyssanturi määritteli kiipeilyn pääasiassa kevyttehoiseksi aktiivisuudeksi (motorisesti normaali 75,7 %, motorisesti taitava 57,2 %).

Hippaleikki määrittyi selkeästi kovatehoiseksi aktiivisuudeksi sekä EMG-shortseilla (motorisesti normaali 93,5 %, motorisesti taitava 94,6 %) että kiihtyvyyssmittarilla mitattuna (motorisesti normaali 83,6 %, motorisesti taitava 86,9 %). Kun tutkittavat olivat kiinniotettavana, aktiivisuus jakautui enemmän intensiteetiltään. EMG-shortseilla saadut prosenttiosuudet olivat seuraavanlaiset motorisesti normaalilla lapsella: kevyt aktiivisuus 27,7 %, keskitehoinen aktiivisuus 25,5 % ja kovatehoinen aktiivisuus 46,8 %). Motorisesti taitavalla lapsella EMG-shortsien aktiivisuuden intensiteettiluokkien prosenttiosuudet jakauivat niin, että kevyttä aktiivisuutta oli 14,7 %, keskitehoista aktiivisuutta 14,7 % ja kovatehoista aktiivisuutta 70,6 %. Kiihtyvyyssmittarin luokittelu oli suhteellisen samankaltainen tässä liikuntaosiossa. Erona tosin oli, että kiihtyvyyssmittarin mukaan inaktiivisuusaikaa motorisesti normaalilla oli 19,7 % ja motorisesti taitavalla 3,3 % mittausajasta.

Konttaus jakautui samankaltaisesti molemmilla tutkittavilla EMG-shortseilla mitattuna. Lihasaktiivisuus oli pääosin kovatehoista (motorisesti normaali 60,8 %, motorisesti taitava 63,1 %). Kiihtyvyyssmittari luokitteli konttauksen myös pääosin kovatehoiseksi aktiivisuudeksi (motorisesti normaali 87,5 %, motorisesti taitava 91,7 %).

Kävelyn jakautui intensiteettiluokkiin samankaltaisesti molemmilla tutkittavilla lihasaktiivisuuden osalta. Lihasaktiivisuus oli pääasiassa kevyttä (motorisesti normaali 51,9 %, motorisesti taitava 46,6 %) ja keskitehoista (motorisesti normaali 46,7 %, motorisesti

taitava 52,8 %). Kiihtyvyyssanturi luokitteli aktiivisuuden pääasiassa kovatehoiseksi aktiivisuudeksi (motorisesti normaali 85,7 %, motorisesti taitava 78,69 %).

Porraskävely oli molempien mittareiden mukaan pääasiassa kovatehoista aktiivisuutta. EMG-shortsien mukaan kovatehoista aktiivisuutta oli motorisesti normaalilla lapsella 74,0 % ja motorisesti taitavalla lapsella 70,7 %. Kiihtyvyyssmittarin mukaan kovatehoisen aktiivisuuden prosenttiosuudet olivat seuraavat: motorisesti normaali lapsi 91,3 % ja motorisesti taitava lapsi 95,0 %.

Tasapainoilun lihasaktiivisuudet olivat motorisesti normaalilla lapsella suurimmaksi osaksi keskitehoista aktiivisuutta (54,6 %). Motorisesti taitavalla lapsella aktiivisuus jakautui tasaisemmin kevyen (44,5 %) ja keskitehoisen aktiivisuuden (34,6 %) kesken. Kiihtyvyyssmittari luokitteli tasapainoilun kummallakin tutkittavalla kevyeksi aktiivisuudeksi (motorisesti normaali 70,8 %, motorisesti taitava 51,9 %).

Trampoliinihyppelyn lihasaktiivisuudet jakoutuivat suhteellisen tasaisesti motorisesti normaalilla lapsella: kevyt aktiivisuus 43,4 %, keskitehoinen aktiivisuus 26,1 % ja kovatehoinen aktiivisuus 30,5 %. Motorisesti taitavalla lapsella trampoliinihyppelyn oli EMG-datan mukaan pääasiassa kovatehoista aktiivisuutta (67,8 %). Kiihtyvyyssmittari luokitteli kummankin tutkittavan trampoliinihyppelyn kovatehoiseksi aktiivisuudeksi (motorisesti normaali 96,7 %, motorisesti taitava 85,6 %).

Taulukosta 11 löytyy kuvattuna liikuntaosiot intensiteetti luokkien mukaan motorisesti normaalilla lapsella ja motorisesti taitavalla lapsella EMG:n ja kiihtyvyyden osalta.

TAULUKKO 11 Liikuntaosiot intensiteetti luokkien mukaan motorisesti normaalilla lapsella ja motorisesti taitavalla lapsella. Taulukossa on kuvattuna liikuntaosioiden aktiivisuuksien suhteelliset osuudet (%) eri intensiteetti luokissa sekä EMG:n että kiihtyvyyden osalta.

Aktiivisuuden tyyppi	Tutkittava	Inaktiivisuus-aika	Kevyt aktiivisuus	Keskitehoinen aktiivisuus	Kovatehoinen aktiivisuus
Juoksu-EMG	motorisesti normaali	0	21,2	11,7	67,1
	motorisesti taitava	0	22,1	11,4	66,5
Juoksu-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	9,6	23,6	14,1	52,7
	motorisesti taitava	7,1	15,5	0	77,4
Keinuminen-EMG	motorisesti normaali	0	18,2	42,4	39,4
	motorisesti taitava	0	12,0	26,5	61,5
Keinuminen-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	9,9	3,7	86,4
	motorisesti taitava	1,2	4,9	2,5	91,4
Kiipeily-EMG	motorisesti normaali	0	27,2	61,9	10,9
	motorisesti taitava	0	11,8	40,7	47,5
Kiipeily-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	75,7	15,2	9,1
	motorisesti taitava	0	57,2	21,4	21,4
Tutkittava hip-pana-EMG	motorisesti normaali	0	0,8	5,7	93,5
	motorisesti taitava	0	0,5	4,9	94,6
Tutkittava hip-pana-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	9,8	6,6	83,6
	motorisesti taitava	0	13,1	0	86,9
Tutkittava kiinniotettavana-EMG	motorisesti normaali	0	27,7	25,5	46,8
	motorisesti taitava	0	14,7	14,7	70,6
Tutkittava kiinniotettavana-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	19,7	27,9	4,9	47,5
	motorisesti taitava	3,3	26,2	1,6	68,9
Konttaus-EMG	motorisesti normaali	0	22,7	16,5	60,8
	motorisesti taitava	0	25,5	11,4	63,1
Konttaus-kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	12,5	0	87,5
	motorisesti taitava	0	0	8,3	91,7

Kävely-EMG	motorisesti normaali	0	51,9	46,7	1,4
	motorisesti taitava	0	46,6	52,8	0,56
Kävely- kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	14,3	0	85,7
	motorisesti taitava	0	21,1	0	78,9
Porraskävely- EMG	motorisesti normaali	0	11,4	14,6	74,0
	motorisesti taitava	0	9,8	19,5	70,7
Porraskävely- kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0	8,7	0	91,3
	motorisesti taitava	0	0	5,0	95,0
Tasapainoilu- EMG	motorisesti normaali	0	31,3	54,6	14,1
	motorisesti taitava	0	44,5	34,6	20,9
Tasapainoilu- kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	8,4	70,8	9,7	11,1
	motorisesti taitava	7,7	51,9	23,9	16,5
Trampoliini- hyppely-EMG	motorisesti normaali	0	43,4	26,1	30,5
	motorisesti taitava	0	14,8	17,4	67,8
Trampoliini- hyppely- kiihtyvyyssanturi	motorisesti normaali	0,8	1,7	0,8	96,7
	motorisesti taitava	4,2	9,3	0,9	85,6

8 POHDINTA

8.1 Liikuntaosioiden tarkastelu keskiarvo-EMG:n ja -kiihtyvyyden avulla

Tämän tutkielman tarkoituksena oli tutkia 7-vuotiaiden lasten fyysistä aktiivisuutta tarkastelemalla alaraajojen lihasaktiivisuuksia EMG-housuilla. Lihasaktiivisuutta mitattiin erilaisissa lapsille tyypillisissä fyysisissä tehtävissä. EMG-housujen avulla saatua tietoa verrattiin vyötäröllä pidettävän kiihtyvyyden mittarin rekisteröimään tietoon. Tarkoituksena oli tutkia miten EMG- ja kiihtyvyyden menetelmät luokittelevat lasten tyypilliset fyysisen aktiivisuuden intensiteetit? Lisäksi haluttiin selvittää missä fyysisissä tehtävissä EMG-aktiivisuus on suurinta? Kolmantena tutkimuskysymyksenä haluttiin tarkastella eroaako fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla? Näiden tutkimuskysymysten avulla haluttiin selvittää millaisissa liikunnallisissa tehtävissä aktiivisuustasot arvioidaan molemmilla mittareilla samanlaisiksi tai selvästi toisistaan poikkeaviksi. Kiinnostuksen kohteena olivat siis näiden kahden menetelmän väliset erot sekä yhteys eri liikuntaosioissa mitatun fyysisen aktiivisuuden ja motorisen taitavuuden välillä. Lihasaktiivisuuksiin perustuvaa fyysisen aktiivisuuden luokittelua ei ole hyödynnetty vielä lapsia koskevissa tutkimuksissa ennen tätä tutkimusta.

Suurimpia aktiivisuuksia keskiarvo-EMG:n ja keskiarvokiihtyvyyden osalta esiintyi, kun tutkittava oli hippana, juoksi, oli kiinniotettavana hippaleikissä tai hyppi trampoliinilla. EMG ja kiihtyvyys olivat kaikista liikuntaosioista suurimmat, kun tutkittava oli kiinniottajana hippaleikissä. Juoksussa EMG oli toiseksi suurin, mutta kiihtyvyys jäi alhaisemmaksi trampoliinihyppelyyn ja tutkittava kiinniotettavana -tehtävään verrattuna. Tutkittavan ollessa kiinniotettava, EMG-aktiivisuus oli kolmanneksi suurin, mutta kiihtyvyys jäi trampoliinihyppelyä pienemmäksi. Porraskävely ja konttaus olivat keskiarvo-EMG:n osalta samankaltaisia, mutta porraskävelyn keskiarvokiihtyvyys oli konttausta suurempi. Keinuminen, kävely, kiipeily ja tasapainoilu sisälsivät sekä keskiarvo-EMG:n että kiihtyvyyden pienimmät arvot. Keskiarvo-EMG:n osalta järjestys suurimmasta pienimpään näiden neljän liikuntaosion osalta oli seu-

raava: kiipeily, kävely, keinuminen ja tasapainoilu. Näistä liikuntaosioista keinumisen keskiarvokiihtyvyys oli suurin. Järjestyksessä seuraavana olivat tasapainoilu kävely ja kiipeily.

Tutkimuksen liikuntaosioista fyysisesti aktiivisimpia, kovatehoisia tai reippaita liikuntaosioita olivat siis hippaleikki (tutkittava hippana ja tutkittava kiinniotettavana), trampoliinihyppely ja juoksu. Toki leikkitilanteissa vaikuttaa aina intensiteetti, jolla tämänkaltaisia tehtäviä toteutetaan. Lasten välillä voi olla eroja siinä, miten intensiivisesti he leikkiin osallistuvat. Osa lapsista väistelee hippaa aktiivisesti tai tekee esimerkiksi paljon juoksupyrähdyksiä hippana ollessaan toisten leikkiessä hieman rauhallisemmin. Juoksun osalta nopeus vaikuttaa tietysti siihen, minkälaiseksi aktiivisuus luokitellaan intensiteetiltään. Trampoliinihyppelyyn pätevät samat lainalaisuudet. Hyppely on tehokkaampaa, kun lapsi tekee isompia hyppyjä suuri määrä, tai kun hypitään pidemmän ajanjakson ajan. Niin trampoliinihyppelyssä kuin myös hypelyssä yleensä esiintyy suuria kiihtyvyyksiä vertikaalisuunnassa. Siitä syystä kiihtyvyyksimittari saattaa hieman jopa yliarvioida aktiivisuuden intensiteettiä. Trampoliinihyppelyn kiihtyvyys oli samaa tasoa kuin tutkittava hippana -osiossa. EMG-aktiivisuus jäi kuitenkin alhaisemmaksi tutkittava kiinniotettavana -osioon, konttaukseseen ja porraskävelyyn verrattuna. Lisäksi lihasaktiivisuus oli melkein puolet pienempi tutkittava hippana -osioon ja juoksuun verrattuna. Tässä tutkimuksessa hyppely oli määritelty luotettavuuden ja liikuntaosion vakioinnin kannalta tasajalkahypyiksi trampoliinilla, mutta yleensä lapset tekevät monenlaisia temppuja hyppeissään. Erilaiset voltit, pyörimiset ja kierimiset ovat tärkeitä koordinaation kehittämisen ja motoristen taitojen harjaannuttamisen kannalta (Jaakkola ym. 2013). Mielenkiintoista olisi sikiin nähdä, miten mittausmenetelmät reagoivat lapsen vapaaseen hyppeleyn ja temppuiluun, sillä mahdollisimman monipuolinen liikkuminen on tärkeää fyysisen aktiivisuuden ja liikunnan terveysvaikutusten kannalta (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016). Lapset ovat yleensä luonnostaan aktiivisia ja kiinnostuneita touhuilemaan, jos heille siihen annetaan mahdollisuus. Vapaa toiminta motivoi usein lapsia liikkumaan ja vanhempien olisi myös hyvä kannustaa lapsia siihen (Voss & Sandercock 2013). Sykkeen nostaminen edesauttaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja terveyttä. Liikkuvuutta, lihaskuntaa ja koordinaatiota harjoittavat tehtävät puolestaan pitämään hermolihasjärjestelmän terveyttä ja toimintakykyä yllä. Erilaiset hyppelet, pomput, loikat ym. tärähdyksiä sisältävät harjoitteet,

leikit ja liikunnalliset tehtävät vaikuttavat myös luuston terveyteen erityisesti lapsilla ja nuorilla. (Arikoski ym 2002; Markovic & Mikulic 2010.)

Tutkittava hippana -osion kiihtyvyys oli reilusti suurempi juoksuun verrattuna. Hippaleikki on aika intensiivinen varsinkin, kun lapsi on hippana. Suunnanmuutoksia ja juoksupyrähdyksiä tulee paljon, joten kiihtyvyyssmittari reagoi tähän herkästi. Koska myös EMG-aktiivisuus oli suurta, jalkojen lihakset tekevät töitä hippaleikin aikana. EMG-aktiivisuudet olivat lähellä toisiaan tutkittava hippana -osiossa ja juoksussa. Kun tutkittava oli kiinniotettavana, sekä kiihtyvyys että EMG-aktiivisuus laskivat. Tämä kuvastaa hippaleikin luonnetta hyvin. Välillä lapsi saattaa seisokella paikallaan ja tarkkailla missä hippa liikkuu. Samalla hän saa hieman aikaa palautua tekemistään juoksupyrähdyksistä. Myös hippa joutuu välillä taktikoimaan ja ehkä hengähtämään hetken juoksuspurttien välissä. Tässä tutkimuksessa hippaleikki ei ollut kestoltaan kovin pitkä, yhteensä 2 min (1 min hippana, 1 min kiinniotettavana). Hipat jaksoivat ottaa tehokkaasti muita kiinni koko leikin ajan. Tämän tutkimuksen osalta molemmat mittausmenetelmät arvioivat suhteellisen todenmukaisesti fyysistä aktiivisuutta juoksussa ja hippaleikissä. Menetelmien rajoituksena on se, että ylävartalon ja raajojen liike jää huomioimatta. Esimerkiksi kädet toimivat yleensä aktiivisesti juostaessa. Trampoliinilla hypittäessä ne voivat tasapainottaa hyppeilyä tai antaa siihen lisää voimaa.

Konttaus ja porraskävely olivat EMG-aktiivisuuden osalta hyvin lähellä sekä tutkittava kiinniotettavana -osiota että toisiaan. Molemmissa liikuntaosioissa alaraajojen lihakset tekevät työtä, joten EMG-housut arvioivat luultavasti suhteellisen luotettavasti fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä. Porraskävelyn suurempi keskiarvokiihtyvyys konttaukseen verrattuna voi joutua osaltaan siitä, että tutkittavat saivat toteuttaa porraskävelyn ripeästi. Osalla lapsista liikuminen muistutti jopa enemmän porrasjuoksua, kun he innostuivat suorittamaan liikuntaosiota nopeasti.

Kiipeily, kävely ja tasapainoilu olivat keskiarvo-EMG:n ja keskiarvokiihtyvyyden osalta suhteellisen lähellä toisiaan. Ainoastaan keinuminen sisälsi selkeästi suuremman keskiarvokiihtyvyyden näiden kevyempien liikuntaosioiden osalta. Keinumisessa voi esiintyä vauhdista riippuen hyvin suuriakin kiihtyvyyksiä niin vertikaali- kuin horisontaalisuunnassa jo liikunta-

osion luonteen takia. Tämä on varmasti vaikuttanut kiihtyvyyssmittarin lukemiin samaan tapaan kuin trampoliinihyppelyssä. Keinumisvauhtia, kuten myös trampoliinihyppelyä on melko hankala vakioida lapsilla. Tässä tutkimuksessa kiipeily, kävely ja tasapainoilu voidaan ajatella kevyemmiksi liikuntaosioiksi. Toki esimerkiksi kiipeily on liikuntamuotona hyvin tärkeä, sillä se on yksi motorisista taidoista (Jaakkola ym. 2013). Suhteellisen voiman osuus on hyvin olennainen oman painon kannattelemisen kannalta. Tämän tutkimuksen kiipeilyosio ei ollut kovin pitkä, ja se sisälsi puolapuilla kiipeilyä, mikä on suurimmalle osalle lapsista tuttua. Jokainen sai suorittaa kiipeilyosion omaa vauhtiaan, kesto (vähintään 30 s) vaihteli lasten välillä. Puolat ovat yleensä samanlaisella etäisyydellä toisistaan, jolloin lapsi voi valita itselleen helpoimman tavan edetä. Tällöin hän ei välttämättä joudu kurottamaan tai käyttämään jalkojen ponnistusvoimaa tehokkaasti kiivetessään esimerkiksi ylöspäin. Jatkossa voisi tutkia kiipeilyä seinäkiipeilynomaisella seinällä tai jopa luonnossa. Kiipeiltävä matka voisi myös olla pidempi tai kiipeily intensiteetiltään kovatehoisempi. Tällöin voisi tutkia, muuttuuko lihasaktiivisuus kiipeilyn keston pidentyessä tai esimerkiksi kiipeiltävän paikan vaikeustason kasvaessa. Ylävartalon lihasaktiivisuutta olisi myös mielenkiintoista mitata. Kiipeily on yleensä taloudellisempaa, jos alaraajojen voimaa hyödynnetään tehokkaasti (Fanchini ym. 2013). Käyttääkö lapsi mahdollisesti enemmän käsivoimia tai ylävartaloaan, jos kiipeilytaito ei ole vielä kehittynyt taloudelliseksi? Tätä olisi mielenkiintoista tutkia lisää. Kiipeily itsessään on kuitenkin hyvä liikuntamuoto, joka kehittää vartalonhallintaa ja koordinaatiota, vaikka se kiihtyvyyssmittarin ja EMG-shortsien mukaan voidaan ajatella kevyemmäksi aktiivisuudeksi.

8.2 Liikuntaosioiden fyysisen aktiivisuuden intensiteettien luokittelu EMG- ja kiihtyvyyssmenetelmillä

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli, miten EMG- ja kiihtyvyyssmenetelmät luokittelevat lasten tyypilliset fyysisen aktiivisuuden intensiteetit? Hypoteesin mukaan kiihtyvyyssmittari ei välttämättä reagoi fyysisiin tehtäviin, joissa ei ole havaittavissa suuria kiihtyvyyksiä (Pate ym. 2006). Tämä piti osaltaan paikkaansa. Esimerkiksi kiipeilyn, kävelyn, tasapainoilun ja konttauksen keskiarvokiihtyvyydet olivat pienempiä muihin liikuntaosioihin verrattuna. EMG-aktiivisuudet olivat näissä liikuntaosioissa myös pienimpiä keinumisen ohella. Li-

hasaktiivisuuksien keskiarvot olivat kuitenkin suhteessa suuremmat keskiarvokiikthyvyyteen verrattuna menetelmien lineaarista suhdetta tarkasteltaessa tässä tutkimuksessa. Okelyn ym. (2001) mukaan lihasaktiivisuudet esimerkiksi tasapainoa vaativissa tehtävissä voivat olla hyvinkin suuria, koska motorinen taitotaso ei vielä ole vakiintunut täysin.

Konttauksen EMG-aktiivisuus oli kiipeilyyn, kävelyyn ja tasapainoiluun ja keinumiseen verrattuna jonkin verran suurempi. Keskiarvo-EMG oli suhteellisen lähellä porraskävelyn EMG-aktiivisuutta ja hippaleikkiä silloin, kun tutkittava oli hippana. Tämän tutkimuksen mukaan alaraajojen lihakset työskentelivät näissä kevyen aktiivisuuden liikuntaosioissa (keinuminen, kiipeily, kävely ja tasapainoilu). Keskitehoiseksi aktiivisuudeksi voi ajatella porraskävelyn ja konttauksen. Kovatehoisia aktiviteettejä olivat hippaleikki tutkittavan ollessa hippana ja kiinniotettavana, trampoliinihyppely ja juoksu. Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaista yleisesti tällä hetkellä voimassa olevan luokittelun kanssa. Pelkästään kiihtyvyyden avulla lasten liikuntamuotojen luokittelu ei aina ole välttämättä järkevää (Laukkanen ym. 2013). Tämäkin tutkimus osoittaa, että on hyvin paljon liikuntamuodosta kiinni, kuinka paljon lihakset työskentelevät, vaikkei suuria kiihtyvyyksiä esiintyisi.

8.3 EMG-aktiivisuus liikuntaosioissa

Toisen tutkimuskysymyksen avulla oli tarkoitus selvittää, missä liikuntaosioissa EMG-aktiivisuus on suurinta. Koska EMG-shortsit mittaavat alaraajojen lihasaktiivisuutta, suurimmat aktiivisuudet esiintyvät usein alaraajojen lihaksia kuormittavissa tehtävissä. Mikkolan (2012) mukaan EMG-shortseilla sai kuvattua kiihtyvyyksmittaria paremmin aktiivisuuksia, joissa isot reisilihakset olivat aktiivisia. Tasapainoilua ja kehonhallintaa vaativissa liikuntamuodoissa ja tehtävissä saattaa esiintyä hyvinkin suuria isometrisiä lihasaktiivisuuksia, kun hermo-lihasjärjestelmä työskentelee aktiivisesti (Mikkonen & Juutinen 2012). Tämän tutkimuksen tasapainoilua mitannut osio ei sisältänyt kovin suuria lihasaktiivisuuksia. Tasapainoiluosio oli tosin suhteellisen lyhyt ja suurin osa lapsista selviytyi siitä helposti, sillä käveltävä puomi ei ollut erityisen kapea. Tasapainoilua olisikin mielenkiintoista mitata pidemmän ja kapeamman kävelypuomin aikana ja vaikeustasoltaan erilaisissa tehtävissä, jolloin lapsi joutuisi haastamaan tasapainoaan enemmän. Olisiko lihasaktiivisuus tällöin suurempaa? Dynaa-

misia tasapaino-osioita, kuten esimerkiksi hypystä maahan laskeutumista, sisällyttämällä voitaisiin päästä korkeampiin lihasaktiivisuuksiin. Dynaamisesti tasapainoillessaan ihminen joutuu vastustamaan niin maan vetovoimaa, kuin muitakin liikkeeseen kohdistuvia voimia (Patla 1997). KTK-testistön puomilla kävely -osuudessa huomasi selkeästi eroja kävelynopeudessa ja tasapainon säilyttämisessä, kun puomi oli kapea. Tasapainotaidoiltaan hieman heikompi lapsi saattoi edetä puomilla hyvin hitaasti ja varovasti. Rohkeampi tai taidoistaan varmempi lapsi lähti innokkaammin toteuttamaan tehtävää.

Suurimmat EMG-aktiivisuudet esiintyivät selkeästi tutkittava hippana -osiossa ja juoksussa. Näissä liikuntaosioissa alaraajojen lihakset ovat hyvin aktiivisia. Toisaalta hippaleikissä tasapainon säilyttäminen ja kehonhallinta ovat myös hyvin suuressa osassa liikuntasuoritusta nopeissa suunnanmuutoksissa, vaikka liikuntaosio ei puhtaasti pelkkää tasapainoilua olekaan. Nämä nopeat pyrähdykset vaativat hyvää koordinaatiota ja kehonhallintaa (Kalaja & Sääkslahti 2009). Liikkumistaitoihin lukeutuva juoksu on suorituksena myös hyvää koordinaatiota vaativa taito (Yang ym. 2015). Taidon kehittyessä juoksusuoritus muuttuu tasapainoisemmaksi ja taloudellisemmaksi (Jaakkola 2013). Pienellä lapsella tasapainon juoksu saattaa näyttää vielä kömpelöltä ja jalat saattavat olla hyvin leveässä asennossa, jotta tukipinta olisi mahdollisimman suuri ja tasapainon säilyttäminen helpompaa. Kaatumisia saattaa vielä tulla helposti, kun koordinaatio ja kehon hallinta eivät ole vielä harjaantuneet tarpeeksi. Juoksu erilaisilla alustoilla haastaa myös tasapainoa ja koordinaatiota (Fjørtoft ym. 2009). Tasaisella alustalla juokseminen on helpompaa kuin esimerkiksi metsämaastossa tai pehmeällä alustalla. Tasapainolla on siis merkittävä rooli motoriseen taitavuuteen/pätevyyteen ja taidot luovat pohjaa liikkumistaidoille ja välineenkäsittelytaidoille (Gallahue & Ozmun 2002, 17) Lisäksi kaikenlainen liikkuminen vaatii tasapainoa ja kehonhallintaa.

8.4 Liikuntaosioden intensiteetin jakautuminen

Tarkasteltaessa eri liikuntaosioden fyysisen aktiivisuuden intensiteetin jakautumista, voidaan havaita, että EMG-shortsien avulla saatiin tarkemmin tietoa aktiivisuuden jakautumisesta eri intensiteettiluokkiin. Kiihtyvyyksmittarin luokittelun mukaan suurin osa liikuntaosioista sisälsi eniten kovatehoista aktiivisuutta prosentuaalisesti. Näihin liikuntaosioihin lukeutuivat juoksu,

keinuminen, tutkittava hippana, tutkittava kiinniotettavana, konttaus, kävely, porraskävely ja trampoliinihyppely. Kovatehoisen aktiivisuuden prosentuaalinen osuus oli näissä liikuntaosioissa yli 50 % kokonaisaktiivisuusajasta. Kiipeily ja tasapainoilu sisälsivät eniten kevyttä aktiivisuutta (yli 50 % koko aktiivisuusajasta). EMG-shortsien luokittelun mukaan eniten kovatehoista aktiivisuutta (yli 50 %) sisälsivät juoksu ja tutkittava hippana -osio. Kevyttä aktiivisuuden prosentuaalinen osuus oli suurin (yli 50 %) keinumisessa, kävelyssä ja tasapainoilussa. Kiipeilyn, tutkittava kiinniotettavana -osion, konttauksen, porraskävelyn ja trampoliinihyppelyn osalta aktiivisuus jakautui suhteellisen tasaisesti eri intensiteetti- luokkiin (kevyt, keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuus). Näistä liikuntaosioista kiipeily sisälsi pääasiassa kevyttä ja keskitehoista aktiivisuutta enemmän suhteessa kovatehoiseen aktiivisuuteen. Matalasta intensiteetistä huolimatta kiipeily on motoriikan kehittymisen kannalta tärkeä liikunta- muoto. Kiipeily vaatii hyvää koordinaatiota. Lisäksi kun kehon keskilinjaa ylitetään, aivoloh- kujen molemmat puolet joutuvat työskentelemään (Laukkanen 2016). Kehon keskilinjan ylit- täminen nähdään tärkeäksi myös sensorisen integraation kannalta (Ayres 2008). Inaktii- vuusaikaa ei juuri ilmennyt liikuntaosioissa kummankaan mittausmenetelmän tuloksissa. Kiihtyvyyssmittarin mukaan inaktiivisuusaikaa ilmeni vähän (>1%) juoksussa, hippaleikissä (tutkittava hippana ja tutkittava kiinniotettavana), konttauksessa, kävelyssä, tasapainoilussa ja trampoliinihyppelyssä. EMG-shortsien tulosten mukaan yksikään liikuntaosio ei sisältänyt lihasten inaktiivisuusaikaa yli 1 %:a. Hippaleikeissä paikallaanoloa saattaakin olla, jos lapsi tasaa hetken hengitystään tai pysähtyy taktikoimaan ja katsomaan missä hippa tai kiinniotet- tavat liikkuvat.

Kahden mittausmenetelmän välillä suurimmat erot ilmenivät siis keinumisessa, konttaukses- sa, kävelyssä, porraskävelyssä ja trampoliinihyppelyssä. Kuten aiemmin mainittiin, keinumi- nen ja trampoliinihyppely sisältävät jo aktiivisuuden luonteensa takia suuria kiihtyvyyksiä, jolloin kiihtyvyyssmittari reagoi niihin herkästi. Siitä syystä EMG-shortsit antavat luotetta- vampaa kuvaa alaraajojen lihasaktiivisuudesta näissä liikuntaosioissa. Mielenkiintoista olisi selvittää, kumpi menetelmä kuvastaa paremmin energiankulutusta tai motorisen kehityksen kannalta hyödyllistä fyysistä aktiivisuutta.

Kävely ja porraskävely sisälsivät kiihtyvyyssmittarin mukaan eniten kovatehoista aktiivisuutta, kun taas EMG-shortsien mukaan aktiivisuus jakautui tasaisemmin. Kävely sisälsi EMG:n mukaan pääasiassa kevyttä ja keskitehoista aktiivisuutta ja porraskävely tasaisesti kevyttä, keskitehoista ja kovatehoista aktiivisuutta. Kävelyn ja porraskävelyn vauhti vaikutti varmasti osaltaan kiihtyvyyssmittarin intensiteettiluokitteluun. Lapsen rauhallinen kävely saattaa olla helposti ripeää kävelyä, ja muuttua jopa juoksunomaiseksi. Kävelyn kovatehoisen aktiivisuuden osuus oli kiihtyvyyden osalta lähellä porraskävelyn kovatehoisen aktiivisuuden osuutta, ja porraskävelyn lapset toteuttivat melko reippaalla vauhdilla. Laukkasen ym. (2013) tutkimuksessa porraskävely luokiteltiin keskiraskaaksi tai raskaaksi, korkeita kiihtyvyyksiä sisältäväksi siäliikuntamuodoksi.

Konttauksen osalta reipas vauhti on varmasti syy kovatehoisen aktiivisuuden suureen prosentuaaliseen osuuteen kiihtyvyyssmittarilla mitattuna. Laukkasen ym. (2013) tutkimuksessa konttaus sisälsi myös suuria kiihtyvyyksiä. EMG-shortsien mukaan aktiivisuus on jakautunut tasaisemmin kevyeen, keskitehoiseen ja kovatehoiseen aktiivisuuteen. Alaraajojen lihakset työskentelevät konttauksen aikana, mutta aktiivisuutta ei voida kuitenkaan luokitella tämän tutkimuksen mukaan kovatehoiseksi fyysiseksi aktiivisuudeksi.

Liikuntaosioiden aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteettiluokkiin tuo esiin mielenkiintoista tietoa (kuvio 6). Kiihtyvyyssmittarilla ja EMG-shortseilla mitattu aktiivisuus jakautui intensiteettiluokkiin samankaltaista trendiä noudattaen, kun tutkittava juoksi, kiipeili, tasapainoili ja oli hippana tai kiinniotettavana hippaleikissä. Vaikka intensiteetin jakautuminen prosenttilukuihin erosi jonkin verran, mittarit käyttäytyivät samaan tapaan näissä liikuntaosioissa. Menetelmiä voi hyvin käyttää tukemaan toisiaan tämän tyyppisissä aktiivisuuden muodoissa. EMG-shortseilla saatiin hyödyllistä tietoa alaraajojen lihasten työskentelystä kiihtyvyyssmittarin luokittelun lisäksi.

Kiihtyvyyssmittari korosti selkeästi intensiteettiluokkien yläpäättä konttauksessa, porraskävelyssä ja trampoliinihyppelyssä. Näissä liikuntaosioissa koko vartalo liikkuu nopeasti vertikaali- tai horisontaalisuunnassa. Porraskävely muistutti tässä tutkimuksessa enemmän porraskävelyä, kun lapset innostuivat suorittamaan liikuntaosion suhteellisen nopeasti. Mielenkiin-

toista olisi toteuttaa mittaus uudestaan ja vakioida porraskävely selkeästi kävelyksi. Näin saisi vielä paremman kuvan porraskävelyn aktiivisuuden jakautumisesta. Kuten aiemmin jo mainittiin, konttauksessa alaraajojen lihakset työskentelevät aktiivisesti, mutta kiihtyvyyssmittarin korostama kovatehoisen aktiivisuuden määrä saattoi johtua konttausvauhdista. Mittari sijaitti lantiolla ja saattoi lisäksi liikkua hieman lasten innostuessa konttaamaan mahdollisimman nopeasti. Trampoliinihyppelyssä esiintyy suuria kiihtyvyyksiä pystysuunnassa jo aktiivisuuden luonteen takia.

Keinumisessa ja kävelyssä oli havaittavissa u:n muotoinen käyrä mittausmenetelmien vertailussa. EMG-shortsit luokittelivat keinumisen ja kävelyn pääasiassa kevyemmän aktiivisuuden liikuntaosioiksi ja kiihtyvyyssmittari kovatehoisemman aktiivisuuden liikuntaosioiksi. Kiihtyvyyksiä esiintyy luonnostaan, kun lapsi keinuu. Toki keinumisvauhtiin vaikuttaa niin alaraajojen kuin keskivartalonkin aktiivisuus. Vauhtia ei tarvitse kovin isoilla liikkeillä ylläpitää keinumisen aikana. Kävelyvauhdin vakioinnin tärkeys korostuu etenkin, kun mitataan lapsia. Jos kävelyvauhti on reipas, reagoi kiihtyvyyssmittari tähän voimakkaasti. Juoksun ja kävelyn välille tulee tehdä selkeä ero, joka olisi hyvä pystyä vakioimaan. Lapsilla vakiointi ei välttämättä ole helppoa. Oma normaali ja luonnollinen kävelyvauhti ei aina löydy helposti, ja kävelyn toistaminen samalla vauhdilla saattaa tuntua lapselta tylsältä tai jopa hankalalta tehtävältä.

8.5 Fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla

Kolmas tutkimuskysymys sisälsi taitavuuden näkökulman. Sen avulla selvitettiin, eroaako fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ja lihasaktiivisuus eri liikuntaosioissa motoriselta taitavuudeltaan ääripäitä edustavilla lapsilla? Hypoteesin mukaan KTK-testeissä korkeammat pisteet saaneen lapsen (motorisesti taitava) koordinaatio on luultavasti parempi ja motoriset taidot vakiintuneempia matalamman pistemäärän saaneeseen lapseen (motorisesti normaali) verrattuna (Gallahue & Ozmun 2002, 17). Liikkuminen on taloudellisempaa, kun koordinaatio on hyvä ja motoriset taidot hyvällä tasolla (Jaakkola 2013.) Tämä saattaa näkyä lihasaktiivisuuksissa ja kiihtyvyyssmittarin tuloksissa alhaisempana aktiivisuutena motorisesti heikompaan lapseen verrattuna.

Juoksu jakautui aktiivisuuden intensiteettiiluokkiin suhteellisen samankaltaisesti lihasaktiivisuuden osalta molemmilla lapsilla. Kiihtyvyyssmittarilla mitattuna prosenttiosuuksissa esiintyi enemmän hajontaa. Molemmat mittausmenetelmät luokittelivat juoksun kovatehoiseksi aktiivisuudeksi. Kiihtyvyyssmittarilla mitattuna kovatehoisen aktiivisuuden osuus oli suurempi motorisesti taitavalla lapsella, mahdollisesti hieman kovemman juoksuvauhdin takia. Lihasaktiivisuudet olivat kuitenkin molemmilla tutkittavilla samankaltaiset, voisi tämä tarkoittaa sitä, että taitavamman lapsen juoksu oli mahdollisesti taloudellisempaa, sillä lihasaktiivisuus oli suhteessa pienempi juoksuvauhtiin nähden motorisesti normaaliin lapseen verrattuna. Taitavammalla lapsella juoksu olisi tasapainoisempaa, jolloin lihasten aktivaatio olisi optimaalisempi suorituksen aikana kuin motorisesti normaalilla lapsella. Kiihtyvyyssmittarin mukaan juoksuun sisältyi inaktiivisuusaikaa kummallakin tutkittavalla. Tämä voi johtua siitä, että juoksuosiossa lapsi lähti liikkeelle paikaltaan ja suoritus päättyi, kun lapsi kosketti seinää, jota kohti hänen tuli juosta. Tällöin suoritukseen kuului sekä kiihdytysvaihe että vauhdin hiljentämisen vaihe hieman ennen seinää.

Lihasaktiivisuudet kertoivat keinumisen olevan pääasiassa keskitehoista ja kovatehoista aktiivisuutta. Taitavamman lapsen kovatehoisen aktiivisuuden osuus oli suurempi motorisesti normaaliin lapseen verrattuna. Käyttikö taitavampi lapsi enemmän jalkoja ottaakseen vauhtia? Kiihtyvyyssmittarin kovatehoisen aktiivisuuden osuudet eivät kuitenkaan eronneet suuresti tutkittavilla (motorisesti taitava 86,4 % ja motorisesti normaali 91,4 %). Luultavasti tutkittavien keinumisvauhdit ovat olleet lähellä toisiaan. Näin jälkikäteen olisi mielenkiintoista, jos mittauksien tukena olisi videomateriaali, josta voisi tarkastella osioiden suoritusta. Se toisi lisää informaatiota tutkimuksen tulosten analysointiin ja pohdintaan. Keinumisen osalta voisi esimerkiksi tarkastella miten vauhdinotto tapahtui tai käyttikö lapsi ylävartaloa ja keskivartaloa vauhdin lisäämiseksi? Miten alavartalo työskenteli tehtävän aikana?

Kiihtyvyyssmittari luokitteli kiipeilyn pääosin kevyeksi aktiivisuudeksi molemmilla tutkittavalla. EMG-shortsit kuitenkin paljastivat, että aktiivisuus jakaantui tasaisemmin eri intensiteettiiluokkiin. Motorisesti taitavalla lapsella kiipeily oli pääasiassa keskitehoista ja kovatehoista aktiivisuutta ja motorisesti normaalilla lapsella keskitehoista aktiivisuutta. Taitavamman lapsen alaraajat työskentelivät tehokkaammin. Kiipeily on taloudellisempaa, kun alaraa-

jojen lihasvoimaa osaa hyödyntää tehokkaasti (Fanchini ym. 2013). Tällöin eteneminen ei tapahdu pelkästään ylävartalolla ja käsillä. Motorisesti taitava lapsi eteni hieman hitaammin (aika motorisesti taitavalla lapsella 48 sekuntia ja motorisesti normaalilla lapsella 43 sekuntia) puolapuilla. Kovatehoisen aktiivisuuden osuus kiihtyvyyssanturilla mitattuna oli kuitenkin taitavammalla lapsella selkeästi suurempi. Ylös- ja alaspäin mentäessä motorisesti taitava lapsi on mahdollisesti liikkunut nopeammin kuin motorisesti normaali lapsi, jolloin kiihtyvyyssmittari reagoi liikkumiseen voimakkaasti. Sivuttaissuunnassa liikkuminen on luultavasti tällöin tapahtunut hitaammin motorisesti taitavalla lapsella, jos vertaillaan kiipeilyn kokonaiskestoja toisiinsa.

Välitunnin aikana leikityssä hippaleikissä molemmat mittausmenetelmät arvioivat aktiivisuuden kovatehoiseksi. Tutkittavien välillä ei ollut myöskään suuria eroja intensiteetti- ja prosenttiluvuissa. Voi ajatella, että molemmat tutkittavat motivoituivat hippaleikistä, sillä he jaksoivat hippana juosta tehokkaasti muita kiinniottaen. Kun tutkittava oli ensin ollut hippana, oli vuoro olla kiinniotettavana. Roolien ero oli selkeästi havaittavissa kiihtyvyyssmittarilla. Kun tutkittava on kiinniotettavana, on juoksupyrähdysten välillä hetki aikaa hengähtää ja tarkkailla, missä hippa liikkuu. Inaktiivisuusaikaa esiintyi molemmilla tutkittavilla tässä hippaleikin jälkimmäisessä osiossa. Motorisesti normaalilla lapsella inaktiivisuuden prosenttiosuus kiihtyvyyssmittarilla oli selkeästi suurempi (19,7 %) taitavampaan lapseen verrattuna (3,3 %). Kovatehoisen aktiivisuuden osuus oli myös suurempi taitavammalla lapsella. EMG-shortsien lihasaktiivisuuksissa inaktiivisuutta ei esiintynyt, eli alaraajojen lihakset olivat luultavasti hetken pysähdystenkin aikana aktiivisesti töissä. Taitavampi lapsi jaksoi juosta enemmän kiinniotettavana motorisesti normaaliin lapseen verrattuna.

Konttausosio ei suuresti eronnut tutkittavilla kummallakaan mittausmenetelmällä mitattuna. Molemmat mittarit luokittelivat konttauksen kovatehoiseksi aktiivisuudeksi. Alaraajojen lihakset selkeästi siis työskentelivät ja konttaus oli vauhdikasta, jolloin kiihtyvyys oli suurimmaksi osaksi kovatehoista. Tehtävä ei ehkä ollut 7-vuotiaiden liikuntaosioksi paras mahdollinen. Konttaus ei ehkä motivoinut lapsia kovinkaan suuresti. Parempi tehtävä konttauksen tilalle olisi voinut olla esimerkiksi karhukävely tai rapukävely. Nämä tehtävät saattaisivat kertoa paremmin motorisesta taitotasosta ja koordinaatiosta. Konttauksen tapaisesti kävelyn

tulokset olivat myös hyvin samankaltaiset tutkittavilla. Mittausmenetelmien välillä sen sijaan oli eroja. EMG-shortsit luokittelivat kävelyn pääasiassa kevyeksi ja keskitehoiseksi, kun taas kiihtyvyyssmittari luokitteli kävelyn kovatehoiseksi aktiivisuudeksi näillä kahdella tutkittavalla. Kävelyvauhti voi olla osaltaan selittävä tekijä kiihtyvyyssmittarin luokitteluun. Mittari liioitteli selkeästi aktiivisuuden yläpäättä. Porraskävely käyttäytyi samaan tapaan. Aktiivisuuden prosenttiosuudet eivät juuri eronneet tutkittavien välillä, mutta mittausmenetelmät erosivat.

Tasapainoilussa esiintyi eroja tutkittavien välillä. EMG-shortsit luokittelivat aktiivisuuden kyllä kummallakin tutkittavalla pääasiassa kevyeksi ja keskitehoiseksi aktiivisuudeksi. Motorisesti normaalin lapsen keskitehoisen aktiivisuuden osuus oli kevyttä aktiivisuutta suurempi. Motorisesti taitavalla lapsella tulos oli päinvastoin. Kiihtyvyyssmittarin mukaan kummallakin tutkittavalla oli noin 8 % inaktiivisuusaikaa. Mittari luokitteli tasapainoilun pääasiassa kevyeksi aktiivisuudeksi. Taitavammalla tutkittavalla keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden osuudet olivat suuremmat motorisesti normaaliin tutkittavaan verrattuna. Taitavampi lapsi suoritti tasapainoiluosion hieman nopeammin (motorisesti taitavan lapsen aika 40 sekuntia ja motorisesti normaalin lapsen aika 43 sekuntia). Hieman nopeampi suoritustapa voi kertoa siitä, että lapsi on tottunut tasapainoilemaan. Rohkeus lisääntyy, kun taito on vakiintuneempi. Aikaero suoritusten välillä oli tässä tapauksessa kuitenkin pieni. Varovaisempi tai kokemattomampi lapsi suorittaisi tehtävän luultavasti vieläkin rauhallisemmin. Tasapainon hallinta hitaammassa vauhdissa on helpompaa, sillä painopiste ei liiku tukipisteen tai tukipinnan päältä pois niin nopeasti (Gallahue ym. 2012, 15). Kun taidot karttuvat ja tasapainonhallinta dynaamisessa liikkeessä kehittyy, on suoritusnopeutta helpompi lisätä.

Trampoliinihyppelyssä esiintyi myös eroja tutkittavien välillä. EMG-shortsien mukaan aktiivisuus oli kovatehoista (67,8 %) taitavammalla lapsella. Motorisesti normaalilla lapsella aktiivisuus jakautui tasaisemmin kevyen, keskitehoisen ja kovatehoisen aktiivisuuden kesken. Kevyen aktiivisuuden osuus oli suurin (43,4 %). Kiihtyvyyssmittari luokitteli trampoliinihyppelyn selkeästi kovatehoiseksi aktiivisuudeksi molemmilla lapsilla (motorisesti normaali 96,7 % ja motorisesti taitava 85,6 %). Taitavammalla lapsella oli selkeästi suuremmat lihasaktiivisuudet hyppelyn aikana. Motorisesti normaali lapsi ei välttämättä saanut aktivoituaan alaraajojen lihaksia yhtä tehokkaasti taitavampaan lapseen verrattuna. Hypyt saattoivat olla myös

pienempiä. Tasapainoa on mahdollisesti ylläpidetty enemmän ylävartalon avulla (esimerkiksi käsien käyttö). Kovatehoisen aktiivisuuden osuus kiihtyvyyssmittarilla mitattuna oli tosin suurempi motorisesti normaalilla lapsella. Taitavampi lapsi oli painavampi motorisesti normaaliin lapseen verrattuna, vaikka heillä oli pituus suunnilleen sama. Taitavampi lapsi joutui ehkä käyttämään jalkojen lihasvoimaa tehokkaammin hyödykseen päästäkseen hyppäämään korkeammalle. Kevyemmän lapsen ei tarvitse tehdä niin suurta lihastyötä, trampoliinin heittävä voima auttaa jo luonnostaan. Jos lapsi on hieman kokemattomampi, voi olla, että hän ei uskalla hyödyntää jalkojen voimaa maksimaalisesti, jotta hypyt pysyvät mukavuusalueella. Voi myös olla että hypyn ja jalkojen lihasvoiman käytön ajoitus ei motorisesti normaalilla lapsella ole yhtä tehokas taitavampaan lapseen verrattuna.

Kyselylomakkeen perusteella liikuntaharrastusten määrä lasten oman arvioinnin mukaan oli suunnilleen sama. Taitavampi lapsi harrasti parkouria ja jalkapalloa. Motorisesti normaalin lapsen harrastuksiin kuului jumppa ja musiikki. Taitavampi lapsi on varmasti tottunut esimerkiksi juoksemaan ja kiipeilemään, temppuilemaan ja tasapainoilemaan paljon. Jalkapallo harjaannuttaa välineenkäsittelytaitoja, jolloin myös koordinaatio kehittyy. Mittauspäivän aikana koulupäivän viimeisellä välitunnilla molemmat tutkittavat olivat kiipeilleet. Lisäksi liikunnallisten harrastusten perusteella voisi ajatella, että tutkittavat ovat mahdollisesti fyysisesti aktiivisia myös muilla välitunneilla. Jos tutkimus toteutettaisiin uudelleen, olisi arvokasta tietoa lasten liikuntatottumuksista ja -harrastuksista voinut tiedustella lasten vanhemmilta. Näin fyysisen aktiivisuuden ja motorisen taitojen välisistä yhteyksistä saisi tässä tutkimuksessa käytettyjen mittausmenetelmien ohella vielä tarkempaa tietoa.

Erot liikuntaosioissa, kuten esimerkiksi kiipeilyssä, tasapainoilussa ja trampoliinihyppelyssä voisivat hyvin selittyä osittain harrastuneisuudella. Taitavampi lapsi on päässyt harjoittelemaan motorisia taitoja ja niiden yhdistelmiä parkourissa, ja tehtävät olivat hänelle luultavasti tuttuja ja helppoja. Toistojen kautta taidot kehittyvät ja hioutuvat (Jaakkola ym. 2013; Sääkslahti & Cantell 2009). Fyysinen kunto saattoi olla myös hieman parempi taitavammalla lapsella. Kun tutkittavat olivat kiinniotettavana, motorisesti normaalin lapsen kiihtyvyyssmittari rekisteröi inaktiivisuutta selkeästi enemmän taitavampaan lapseen verrattuna. Taitavampi

lapsi jaksoi ylläpitää tehokkaamman aktiivisuuden tason pidempään leikin aikana, sillä aktiivisuuden tasot olivat samankaltaiset alkuosiossa, kun tutkittavat olivat hippoina.

Hypoteesi piti osittain paikkansa, liikkumisen taloudellisuus ja parempi koordinaatio saattoivat vaikuttaa siihen, että lihasaktivaatio oli muutamassa osiossa pienempi motorisesti normaaliin lapseen verrattuna. Osassa liikuntaosioissa lihasaktiivisuus oli puolestaan suurempaa, jolloin taitavampi lapsi sai käytettyä alaraajojen lihaksia tehokkaammin hyödyksi. Myös rohkeus ja liikkeiden helppouden tunne saattoivat vaikuttaa tähän. Taitavuuden merkitys astui kuvaan taitojen ja lihasten sähköisen aktiivisuuden kannalta. Koordinaation toimivuudesta antoi näyttöä alaraajojen lihasten taloudellinen käyttö sekä niiden tehokas aktivointi esimerkiksi suuremman voiman ja nopeuden tuottamiseksi. Kiihtyvyydsmittari toi hyvää lisätietoa: esimerkiksi sen avulla sai hyvin selville kehon liikkumisen nopeuksia suhteessa ympäristöön. Videomateriaali liikuntaosioista olisi tuonut vielä arvokasta lisätietoa analysointi- ja pohdintavaiheeseen. Tämän tutkimuksen tutkittavat sijoittuivat kaikki kolmeen ylimpään taitoluokkaan KTK-testistön perusteella. Jatkossa olisi mielenkiintoista verrata selkeästi korkeimpaan ja heikoimpaan taitoluokkaan kuuluvia lapsia keskenään. Olisivatko aktiivisuuden luokittelussa suuremmat erot liikuntaosioissa ja eri mittareiden välillä?

8.6 Rajoitukset ja tutkimuksen kriittinen tarkastelu

Aineiston pieni koko oli rajoittava tekijä tässä tutkimuksessa (N=11), kun tarkastellaan tutkimuksen luotettavuutta. Tuloksissa on pienen aineistokoon takia havaittavissa keskihajontojen perusteella suurta yksilöllistä vaihtelua. Se kuvastaa hyvin sitä, että jokainen lapsi on omanlaisensa yksilö. Yleistyksiä on hankala tehdä, vaikka aineiston koko olisi ollut suurempi. Päivän aikana mittaukset voitiin toteuttaa ainoastaan yhdelle lapselle kerrallaan, sillä EMG-shortseja ei ollut lasten kanssa saatavilla useampia. Tutkittavia oli alkuun 17, mutta osa mitatusta EMG-datasta ei ollut käyttökelpoista, jolloin mitattavien määrä supistui 11 tutkittavaan. Jatkossa olisikin hyvä tehdä samantyyppisiä fyysisen aktiivisuuden mittauksia eri liikuntamuodoissa suuremmalla tutkittavien määrällä. Tällöin tutkimuksen luotettavuus lisääntyisi. Lisäksi tarjoutuisi mahdollisuus tarkastella yksilöllistä vaihtelua suuremmassa lapsimäärässä.

EMG-signaaliin laatuun vaikuttaa usea tekijä. Signaalin laatu pysyy hyvänä, jos elektrodipastaa on riittävästi elektrodien ja ihon välissä parantamassa kontaktia. Housujen tulee olla lisäksi sopivan kokoiset ja riittävän tiukat, jotta elektrodien kontakti ihoon säilyy koko ajan. Tutkittavien pituus ja paino vaihteli, osalle housut eivät olleet luultavasti tarpeeksi tiukat, jolloin elektrodien paikka iholla muuttui. Kerätystä datasta oli useilla lapsilla selkeästi havaittavissa datan huononeminen päivän aikana. Se johtui mahdollisesti juuri housujen väärästä koosta tai elektrodipastan kuivumisesta. Datan laatua saatiin parannettua, kun elektrodipastaa lisättiin elektrodeihin lapsen tullessa iltapäivämittauksiin. EMG-signaalin huonosta laadusta johtuen joissakin liikuntaosioissa jouduttiin kanavia jättämään pois analysointivaiheessa. Tämä pienentää aineiston kokoa hieman lisää. Kanavilla tarkoitetaan EMG-shortsien kunkin elektrodin omaa datasignaalia.

Aina voidaan myös pohtia, olivatko tutkimukseen valitut liikuntaosiot tarkoituksenmukaisia kuvaamaan lasten fyysistä aktiivisuutta. Koeasetelman päättäminen ei ole helppoa, kun tutkitaan lapsia. Tärkeää on miettiä, mitä halutaan mitata ja miten. Tämän tutkimuksen liikuntaosiot olivat mielestäni hyviä alakouluikäisille lapsille. Jos mittaukset toteutettaisiin uudelleen, osioiden vakiointiin ja suunnitteluun voisi kiinnittää vielä enemmän huomiota. Esimerkiksi kävelyn ja porraskävelyn selkeämpi vauhdin kontrollointi lisäisi luotettavuutta. Kiipeily- ja tasapainoiluosiot kaipaisivat lisää haastetta. Kiipeilyyn voisi koostua useammasta eri osasta. Koulujen piholla tai puistoissa olevat kiipeilytelineet tarjoaisivat mahdollisuuden tähän. Kiipeily puussa tai muussa luonnonmaastossa tarjoaisi myös mielenkiintoisen vertailukohdan tämän motorisen taidon monimuotoisuudelle. Tasapainoiluosion olisi hyvä olla riittävän pitkä, ja sen tulisi tarjota tarpeeksi haastetta. Kapea puomi, mutkitteleva reitti ja pieni hypähdys esineeltä toiselle toisivat lisää tietoa, mitä alaraajojen lihaksissa tapahtuu tasapainoa ylläpidettäessä muuttuvissa olosuhteissa. Kiinnostavaa olisi myös tietää, että mitä lisätietoa saataisiin metsämaastossa tasapainoilusta. Tasapainoilua sisältyy myös talvella luisteluun ja hiihtoon. Lisäksi näissä liikuntamuodoissa lihakset työskentelevät liikkeen tuottamiseksi tehokkaasti. Mitä tapahtuu puolestaan pyöräilyssä? Kuinka aktiivisia alaraajojen lihakset tällöin ovat? Koulumatkoja ja hyötyliikuntaa saattaa kertyä pyöräilymatkoina hyvinkin paljon. Eri-laisissa ympäristöissä, olosuhteissa ja eri vuodenaikoina tehtävät mittaukset toisivat arvokasta lisätietoa lasten fyysisestä aktiivisuudesta.

Yksilölliset erot lasten välillä nousevat suureen rooliin lapsiin kohdistuvissa tutkimuksissa. Lapset esimerkiksi motivoituvat erilaisista tehtävistä. Tällä voi olla suuri vaikutus siihen, yrittääkö lapsi parhaansa. Konttaus ei tässä tutkimuksessa välttämättä motivoinut 7-vuotiaita lapsia. Tilalla olisi voinut olla pieni pujottelurata tai muu tempurata, jossa alaraajojen lihakset työskentelevät. Toisaalta tehtävät, joissa ylävartalo työskentelee aktiivisesti, olisivat myös mielenkiintoisia. Tällöin näkisi, minkälaista aktiivisuutta alaraajojen lihaksissa esiintyy, jos lapsi joutuu käyttämään kokonaisvaltaisemmin kehoaan. Leikkiosiota voisi myös kehittää, jos tutkimus toteutettaisiin uudelleen. Kaikki lapset eivät innostu hippaleikeistä: toiset pelaavat mieluummin erilaisia pelejä tai haluavat osallistua rauhallisempiin leikkeihin. Välitunnin leikkiosioon voisi hyvin lisätä esimerkiksi jonkin lyhyen pallo-pelin tai muun leikin.

Nuoremmilla lapsilla mittaajien tai muiden ihmisten läsnäolo voi häiritä jotakuta ja vaikuttaa sitä kautta tuloksiin. Mittaustilanne on usein jännittävä ja kannustaminen ja rohkaisu ovatkin suuressa roolissa tällöin. Vuorokaudenaika ja vireystila ovat myös tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa liikuntaosoiden suoritukseen. Näitä asioita on hyvä miettiä etukäteen, jotta mittaustilanteesta voisi tehdä lapselle mahdollisimman miellyttävän kokemuksen. Kun ilmapiiri on salliva ja tehtävät motivoivia, lapsi yrittää parhaansa ja suorittaa tehtäviä mielellään (Haapala ym. 2014b; Stodden ym. 2008). Onnistuimme luomaan lapsille kannustavan, rohkaisevan ja myönteisen ilmapiirin, sillä kaikki suorittivat vaaditut tehtävät. Trampoliinihyppely ja kiipeily telinesaliympäristössä osoittautuivat mielekkäimmiksi tehtäviksi toteutetuista liikuntaosioista.

Mittaukset toteutettiin asianmukaisilla ja validoiduilla mittausmenetelmillä, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta. Lisäksi mittausympäristö oli kaikille tutkittaville sama. Luotettavuuteen vaikuttaa positiivisesti myös pilottimittaus, joka toteutettiin ennen varsinaisen tutkimuksen alkua. Varsinaisten mittausten jälkeen EMG-signaali sekä tulosten analysointi tapahtui ohjaajien ohjeistuksen mukaisesti.

8.7 Motoriset taidot, fyysinen aktiivisuus ja mittaaminen

Yleisellä tasolla tarkasteltaessa lasten liikkuminen on yksipuolistunut ja vähentynyt. Säännöllisen fyysisen aktiivisuuden edut ja liikkumattomuuden haitat ovat nykypäivänä suhteellisen hyvin yleisesti tiedossa, mutta riskit fyysisen inaktiivisuuden ja liiallisen paikallaan olemisen osalta eivät ole täysin selviä (Hills ym. 2007). Nykypäivän haasteena on suosituksiin nähden liian vähäinen fyysinen aktiivisuus (fyysinen inaktiivisuus), mikä ei edistä tarpeellisten motoristen taitojen harjoittamista. Aikaa käytetään liikaa muun muassa video- ja tietokonepelien pelaamiseen ja television katsomiseen. Tämä on iso haaste nykypäivänä, sillä viihdemediaan käytetty aika saattaa olla pois aktiivisen toiminnan mahdollisuuksista. Liikkumattomaa aikaa voi sisältyä päiviin hyvin paljon pitkiäkin ajanjaksoja. Tosiasia on myös, että lapset oppivat jo pienestä pitäen käyttämään viihdemediaa, sillä he ovat kasvaneet digitaalisen teknologian aikana. He ovat usein päivittäin tekemisissä esimerkiksi erilaisten älylaitteiden kanssa, eivätkä monet osaa välttämättä kaivata vapaa-aikaansa muuta tekemistä. Toki digitekniologiaa voi myös hyödyntää aktivoiviin toimintoihin. On olemassa esimerkiksi erilaisia pelejä ja sovelluksia, joiden avulla liikkumista voi edistää ja jopa lisätä. Niin teknologian käytön kuin yleisesti fyysisen aktiivisuuden suhteen vanhempien ja muiden kasvattajien oma esimerkki, kasvatus ja kannustus ovat suuressa roolissa. Fyysiseen aktiivisuuteen kannustaminen ja aktiivisen ajan edesauttaminen tarjoavat mahdollisuuksia motoristen taitojen harjoittamiseen.

Liikuntaa olisi hyvä kertyä uusien suositusehdotusten mukaan vähintään 3 tuntia päivässä alle 8-vuotiailla lapsilla (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016). Liikunnan tulisi olla monipuolista ja monin eri tavoin kuormittavaa. Lisäksi suosituksissa on jaoteltu liikuntaa reippaaksi ja vauhdikkaaksi (juoksu, kiipeäminen, trampoliinilla hyppiminen), keskiraskasta (reipas kävely, polkupyöräily) sekä kevyeksi ja rauhalliseksi (pallonheitto, hidas kävely tai tasapainoilu). Liikunnan määrän suositusten ohella on otettu kantaa myös istumiseen ja paikallaanoloon. Yli tunnin yhtämittaisia istumisjaksoja tulisi välttää. (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016; TEHYLI 2016.) Päivittäiset liikuntahetket voivat tapahtua sekä kotona että päiväkodissa tai koulussa. Fyysisen aktiivisuuden ottaminen osaksi arkea voi edistää oppimista kouluissa ja päiväkodeissa (Bart ym. 2007). Liikunta- ja seikkai-

lupäiväkodit ovat hyviä esimerkkejä ulkoilun ja liikunta-aktiivisuuden edistämisen suhteen. (Finni ym. 2013.) Esimerkiksi metsässä leikkiminen harjoitutti lasten luovuutta ja samalla tasa-arvoisti ja yhdenvertaisti lapsia häivyttämällä liikkumiseen liittyviä ikä- ja sukupuolieroja (Fjørtoft 2004). Tavallisetkin pihaleikit ovat riittävää liikuntaa lapselle, jos niistä kertyy suositusten mukainen aika päivässä. Vanhemmat ja muut kasvattajat voivat olla lapsen kanssa fyysisesti aktiivisia. Sosiaalisen yhteenkuuluvuuden tunne motivoi toimintaan ja tekee liikkumisesta mielekästä.

Huoli motoristen taitojen harjoituksen puutteesta ja fyysisen aktiivisuuden vähenemisestä on aiheellinen. Sen lisäksi, että esimerkiksi motoriset taidot luovat pohjaa sekä kaikelle liikkumiselle että fyysisesti aktiiviselle elämäntavalle, ne myös ennustavat hyvää sydän- ja verenkiertoelimistön kuntoa sekä alhaisempaa painoa (Timmons ym. 2012). Liian vähäinen fyysinen aktiivisuus ja liikkumattomuus muodostavat siis kansanterveydellisestä näkökulmasta ison haasteen yhteiskunnalle. Lisääntynyt ylipainoisuus lapsilla on huolestuttava kroonisten sairauksien riskitekijänä, ja ongelmiin tulisi puuttua tutkimusten ja lisääntyvän tutkimustiedon avulla. Ylipainoisuuteen voi johtaa toki usea tekijä. Fyysisen aktiivisuuden ja liikunnan ohella myös muut elintavat ja hyvinvointiin liittyvät asiat, kuten esimerkiksi ruokailutottumukset, uni sekä elinympäristö ovat lapsen arjessa hänen terveyteensä olennaisesti vaikuttavia tekijöitä. Linnun ym. (2011) mukaan yli kolmannes ensimmäisen luokan oppilaista syö epäsäännöllisesti ja nukkuu terveytensä kannalta liian vähän (vähemmän kuin 10 tuntia). Lyhyellä yönellä on havaittu olevan yhteyttä vähäiseen liikuntaan, liialliseen istumiseen, epäterveelliseen ravitsemukseen, huonoon verenkiertoelimistön kuntoon ja lisääntyneeseen kehon rasvapitoisuuteen (Lintu ym. 2011). Kehon suuri rasvapitoisuus on mahdollisesti yhteydessä motoriseen suorituskykyyn (Haapala ym. 2013). Näin muodostuu hankala kierre, jonka seurauksena lapsen varttuessa fyysisesti aktiivisen ja liikunnallisen elämäntavan omaksuminen voi hankaloitua entisestään (Stodden ym. 2008).

Ylipainoisuuden ennaltaehkäisemiseksi pienetkin fyysisen aktiivisuuden hetket ovat tärkeitä. Tässä tutkimuksessa esimerkiksi juoksu ja hippaleikki osoittautuivat reippaaksi aktiivisuudeksi. Lasten aktivoiminen erilaisiin fyysisesti aktiivisiin leikkeihin on yksi keino lisätä päivittäisen aktiivisuuden määrää niin päiväkodissa, koulussa kuin kotona. Päivittäinen energi-

ankulutus lisääntyy, jolla on vaikutus painonhallintaan. Elämäntapoihin ja tottumuksiin on mahdollista vaikuttaa pienilläkin muutoksilla. Kaikentyypinen aktiivisuus on aina hyväksi, joten kevytätehoisemmatkin aktiivisuudet ovat suositeltavia. Jos lapsi tykkää tasapainoilla tai kiipeillä pihapuissa ja kiipeilytelineissä, kannattaa häntä rohkaista siihen. Tässä tutkimuksessa kevytätehoisemminkin tehtävissä lihakset työskentelivät aktiivisesti. Portaissa kävely, kiipeily ja tasapainoilu ovat hyviä liikkumismuotoja sekä fyysisen aktiivisuuden että motoristen taitojen kehittymisen kannalta.

Virikkeellisessä ympäristössä lapsilla ja nuorilla on mahdollisuus haastaa itseään ja kokea onnistumisen ja oppimisen elämyksiä. Varhaiskasvatuksen liikuntasuosituksen (Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset 2016) mukaan liikuntaympäristön tulisi houkuttaa liikkumaan, olla turvallinen sekä sisältää riittävästi välineitä myös omaehtoiseen toimintaan. Jokaisen lapsen ja nuoren motoristen taitojen kehittyminen on lisäksi yksilöllistä, mikä tulee huomioida myös kasvatuksellisesti. Muun muassa opettajien, valmentajien, vanhempien ja muiden lasten ja nuorten parissa toimivien tulisi kiinnittää huomiota siihen, millä tavalla voidaan tukea mahdollisimman hyvin lasten ja nuorten motoristen taitojen kehitystä, sekä edistää terveellistä fyysisesti aktiivista elämää. Kannustaminen ja rohkaisu sekä edellytysten luominen ja mahdollisuuksien tarjoaminen nousevat tässäkin tilanteessa suureen rooliin etenkin fyysisesti inaktiivisten ja liikkumattomien lasten osalta. Tämä on tärkeää jo senkin kannalta, että fyysisellä aktiivisuudella on havaittu olevan yhteyksiä koulussa jaksamiseen, keskittymiseen ja koulumenestykseen (Bart ym. 2007). Esimerkiksi Tammelan Taimitarhan metsäesikoulussa esikoululaiset käyvät esikoulua metsässä ja he ovat vain tarvittaessa sisällä. Lapset ovat päivän aikana fyysisesti aktiivisia ja touhuilevat paljon erilaisten tehtävien parissa (muun muassa veden haku, polttopuut). Vanhempien mukaan lasten fyysinen kunto on parantunut selvästi. Lisäksi lapset ovat iltaisin kotona iloisia, rauhallisia, jaksavat keskittyä paremmin ja nukkuvat yönsä hyvin. (Ahola 2013.). Koulumaailmassa istumista saattaa kertyä päivän aikana hyvinkin paljon, jonka takia paikallaanolon ajanjaksoja tulisi katkaista aina säännöllisesti. Välitunnit ovat hyviä mahdollisuuksia olla fyysisesti aktiivinen ja useissa kouluissa onkin jo panostettu vapaisiin hetkiin erilaisten hankkeiden avulla (esimerkiksi Liikkuva koulu -hanke).

Vanteet, narut, nauhat, mailat ja pallot houkuttelevat ja innostavat luovuuden käyttöön sekä yhteispeleihin ja –leikkeihin. Pyörälliset leikkivälineet, kuten mopojen tai kärryjen työntäminen lisäävät myös lapsen fyysisen aktiivisuuden määrää. (Soini 2015.) Leikkivälineistä pallon on havaittu olevan lapselle erityisesti hyvin merkityksellinen, sillä sen käsittelyn on havaittu kehittävän lasta poikkeuksellisen kokonaisvaltaisesti (Morales ym. 2011). Sen avulla on mahdollisuus harjoitella vuorovaikutustaitoja välineenkäsittelytaitojen ohella. Tämän havaitsi Friedrich Fröbel jo 1840-luvulla. Lisäksi pallon käyttö stimuloi kognitiivista kehitystä. Eri aistijärjestelmien monimutkainen kokonaisuus harjaantuu, kun lapsi joutuu hahmottamaan tilaa, muotoa, kokoa, materiaalia ja liikettä. (Karila ym. 2001.)

On tärkeää, että lapsi oppii kunnollisen karkeamotorisen pohjan, koska ne ovat edellytys hienomotorisille taidoille. Tietokoneen ym. viihdemedian käyttö opitaan nykypäivän digimaailmassa kyllä varmasti. Seuratyökentällä on selkeästi havaittavissa muutosta lasten motoristen taitojen suhteen. Oman valmennustaustan kautta olen huomannut, että taitotaso on heikentynyt viime vuosien aikana, eivätkä esimerkiksi kärrynpyörät ja kuperkeikat luonnistu enää välttämättä yhtä helposti kuin ennen. Välineenkäsittelytaitojen suhteen on myös havaittavissa samaa. Tulevien liikuntakasvattajien tulisi kantaa huolta tästä asiasta. Mitä omalla toiminnalla pystyy tekemään lasten motoristen taitojen kehityksen, fyysisen aktiivisuuden ja liikunnallisen elämäntavan edistämiseksi, jotta kokonaisvaltaista terveyttä ja hyvinvointia voisi turvata mahdollisimman hyvin? Kun liikunnallinen elämäntapa on omaksuttu, lapsi valitsee useimmiten fyysisesti aktiivisen tavan toimia (Sääkslahti ym. 2015, 142). Tällöin hän hakeutuu todennäköisemmin omaehtoisesti fyysisesti aktiivisten leikkien pariin ja etsii itselleen lisää haasteita mahdollisesti ohjatusta liikuntaharrastus- ja urheiluseuratoiminnasta

Tietoisuus fyysisen aktiivisuuden ja motoristen taitojen välisestä yhteydestä on tärkeää kaikille lasten ja nuorten parissa työskenteleville, erityisesti myös vanhemmille, sillä juuri ennen kouluikää saavutetut motoriset valmiudet ovat tärkeässä osassa myöhemmin taitojen oppimisen kannalta. Riittävä taitotaso voi myös olla yksi fyysisen aktiivisuuden vähenemistä hidastava tekijä lapsuusvuosista nuoruuteen siirryttäessä (Barnett ym. 2009) sekä positiivinen korrelaatti fyysisesti aktiivisen elämäntavan kannalta (Stodden ym. 2008; Williams ym. 2008). Motoriset taidot ja fyysinen aktiivisuus muodostavat ikään kuin kehän, jossa asioiden välillä

yhteys on moninainen. Syy-seuraus suhteiden tutkiminen ei ole kuitenkaan yksinkertaista ja tutkimustietoa tarvitaan koko ajan lisää.

Lisääntyvän tutkimustiedon tarpeen ohella tarvitaan tietoa myös mittareista ja niiden luotettavuudesta. Tarkasteltaessa erilaisia mittareita, tulisi huomioida fyysistä aktiivisuutta mitattaessa energiankulutus, hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen sekä fyysisen aktiivisuuden tyyppi (Malina ym. 2004, 458). Mittausten avulla on usein tarkoitus saada selville fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisuuden kokonaismäärää, liikunnan useutta, intensiteettiä, kestoja, energiankulutusta sekä askelmäärää (Cliff ym. 2009a). Tarkimpiin fyysisen aktiivisuuden ja energiankulutuksen mittaustapoihin kuuluvat suora kalorimetria sekä kaksoismerkityn veden tekniikka. Myös epäsuora kalorimetria on hyvä tapa tarkastella energiankulutusta hengityskaasujen avulla. Nämä mittausmenetelmät eivät ole kuitenkaan välttämättä käytännöllisimpiä lasten fyysisen aktiivisuuden mittaamisen kannalta. Mittaukset ovat työläitä ja esimerkiksi kaksoismerkityn veden tekniikka on hyvin kallis isotooppien hankinnan takia. Lisäksi nämä menetelmät on alun perin kehitetty aikuisten energiankulutuksen ja fyysisen aktiivisuuden arviointiin, eivätkä ne ole suoraan sovellettavissa lapsiin. Lasten fyysinen koko ja fysiologiset ilmiöt ovat erilaisia aikuisiin verrattuna, sillä kasvu ja kehitys ovat vielä kesken.

Objektiivisten mittareiden käyttö on yhä suositumpaa ja kasvava trendi lasten fyysistä aktiivisuutta tutkittaessa. Kiihtyvyydsmittarit ja askelmittarit ovat käyttökelpoisia tapoja aktiivisuuden mittaamiseen. Menetelmät ovat helppoja käyttää, ja niiden avulla voidaan tutkia suurempiäkin määriä lapsia. Kiihtyvyydsmittarit ja askelmittarit mittaavat kuitenkin vain tietyn tyyppistä aktiivisuutta. Aktiivisuuden muodot, jossa ei esimerkiksi kävellä tai juosta, saattavat helposti jäädä rekisteröimättä (Cliff ym. 2009a). Kiipeily ja tasapainoilu olivat tässä tutkimuksessa selkeästi vähiten kovatehoista aktiivisuutta sisältäviä liikuntaosioita. Laukkanen ym. (2013) mainitsivat, että myös matalatehoiset aktiivisuuden muodot sisältävät usein motoristen taitojen kehittymisen kannalta tärkeitä elementtejä. Tässäkin tutkimuksessa EMG-shortsien avulla saatiin tärkeää informaatiota siitä, minkälaisia lihasaktiivisuuksia tyypillisissä kevyen aktiivisuuden liikuntamuodoissa ilmenee.

Subjektiiiset mittaustavat ovat objektiivisten menetelmien ohella käytettyjä lasten fyysistä aktiivisuutta mitattaessa. Haastattelut tai suora observointi sekä päiväkirjat ovat työläitä menetelmiä, mutta oikein käytettynä niiden avulla voi saada hyvin tarkkaakin informaatiota. Uutena nousevana objektiivisena mittaamenetelmänä fyysisen aktiivisuuden suhteen voisi olla tässäkin tutkimuksessa hyödynnetyt EMG-housut. Niiden avulla lihasaktiivisuutta saadaan rekisteröityä ja tarkasteltua myös tyypillisesti matalatehoisiksi luokitelluissa aktiviteeteissa. Toki housujen avulla ei saada selville ylävartalossa tapahtuvaa liikettä, jolloin todellinen kuva aktiivisuudesta ja sen luonteesta ei välttämättä välity. Koska fyysinen aktiivisuus lapsilla on teholtaan vaihtelevaa ja impulsiivista, on sen arvioiminen suhteellisen vaativaa. Aittasalon ym. (2010) mukaan useiden eri menetelmien avulla saadaan kuitenkin parannettua tulosten luotettavuutta. Esimerkiksi objektiivisten mittaamenetelmien käytön yhteyteen voidaan yhdistää suoraa observointia tai jotain muuta subjektiivista mittaamenetelmää, jolloin liikunnan laadusta ja määrästä saadaan parempi kokonaiskuva. Myös useamman objektiivisen mittarin samanaikainen käyttö lisää luotettavuutta. Tällöin menetelmien avulla saatuja tuloksia voidaan vertailla keskenään, jolloin saadaan menetelmien yhteneväisyyksiä ja eroja selville. Useamman mittaamenetelmän yhtäaikainen käyttö mahdollistaa eri intensiteetin liikuntamuotojen aktiivisuuden luonteen tutkimisen. Näin päästään paremmin kiinni siihen, miten menetelmät luokittelevat lasten liikkumista, minkälainen liikunta palvelee heidän kasvua ja kehitystä, ja miten.

Tässä tutkimuksessa käytetyt EMG-shortsit antoivat hyödyllistä tietoa kiihtyvyyssmittarin tietojen ohella, ja menetelmät tukivat toisiaan hyvin. Muutamit tehtävät, jotka kiihtyvyyssmittari luokitteli pääsääntöisesti kevyeksi aktiivisuudeksi, saatiin EMG-shortsien avulla jopa luokiteltua hieman tarkemmin intensiteetti- luokkiin. Mielenkiintoista olisi vielä tietää yläraajojen tai keskivartalon lihasaktiivisuuksia kiipeillessä tai trampoliinilla hypittäessä. Tulevaisuudessa tulisikin miettiä, olisiko EMG-shortsien kaltaista älyvaatetta mahdollista kehittää ylävartalolle tai voisiko esimerkiksi useammassa kehonosassa sijaitsevien kiihtyvyyssmittarien mittaamaa tietoa jollain tavoin yhdistää, jolloin aktiivisuuden luonteesta eri liikuntamuodoissa saataisiin vielä tarkempaa tietoa.

Robinson ym. (2015) mukaan fyysisen aktiivisuuden, motoristen taitojen sekä esimerkiksi Stoddenin ym. (2008) mallissa ilmenevien muidenkin tekijöiden välillä vallitsevia syy-seuraussuhteita ja niiden vahvuuksia ei ole helppo tutkia ja arvioida. Suositeltavaa on, että tutkijat käyttävät tutkimuksissaan laajasti erilaisia kansainvälisesti käytettyjä menetelmiä kerätessään tietoa tähän aihepiiriin liittyen. Jos käytetään ainoastaan omassa maassa yleisesti hyväksytyjä menetelmiä motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden tutkimiseksi, tulosten vertailu on hankalaa, eikä tutkimus tällä kentällä kehity eteenpäin. (Robinson ym. 2015.) Lisäksi, kun tutkimuksia tulkitaan, täytyy menetelmälliset asiat olla tarkasti selvillä. Onko tutkimuksessa tarkasteltu esimerkiksi päivän kokonaisaktiivisuutta? miten intensiteettitasot on määritelty, mitä raja-arvoja on käytetty luokittelussa? mikä on mittausajankohta, onko kyseessä arkipäivä, viikonloppu ja mihin vuodenaikaan aineisto on kerätty? Jo pelkästään lapsen liikunta ja fyysinen aktiivisuus on kokonaisuudessa hyvin monipuolinen ilmiö, eikä sellaista mittaria, jolla kaikki asiat voisi mitata, ole vielä olemassa (Sääkslahti ym. 2015). Tähän kehityksen monimutkaiseen labyrinttiin kuuluvat lisäksi vielä muun muassa biologiset ja psykososiaaliset tekijät sekä ympäristö, jotka tulee huomioida, kun tutkitaan lapsia ja nuoria. (Robinson ym. 2015.)

9 LÄHTEET

- ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 2006. 7. painos. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ahola, M. 2013. Vasara-kirveskansaa. *Opettaja* 20, 22–27.
- Ainslie, P., Reilly, T. & Westerterp, K. 2003. Estimating human energy expenditure. A review of techniques with particular reference to doubly labelled water. *Sports Medicine* 33 (9), 683–698.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. & Leon, A. S. 2011. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43 (8), 1575–1581.
- Aira, T., Kannas, L., Tynjälä, J., Villberg, J. & Kokko, S. 2013. Hiipuva liikunta nuoruusiässä. Drop off -ilmiön aikatrenejä ja kansainvälistä vertailua WHO-Koululaistutkimuksen (HBSC-Study) aineistolla 1986–2010. Terveiden edistämisen tutkimuskeskuksen julkaisuja 5. Jyväskylän yliopisto.
<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/41670/978-951-39-5261-7.pdf?sequence=1>.
- Aittasalo, M., Tammelin, T. & Fogelholm, M. 2010. Lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden arviointi – Menetelmät puntarissa. *Liikunta & Tiede* 47 (1), 11–21.
- Allison, G.T., Marshall, R.N. & Singer, K.P. 1993. EMG signal amplitude normalization technique in stretch-shortening cycle movements. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 3 (4), 236–244.
- Arikoski, P., Kröger, L., Kröger, H. & Bishop, N. 2002. Luuston terveys lapsuus- ja nuoruusiässä. *Duodecim* 118, 1251–1258.
- Ayres, A. 2008. Aistimusten aallokossa. Sensorisen integraation häiriö ja terapia. Jyväskylä: PS-kustannus.

- Barnett, L. M., Van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O. & Beard, J. R. 2009. Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *The Journal of Adolescent Health* 44 (3), 252–259.
- Bart, O., Hajami, D., & Bar-Haim, Y. 2007. Predicting school adjustment from motor abilities in kindergarten. *Infant and Child Development* 16, 597–615.
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. & Martin, B. W. 2012. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet* 380, 258–71.
- Bouten, C., Westerterp, K., Verduin, M. & Janssen, J. 1994. Assessment of energy expenditure for physical activity using a triaxial accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 26 (12), 1516–1523.
- Brunton, G., Thomas, J., Harden, A., Rees, R., Kavanagh, J., Oliver, S., Shepherd, J. & Oakley, A. 2005. Promoting physical activity amongst children outside of physical education classes: A systematic review integrating intervention studies and qualitative studies. *Health Educational Journal* 64, 323–338.
- Brown, W. H., Pfeiffer, K. A., McIver, K. L., Dowda, M., Addy, C. L. & Pate, R. R. 2009. Social and environmental factors associated with preschoolers' nonsedentary physical activity. *Child Development* 80 (1), 45–58.
- Burden, A. 2010. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 20, 1023–1035.
- Butte, N. F., Wong, W. W., Lee, J., Adolph, A. L., Puyau, M. R. & Zakeri, I. F. 2014. Prediction of energy expenditure and physical activity in preschoolers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46 (6), 1216–1226.
- Bürigi, F., Meyer, U., Granacher, U., Schindler, C., Marques-Vidal, P., Kriemler, S., & Puder, J. 2011. Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: A cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *International Journal of Obesity* 35 (7), 937–944.
- Cardon, G., Labargue, V., Smits, D. & De Bourdeaudhuij, I. 2009. Promoting physical activity at the pre-school playground: the effects of providing marking and play equipment. *Preventive Medicine* 48, 335–340.

- Canadian Society for Exercise Physiology. 2012. Canadian physical activity guidelines and Canadian sedentary behaviour guidelines. <http://www.csep.ca/english/view.asp?x=804>.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christensen, G. M. 1985. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Report* 100 (13), 12–25.
- Chen, K. & Bassett, D. 2005. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (11), S490-S500.
- Chia, M., Wang, J., Miang, T.-K., Jong, Q. & Gosian, K. 2002. Relationships between hours of computer use, physical activity and physical fitness among children and adolescents. *European Journal of Physical Education* 7 (2), 136–155.
- Clarys, J. P. 2000. Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. *Ergonomics* 43 (10), 1750–1762.
- Cleland, V., Timperio, A., Salmon, J., Hume, C., Telford, A. & Crawford, D. 2011. A longitudinal study of the family physical activity environment and physical activity among youth. *American Journal of Health Promotion* 25 (3), 159–167.
- Cliff, D. P., Reilly, J. & Okely, A. D. 2009a. Methodological considerations in using accelerometers to assess habitual physical activity in children aged 0–5 years. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12 (5), 557–567.
- Cliff, D. P., Okely, A. D., Smith, L. M. & McKeen, K. 2009b. Relationships between fundamental movement skills and objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatric Exercise Science* 21 (4), 436–449.
- Corder, K., Brage, S. & Ekelund, U. 2007. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 10 (5), 597–603.
- 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.
- De Craemer, M., De Decker, E., De Bourdeaudhuij, I., Vereecken, C., Deforche, B., Manios, Y. & Cardon, G. 2012. Correlates of energy balance-related behaviours in preschool children: A systematic review. *Obesity Reviews* 13 Suppl 1 (6), 13–28.

- De Decker, E., De Craemer, M., Santos-Lozano, A., Van Cauwenberghe, E., Bourdeaudhuij, I. & Cardon, G. 2013. Validity of the ActivPAL and the ActiGraph monitors in pre-schoolers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45 (10), 2002–2011.
- De Rezende, L. F., Rodrigues Lopes, M., Rey-Lopez, J. P., Matsudo, V. K. & Luiz Odo, C. 2014. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One* 9(8), e105620.
- Dempsey, P., Owen, N., Biddle, S. & Dunstan, D. 2014. Managing sedentary behavior to reduce the risk of diabetes and cardiovascular disease. *Current Diabetes Reports* 14 (9), 522.
- Department of Health and Ageing. 2010. Physical activity recommendations for children 0–5 years. [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D831D9E6713F92ACA257BF0001F5218/\\$File/05yrACTIVE_Brochure_FA%20SCREEN.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/9D831D9E6713F92ACA257BF0001F5218/$File/05yrACTIVE_Brochure_FA%20SCREEN.pdf).
- Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection. 2011. Start Active, Stay Active: a report on physical activity for health from the four home countries' Chief Medical Officers. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/216370/dh_128210.pdf
- Durant, R., Baranowski, T., Davis, H., Rhodes, T., Thompson, W., Greaves, K. & Puhl, J. 1993. Reliability and variability of indicators of heart-rate monitoring in children. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 25 (3), 389–395.
- Eaton, W. & Yu, A. 1989. Are sex differences in child motor activity level a function of sex differences in maturational status? *Child Development* 60, 1005–1011.
- Enoka, R. 2002. *Neuromechanics of human movement*. 3. painos. Champaign, IL: Human kinetics.
- Enoka, R. 2008. *Neuromechanics of human movement*. 4.painos. Champaign, IL: Human kinetics.
- Eston R., Rowlands, A. & Ingledew, D. 1998. Validity of heart rate, pedometry and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *Journal of Applied Physiology* 84 (1), 362–371.

- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S. & McMurray, R. G. 2008. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of Sport Sciences* 26(14), 1557–1565. doi: 10.1080/02640410802334196
- Fanchini, M., Violette, F., Impellizzeri, F. & Maffiuletti, N. 2013. Differences in Climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers. *Journal of Strength and Conditioning Association* 27, 310-14.
- Farina, D., Merletti, R. & Stegeman, D. 2004. Biophysics of the generation of emg signals. In Merletti R. and Parker P. (ed.) *Electromyography, physiology, engineering and noninvasive applications*. Hoboken, NJ: Wiley-IEEE Press.
- Finn, K. & Specker, B. 2000. Comparison of Actiwatch activity monitor and Children's Activity Rating Scale in children. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 32, 1794–1797.
- Finni, T., Hu, M., Kettunen, P., Vilavuo, T. & Cheng S. 2007. Measurement of EMG-activity with textile electrodes embedded into clothing. *Physiological Measurement* 28, 1405–1419.
- Finni, T., Laukkanen, A., Pesola, A. & Sääkslahti, A. 2013. Arjen pienet valinnat kartuttavat perheen liikuntaa. *Liikunta & Tiede* 50 (2–3), 32–35.
- Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. & Grant, S. 2005. Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medical Science of Sport and Exercise* 37, 684–688.
- Fischer, C., Yildirim, M., Salmon, J. & Chinapaw, M. J. M. 2012. Comparing different accelerometer cut-points for sedentary time in children. *Pediatric Exercise Science* 24, 220–228.
- Fjørtoft, I. 2004. Landscape as playscape: The effects of natural environments on Children's play and motor development. *Children, Youth and Environments* 14(2), 21–44.
- Fjørtoft, I., Kristoffersen, B. & Sageie, J. 2009. Children in schoolyards using global positioning system and heart rate monitoring. *Landscape and Urban Planning* 93(3–4), 210–217.
- Gallahue, D. & Ozmun, J. 2002. *Understanding motor development : infants, children, adolescents, adults*. 5.painos. Dubuque, Iowa: McGraw-Hill.

- Gallahue, D., Ozmun, J. & Goodway, J. 2012. *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults*. 7.painos. New York, NY: Mcraw-Hill.
- Gordon, E., Tucker, P., Burke, S. & Carron, A. 2013. Effectiveness of physical activity interventions for preschoolers: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 84 (3), 287–294.
- Gråsten, A., Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Tammelin, T. 2014. *Finnish Report Card 2014 on Physical Activity for Children and Youth*. University of Jyväskylä.
- Haapala, E. A., Lampinen, E. K., Sääkslahti, A., Lindi, V. & Lakka, T. A. 2013. Body composition and motor skills in 6-to 8-year-old children - The PANIC study. *International Symposium of Physical Activity and Health Promotion during Life Course*, Jyväskylä, 21-23.1.2013.
- Haapala, E., Poikkeus, A.-M., Tompuri, T., Kukkonen-Harjula, K., Leppänen, P., Lindi, V. & Lakka, T. 2014a. Associations of motor and cardiovascular performance with academic skills in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46 (5), 1016–1024.
- Haapala, H. L., Hirvensalo, M. H., Laine, K., Laakso, L., Hakonen, H., Kankaanpää, A., Lintunen, T. & Tammelin, T. H. 2014b. Recess physical activity and school-related social factors in Finnish primary and lower secondary schools: cross-sectional associations. *BMC Public Health*, 14, 1114.
- Health Behaviour in School-Aged Children. 2010. *International Report from the 2009/2010 Survey*. World Health Organization. Viitattu 19.5.2016.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/163857/Social-determinants-of-health-and-well-being-among-young-people.pdf?ua=1.
- Hensbergen, E. & Kernell, D. 1997. Daily durations of spontaneous activity in cat's ankle muscles. *Experimental brain research* 115, 325–332.
- 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: Implications for overweight and obesity. *Sports Medicine* 37 (6), 533-45.
- Hinkley, T., Salmon, J., Okely, A. & Trost, S. 2010. Correlates of sedentary behavior in pre-school children: a review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 7, 66–76.

- Hinkley, T., Salmon, J., Okely, A. D., Crawford, D. & Hesketh, K. 2012. Preschoolers' physical activity, screen time, and compliance with recommendations. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44 (3), 458–65.
- Hislop, J. F., Bulley, C., Mercer, T. H. & Reilly, J. J. 2012. Comparison of epoch and uniaxial versus triaxial accelerometers in the measurement of physical activity in preschool children: a validation study. *Pediatric Exercise Science* 24 (3), 450–460.
- Holfelder, B. & Schott, N. 2014. Relationship of fundamental movement skills and physical activity in children and adolescents: a systematic review. *Psychology of Sport and Exercise* 15, 382–91.
- Hugh, F. 2011. Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography? *Journal of Electromyography and Kinesiology* 21 (1), 1–12.
- Iivonen, S. & Sääkslahti, A. 2013. Preschool children's fundamental motor skills: a review of significant determinants. *Early Child Development and Care* 183, 1–20.
- Iivonen, S. 2008. Early Steps -liikuntaohjelman yhteydet 4–5-vuotiaiden päiväkotilasten motoristen perustaitojen kehitykseen. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 131.
- Iivonen, S., Sääkslahti, A., Mehtälä, A., Villberg, J., Tammelin, T., Kulmala, J., Poskiparta, M. 2013. Relationship between fundamental motor skills and physical activity in 4-year-old preschool children. *Perceptual & Motor Skills* 117 (2), 627–646.
- Irwin, J. D., He, M., Bouck, L. M. & Tucker, P. 2005. Prechoolers' physical activity behaviours: parents' perspectives. *Canadian Journal of Public Health* 96 (4), 299–303.
- Jaakkola, T. 2013. Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) *Liikuntapedagogiikka*. Jyväskylä: PS-kustannus, 162–184.
- Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. 2013. Johdatus Liikuntapedagogiikkaan. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) *Liikuntapedagogiikka*. Jyväskylä: PS-Kustannus, 17–27.
- Jakobi, J., Edwards, D. & Connelly, D. 2008. Utility of portable electromyography for quantifying muscle activity during daily use. *Gerontology* 54 (5), 324–331.
- Jensen, C., Borg, V., Finsen, L., Hansen, K. & Juul-Kristensen, B. 1998. Job demands, muscle activity and musculoskeletal symptoms in relation to work with the computer mouse. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 24, 418–424.

- Jess, M. & Collins, D. 2003. Primary physical education in Scotland: The future in the making. *European Journal of Physical Education* 8, 103–118.
- Johns, D. & Ha, A. 1999. Home and recess physical activity of Hong Kong children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 70 (3), 319–323.
- Joutjärvi, T. 2014 Monikanavaelektrodilla mitattu alueellinen lihasaktiivisuus eri nivelkulmilta isometrisessä tahdonalaisessa ja sähköstimulaatiolla aiheutetussa lihastyössä. Pro gradu –tutkielma, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Kalaja, S. & Sääkslahti, A. 2009. Liikunnalliset perustaidot. Koululiikuntaliitto, Opetushallitus.
- Kansallinen liikuntatutkimus 2009-2011. Suomen Gallup.
- Kambas, A., Michalopoulou, M., Fatouros, I., Christoforidis, C., Manthou, E., Giannakidou, D. & Zimmer, R. 2012. The relationship between motor proficiency and pedometer-determined physical activity in young children. *Pediatric Exercise Science* 24 (1), 34–44.
- Kavannah, J. & Menz, H. 2007. Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. *Gait & Posture* 28, 1.
- Kern, D., Semmler, J. & Enoka, R. 2001. Long-term activity in upper- and lower-limb muscles of humans. *Journal of Applied Physiology* 91, 2224–2232.
- Keltikangas-Järvinen, L. 2004. Temperamentti – ihmisen yksilöllisyys. Helsinki: WSOY.
- Kiphard, E. & Schilling, F. 1974. Körperkoordinationstest für Kinder. Weinheim: Beltz Test.
- Kiphard, E. & Schilling, F. 2007. Körperkoordinationstest für Kinder. Weinheim: Beltz-Test.
- Klein, C., Peterson, L., Ferreck, S. & Thomas, C. 2010. Sensitivity of 24-h EMG duration and intensity in the human vastus lateralis muscle to threshold changes. *Journal of Applied Physiology* 108, 655–661.
- Kokko, S. & Villberg, J. & Kannas, L. 2011. Nuori urheilijan polulla. 13–15-vuotiaiden urheilijoiden arvioita harjoitusmääristään, harjoittelun monipuolisuudesta sekä elämäntavoista. Jyväskylän yliopisto. Terveiden edistämisen tutkimuskeskus.
http://www.nuorisuomi.fi/fi-les/ns2/Urheiluseurat_PDF/Nuori_Urheilijan_Polulla_raportti_final.pdf

- Kokko, S., Hämylä, R., Villberg, J., Aira, T., Tynjälä, J., Tammelin, T., Vasankari, T. & Kannas, L. 2014. Liikunta-aktiivisuus ja ruutu-aika. Teoksessa Kokko, S. & Hämylä, R. (toim.) Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia 2014. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2015:2.
- Kokkonen, M. & Klemola, U. 2013. Liikunta tunne- ja ihmissuhdetaitojen opettamisen välineenä. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) Liikuntapedagogiikka. Jyväskylä: PS-kustannus, 204–235.
- Krishnaveni, G., Mills, I., Veena, S., Wootton, S., Willsa, A., Coakley, P., Fisher, D., Shobha, S., Karat, S. & Fall, C. 2009. Accelerometers for measuring physical activity behavior in Indian children. *Indian Pediatrics* 46, 1055–1062.
- Laakso, L. 2007. Johdatus liikuntapedagogiikkaan. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson & T. Huovinen (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. Helsinki: WSOY, 16–24.
- Laakso, L., Nupponen, H. & Telama, R. 2007. Kouluikäisten liikunta-aktiivisuus. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson & T. Huovinen (toim.) Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan. 2. uudistettu painos. WSOY, 42–63.
- Laukkanen, R. & Virtanen, P. 1998. Heart rate monitors – state of the art. *Journal of Sport Sciences* 16, S3–S7.
- Laukkanen, A., Finni, T., Pesola, A. & Sääkslahti, A. 2013. Reipas liikunta takaa lasten motoristen perustaitojen kehityksen – mutta kevyttäkin tarvitaan! *Liikunta & Tiede* 50 (6), 47–52.
- Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A. & Finni, T. 2014. Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24, 102–110.
- Laukkanen, A., Pesola, A., Heikkinen, R., Sääkslahti, A. & Finni, T. Family-Based Cluster Randomized Controlled Trial Enhancing Physical Activity and Motor Competence in 4–7-Year-Old Children. *PLoS ONE* 10 (10): e0141124. doi:10.1371/journal.pone.0141124
- Laukkanen, A. 2016. Physical activity and motor competence in 4–8 –year old children: results of a family-based cluster-randomized controlled physical activity trial. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 238, University of Jyväskylä.

- Lehto, R., Corander, C., Ray, C. & Roos, E. 2009. Perheen sosioekonomisen aseman ja perherakenteen yhteydet alakouluikäisten lasten terveellisiin elintapoihin. *Sosiaalilääketieteellinen aikakauslehti* 46, 258–271.
- Li, Y., Kwan, M. Y. W., King-Dowling, S. & Cairney, J. 2015. Determinants of physical activity during early childhood: A systematic review. *Advances in Physical Education* 5 (2), 116–127.
- Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES. 2013. Oppilaiden fyysinen aktiivisuus. Teoksessa T. Tammelin, K. Laine & S. Turrpeinen (toim.) liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 272: Jyväskylä
- Lintu, N., Himanen, A., Karjalainen, P., Eloranta, A. M., Tompuri, T., Viitasalo, A., Laitinen, T., Tuomilehto, H., Lakka, H. M., Lindi, V. & Lakka, T. A. 2011. Physical activity, body composition and sleep in children. *International Congress on Enhancement of Physical Activity of Children and Youth (ICEPA) 7.-9.4.2011 Vuokatti, Suomi.*
- Luukkonen, J., Jaakkola, T., Kokko, S., Gråstén, A., Yli-Piipari, S., Koski, P., Tynjälä, J., Soini, A., Ståhl, T. & Tammelin, T. 2014. Results from Finland's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health* 11 (Supp 1), 51–7.
- Logan, S. W., Robinson, L. E. & Wilson, A.E. 2012. Getting the fundamentals of movement: a meta-analysis of the effectiveness of motor skill interventions in children. *Child Care Health Development* 38, 305–15.
- Lopes, V. P., Stodden, D. F, Bianchi, M.M., Maia, J. A. R & Rodrigues, L.P. 2012. Correlation between BMI and motor coordination in children. *Journal of Science and Medicine in Sport* 15, 38–43.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff D. P., Barnett, L. M. & Okely, A. D. 2010. Fundamental movement skills in children and adolescents. *Sports Medicine* 40, 1019–35.
- Luukkonen, E. & Sääkslahti, A. 2004. Liikunnan salaisuudet, esiopetus. Helsinki:WSOY.
- McKenzie, T. L., Sallis, J. F., Broyles, S. L., Zive, M. M., Nader, P. R., Berry, C. C. & Brennan, J. J. 2002. Childhood movement skills: predictors of physical activity in Anglo American and Mexican American adolescents? *Research Quarterly for Exercise and Sport* 73, 238–244.

- Malina, R. M., Bouchard, C. & Bar-Or, O. 2004. Growth, Maturation and Physical Activity. 2nd Edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R. 2010. Physical activity and the health of youth. *Science Movement and Health* 10 (2), 271–277.
- Manios, Y., Kafatos, A. & Markakis, G. 1998. Physical activity of 6-year-old children: Validation of two proxy reports. *Pediatric Exercise Science* 10, 176–188.
- Mathie, M., Coster, A., Lovell, N. & Celler, B. 2004. Accelerometry: providing an integrated, practical method for long-term, ambulatory monitoring of human movement. *Physiological Measurement* 25, R1–R20.
- Markovic, G. & Mikulic, P. 2010. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine* 40 (10), 859–895.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2000. Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance. 5. painos. Baltimore: Williams & Wilkins.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2001. Exercise physiology, energy, nutrition and human performance. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McClain, J.J. & Tudor-Locke, C. 2009. Objective monitoring of physical activity in children: considerations for instrument selection. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12, 526–533.
- Mikkola, S. 2012. Comparison of acceleration and EMG signals in quantifying physical activity. Master's thesis. Department of biology of physical activity, University of Jyväskylä.
- Mikkonen, M. 2012. EMG-shortsit, kiihtyvyyssmittari ja observointi päiväkotikäisen lapsen fyysisen aktiivisuuden arvioinnissa. Kandidaatin tutkielma, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Mikkonen, M. & Juutinen, T. 2012. Vipinää pieniinkin kinttuihin. Viitattu 19.5.2016. www.wikiliikkuja.com.
- Montagner, H., Gauffier, G., Epoulet, B., Restoin, A., Goulevitch, R., Taule, M. & Wiaux, B. 1993. Alternative child care in France: advances in the study of motor, interactive and social behaviours of young children in settings allowing them to move freely in a group of peers. *Pediatrics* 91 (1), S253–S263.

- Moore, L. L., Lombardi, E., White, M. J., Campbell, J. L., Oliveira, S. A. & Ellison, R. C. 1991. Influence of parents' physical activity levels on activity levels of young children. *Journal of Pediatrics* 118, 215–219.
- Moore, L. L., Gao, D., Bredlee, M. L., Cupples, L. A., Sundarajan-Ramamurti, A., Proctor, M. H., Hood, M. Y., Singer, M. R., Ellison, R. C. 2003. Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? *Preventive Medicine* 37 (1), 10–17.
- Morgan, P.J., Barnett, L.M. & Cliff, D.P. 2013. Fundamental movement skill interventions in youth: a systematic review and metaanalysis. *Pediatrics* 132, 1361–83.
- Mork, P. & Wetgaard, R. 2005. Long-term electromyographic activity in upper trapezius and low back muscles of women with moderate physical activity. *Journal of Applied Physiology* 99, 570–578.
- Mäki, P., Hakulinen-Viitanen, T., Kaikkonen, R., Koponen, P., Ovaskainen, M., Sippola, R., Virtanen, S., Laatikainen, T. & LATE-työryhmä. 2010. Lasten terveystutkimuksen perustulokset lasten kasvusta, kehityksestä, terveydestä, terveystottumuksista ja kasvuympäristöstä. *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Numminen, P. 1991. The role of imagery in physical education. *University of Jyväskylä. Studies in Sport, Physical Education and Health* 27.
- Nupponen, H. & Telama, R. 1998. Liikunta ja liikunnallisuus osana 11-16-vuotiaiden eurooppalaisten nuorten elämäntapaa. *Liikuntakasvatuksen julkaisuja 1*. Jyväskylä: Liikuntakasvatuksen laitos.
- Nupponen, H., Halme, T., Parkkisenniemi, S., Pehkonen, M. & Tammelin, T. 2010. LAPS SUOMEN –tutkimus: 3–12-vuotiaiden lasten liikunta-aktiivisuus. Yhteenveto vuosien 2001–2003 menetelmistä ja tuloksista. *Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 239*. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissektori LIKES.
- Ojanen, M. & Liukkonen, J. 2013. Liikunta & psyykinen hyvinvointi. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) *Liikuntapedagogiikka*. Jyväskylä: PS-kustannus, 236–258.
- Okely, A., Booth, M. & Patterson, W. 2001. Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 33 (11), 1899–1904.

- Oliver, M., Schofield, G & Kolt, G. 2007. Physical activity in preschoolers: understanding prevalence and measurement issues. *Sports Medicine* 37, 1045–1070.
- Opetusministeriö & Nuori Suomi ry. 2008. Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7–18-vuotiaille. Lasten ja nuorten liikunnan asiantuntijaryhmä 2008: Reprotalo Lauttasääri, Helsinki.
- Pate, R., Baranovski, T., Dowda, M. & Trost, S. 1996. Tracking of physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 28 (1), 92–96.
- Pate, R., Almeida, M., McIver, K., Pfeiffer, K. & Dowda, M. 2006. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity* 14, 2000–2006.
- Pate, R., O’Neill, J. & Lobelo, F. 2008. The evolving definition of ”sedentary”. *Exercise and Sport Science Reviews* 36 (4), 173–8.
- Pate, R. R., O’Neill, J. R. & Mitchell, J. 2010. Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (3), 508–512.
- Patla, A. 1997. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. *Gait Posture* 5, 54–69.
- Pellegrini, A. & Bjorklund, D. 1998. *Applied child study. A developmental approach*. Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pellegrini, A. & Smith, P. 1998. Physical activity play: the nature and function of a neglected aspect of play. *Child Development* 69 (3), 577–598.
- Pellegrini, A., Kato, K., Blatchford, P. & Baines, E. 2002. A short-term longitudinal study of children's playground games across the first year of school: Implications for social competence and adjustment to school. *American Educational Research Journal* 39 (4), 991–1015.
- Pellegrini, A. D. 2009. *The role of play in human development*. New York, NY: Oxford University Press.
- Puyau, M., Adolph, A., Vohra, F. & Butte, N. 2002. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obesity Research* 10, 150–157.
- Pönkkö, A. & Sääkslahti, A. 2013 *Liikuntapedagogiikka varhaiskasvatuksessa*. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) *Liikuntapedagogiikka*. Jyväskylä: PS-kustannus, 462–481.

- Raudsepp, L. & Päll, P. 2006. The relationship between fundamental motor skills and outside-school physical activity of elementary school children. *Pediatric Exercise Science* 18, 426–435.
- Rhodes, R. E., Berry, T., Craig, C. L., Faulkner, G., Latimer-Cheung, A., Spence, J. C. & Tremblay, M. S. 2013. Understanding parental support of child physical activity behavior. *American Journal of Health Behavior* 37 (4), 469–477.
- Riethmuller, A.M., Jones, R.A. & Okely, A.D. 2009. Efficacy of interventions to improve motor development in young children: a systematic review. *Pediatrics* 124, 782–92.
- Robinson, L.E. 2011. The relationship between perceived physical competence and fundamental motor skills in preschool children. *Child Care Health Development*. 37, 589–96.
- Robinson, L.E., Webster, E.K. & Logan, S.W. 2012. Teaching practices that promote motor skills in early childhood settings. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 83, 20–6.
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P. & D'Hondt, E. 2015. Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine* 45 (9), 1273–1284.
- Robusto, K. M. & Trost, S.G. 2012. Comparison of three generations of ActiGraph™ activity monitors in children and adolescents. *Journal of Sports Sciences* 30, 1429–1435.
- Sallis, J., Nader, P., Broyles, S., Berry, C., Elder, J., McKenzie, T. & Nelson, J. 1993. Correlates of Physical Activity at home in Mexican-American and Anglo-American preschool children. *Health Psychology* 12 (5), 390–398.
- Sallis, J., Prochaska, J. & Taylor, W. 2000. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32 (5), 963–975.
- Saudino, K. & Eaton, W. 1995. Continuity and change in objectively assessed temperament: a longitudinal twin study of activity level. *British Journal of Developmental Psychology* 13, 81–95.
- Sedentary Behaviour Research Network. 2012. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “Sedentary” and “sedentary behaviours.” *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 37 (3), 540–2.
- Sirard, J. & Pate, R. R. 2001. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine* 31 (6), 439–454.

- Sirard, J. R., Trost, S. G., Pfeiffer, K. A., Dowda, M. & Pate, R. R. 2005. Calibration and evaluation of an objective measure of physical activity preschool children. *Journal of Physical Activity and Health* 3, 345–357.
- Schneider, P., Crouter, S., Lukajic, O. & Bassett, D. Jr. 2003. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 35 (10), 1779–1784.
- Schofield, W. N. 1985. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Clinical Nutrition* 39C (Suppl), 5–41.
- Scilingo, E., Gemignani, A., Paradiso, R., Taccini, N., Ghelarducci, B., DeRossi, D. 2005. Performance evaluation of sensing fabrics for monitoring physiological and biomechanical variables. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 9, 345–352.
- Sherar, L., Griew, P., Esliger, D., Cooper, A., Ekelund, U., Judge, K. & Riddoch, C. 2011. International children’s accelerometry database (ICAD): Design and methods. *BioMed Central Public Health* 11, 485–498.
- Slotte, S., Sääkslahti, A., Metsämuuronen, J. & Rintala, P. 2014. Fundamental movement skill proficiency and body composition measured by dual energy X-ray absorptiometry in eight-year-old children. *Early Child Development and Care* 185 (3), 475–485.
- Soini, A., Kettunen, T., Mehtälä, A., Sääkslahti, A., Tammelin, T., Villberg, J. & Poskiparta, M. 2011. Kolmevuotiaiden päiväkotilasten mitattu fyysinen aktiivisuus. *Liikunta & Tiede* 49 (1), 52–58.
- Soini, A., Villberg, J., Sääkslahti, A., Gubbels, J., Mehtälä, A., Kettunen, T. & Poskiparta, M. 2014. Directly observed physical activity among 3-year-olds in Finnish childcare. *International Journal of Early Childhood* 46 (2), 253–269.
- Soini, A. 2015. Always on the move? Measured physical activity of 3-year-old preschool children. University of Jyväskylä. *Studies in Sport, Physical Education & Health* 216.
- Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen oppaita 2005:17. Helsinki.
- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Robertson, M., Rudisill, M., Garcia, C. & Garcia, L. 2008. A Developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest* 60 (2), 290–306.

- Storli, R. & Sandseter, E. B. H. 2015. Preschool teachers' perceptions of children's rough-and-tumble play (R&T) in indoor and outdoor environments. *Early Child Development and Care*, DOI:10.1080/03004430.2015.1028394.
- Stratton, G. & Leonard, J. 2002. The effects of playground markings on the energy expenditure on 5-7-year-old school children. *Pediatric Exercise Science* 14, 170–180.
- Suni, J., Husu, P., Aittasalo, M. & Vasankari, T. 2014. Liikunta on osa liikkumista - Paikallanolon määritelmää täsmennetään parhaillaan. *Liikunta & Tiede* 61 (6), 30–32.
- Syvöja, H., Kantomaa, M., Laine, K., Pyhältö, K. & Tammelin, T. 2012. Liikunta ja oppiminen. *Muistiot 5*. Helsinki: Opetushallitus.
- 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. *Pediatric Exercise Science* 11, 327–340.
- Sääkslahti, A., Numminen, P., Raittila, P., Paakkunainen, U. & Välimäki, I. 2000. 6-vuotiaiden lasten fyysinen aktiivisuus. *Liikunta & Tiede* 37 (6), 19–22.
- Sääkslahti, A. 2005. Liikuntaintervention vaikutus 3–7 -vuotiaiden lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja motorisiin taitoihin sekä fyysisen aktiivisuuden yhteys sydän- ja verisuonitautien riskitekijöihin. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 104.
- Sääkslahti, A. & Cantell, M. 2009. Moto- kerho. Motoristen perustaitojen harjaannuttaminen koulun kerhossa. *Liikuntakasvatuksen julkaisu* 4, 5. painos. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Sääkslahti, A., Soini, A., Mehtälä, A., Laukkanen, A. & Iivonen, S. 2013. Liikunnallisen lapsuuden askelmerkit asetetaan jo päiväkotikässä. *Liikunta & Tiede* 50 (2–3), 27–31.
- Sääkslahti, A. 2015. *Liikunta varhaiskasvatuksessa*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Takala, K., Oikarinen, A., Kokkonen, M. & Liukkonen, J. 2011. Sosioemotionaalisia taitoja kehittävän liikuntaintervention ilmapiiri päiväkodissa. *Liikunta & Tiede* 48 (6), 40–46.
- Tammelin, T. 2008. Kouluikäisten liikunta-aktiivisuuteen vaikuttavat tekijät. Osa III: Perustelut. Teoksessa T. Tammelin & J. Karvinen (toim.) *Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7–18-vuotiaille*. Opetusministeriö ja Nuori Suomi, 46–50.
- Tammelin, T., Laine, T. & Turpeinen, S. 2013. *Oppilaiden fyysinen aktiivisuus. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisu* 272. LIKES.

- Taylor, W., Blair, S., Cummings, S., Wun, C. & Malina, R. 1999. Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 31 (1), 118–123.
- Terveyttä ja hyvinvointia edistävä liikunta (TEHYLI). 2016. Muutosta liikkeellä! Valtakunnalliset yhteiset linjaukset terveyttä ja hyvinvointia edistävään liikuntaan 2020: Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset. viitattu 2.3.2016.
<http://www.sport.fi/uutiset/uutinen/uudet-varhaisvuosien-fyysisen-aktiivisuuden-suositukset-kommentoitavina-otakantaa-fi-palvelussa>.
- 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.
- Tikkanen, O., Min, H., Vilavuo, T., Toivanen, P., Cheng, S. & Finni, T. 2012. Ventilatory threshold during incremental running can be estimated using EMG-shorts. *Physiological Measurement* 33, 603–614.
- Tikkanen, O., Haakana P., Pesola, A., Häkkinen, K., Rantalainen, T., Havu, M., Pullinen, T. & Finni, T. 2013. Muscle activity and inactivity periods during normal daily life. *PLoS ONE* 8(1): e52228. doi:10.1371/journal.pone.0052228.
- Tikkanen, O. 2014. Physiological loading during normal daily life and exercise assessed with electromyography. University of Jyväskylä. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 211.
- Tikkanen, O., Kärkkäinen, S., Haakana, P., Kallinen, M., Pullinen, T. & Finni, T. 2014. EMG, heart rate and accelerometry as estimators of energy expenditure during locomotion. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 46 (9): 1831-1839.
- Timmons, B. W., LeBlanc, A. G., Carson, V., Connor Gorber, S., Dillman, C., Janssen, I. & Tremblay, M. S. 2012. Systematic review of physical activity and health in the early years (aged 0–4years). *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 37 (4), 773–792.
- Tremblay, M., LeBlanc, A., Kho, M., Saunders, T., Larouche, R., Colley, R., Goldfield, G. & Gorber, S. 2011. Systematic review of sedentary behavior and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical activity* 8:98.

- Trost, S. G., McIver, K. L. & Pate, R. R. 2005. Conducting accelerometer-based activity assessment in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (11) Suppl., S531–S543.
- Trost, S. G. 2007. Measurement of physical activity in children and adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine* 1, 299–314.
- Trost, S. G., Fees, B. S., Haar, S. J., Murray, A. D., & Crowe, L. K. 2012. Identifications and validity of accelerometer cut-points for toddlers. *Obesity* 20, 2317–2319.
- Tudor-Locke, C., Schuna, J. Jr., Frensham, L. & Proenca, M. 2014. Changing the way we work: elevating energy expenditure with workstation alternatives. *International Journal of Obesity* 38 (6), 755–765.
- Van Cauwenberghe, E., Labarque, V., Trost, S., De Bourdeaudhuij, I. & Cardon, G. 2011. Calibration and comparison of accelerometer cut points in preschool children. *International Journal of Pediatric Obesity* 15 (6), e582–589.
- Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M. & Philippaerts, R. M. 2012. Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science* 24 (1), 113–116.
- Varhaisvuosien fyysisen aktiivisuuden suositukset. 2016. Iloa, leikkiä ja yhdessä tekemistä. Opetus- ja kulttuuriministeriö 2016:21.
- Virta, K. 2000. Missä lapsi liikkuu? Ala-asteikäisten lasten liikkumisympäristö ja liikunnan sisältö. Helsinki: Nuori Suomi.
- Voss, C. & Sandercock, G. R. H. 2013. Associations between perceived parental physical activity and aerobic fitness in schoolchildren. *Journal of Physical Activity & Health* 10 (3), 397–399.
- Welsman, J. R. & Armstrong, N. 1992. Daily physical activity and blood lactate indices of aerobic fitness in children. *British Journal of Sports Medicine* 26, 228–232.
- Westerterp, K. R. 1999. Body composition, water turnover and energy. Turnover assessment with labelled water. *Proceedings of the Nutrition Society* 58, 945–951.
- Westerterp, K. R. 2009. Assessment of physical activity: a critical appraisal. *European Journal of Applied Physiology* 105, 823–828.

- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H. & Pate, R. R. 2008. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity* 16 (6), 1421–1426.
- Winsley, R. 2002. Acute and chronic effects of exercise on heart rate variability in adults and children: a review. *Pediatric Exercise Science* 14, 328–344.
- World Health Organization. 2010. Global recommendations on physical activity and health. Viitattu 21.1.2016. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf?ua=1.
- Yao, C. A. & Rhodes, R. E. 2015. Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 12 (10), doi:10.1186/s12966-015-0163-y.
- Yang, S-C., Lin, S-J & Tsai, C-Y. 2015 Effect of sex, age and BMI on the development of locomotor skills and object control skills among preschool children. *Perceptual & Motor Skills* 121(3), 873–878

LITTEET

Liite 1



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Eettinen toimikunta

LAUSUNTO

Professori Tuuja Jutinen on pyytänyt Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta lausuntoa tutkimukselle "Fyysisen aktiivisuuden mittaaminen EMG -housuilla 7 -vuotiailta lapsilta". Eettinen toimikunta edellyttää oman lausuntonsa perusteeksi saatokirjeen, lausuntoa hakevan hankkeen tutkimussuunnitelman ja sen tiivistelmän, tiedotteen ja suostumuslomakkeen tutkittaville sekä rekisteriselostelomakkeen.

Tutkittaville jaettavasta informaatiosta tulee ilmetä:

1. tutkijoiden yhteystiedot sekä vastuullinen tutkija
2. tutkimuksen taustatiedot soveltuvin osin: tutkimuslaitos tai -laitokset, tutkiorganisaatiot tai -henkilöryhmät
3. tutkimusaineiston säilyttäminen
4. tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys
5. menetelyt, joiden kohteiksi tutkittavat joutuvat
6. hyödyt ja haitat, joita tutkittavat/koehenkilöt kohtauksella voivat odottaa; erityisesti tutkimuksen aiheuttamat mahdolliset rasitteet tai terveydelliset riskit tutkittaville sekä niiden todennäköisyys
7. miten ja mihin tietoja aiotaan käyttää
8. tutkittavien oikeudet: että he voivat kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen, että he voivat missä tahansa vaiheessa kysyä lisätietoja tutkimuksesta ja että he voivat missä vaiheessa tahansa perua osallistumisensa tutkimukseen
9. onko tutkittavat vakuutettu tutkimusprojektin puolesta vai oletetaan, että tutkittavat osallistuvat tutkimukseen omien henkilökohtaisten vakuutustensa varassa.
10. tutkittavan tai hänen huoltajansa/läillisen edustajansa suostumus tutkimukseen osallistumisesta


Eettinen toimikunta on käsitellyt Jutisen lausuntopyyntönsä kokouksessaan 25.8.2014. Jutinen on täydentänyt lausuntopyyntöä toimikunnan edellyttämällä tavalla, eikä toimikunta näe tutkimushankkeen toteuttamiselle esteitä, mikäli se suoritetaan tutkimussuunnitelmassa esitetyllä tavalla.

Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta (488/1999 muutoksineen) edellyttää, että lain soveltamisalaan kuuluvalla tutkimuksella saadaan sairaanhoitopiiriin eettisen toimikunnan suostumus. Eettisen toimikunnan käsityksen mukaan lausuntopyyntönsä kohteena ei ole laissa tarkoitettua lääketieteellinen tutkimus.

Jyväskylässä 26.8.2014



Mikko Yrjösuuri
puheenjohtaja



Maria Väre
sihteeri

Postiosoite: PL 35, 40014 Jyväskylän yliopisto
Postal address: P.O. Box 35, FI-40014 University of Jyväskylä, Finland
Käyntiosoite/Street address: Seminaarinkatu, rakennus T
Puh./Tel. +358 (0)14 260 1211 • Fax: +358 (0)14 260 1001
www.jyu.fi • Business ID, VAT code: FI02455947

Liite 2

HEI!

Haluaisimme mitata 1. luokan lasten liikkumista yhden päivän ajan syksyllä 2014 ja toisen päivän kevättalvella 2015. Et-simme noin kahtakymmentä vapaaehtoista lasta [REDACTED] ensimmäiseltä luokalta. Tavoitteenamme on saada tietoa lasten fyysisen aktiivisuuden laadusta tarkastelemalla jalkojen lihasten lihasaktiivisuuksia. Tutkimukseemme kuuluu yksi alkumittauskerta, jossa määritetään lapsen motorinen taitotaso KTK-testistön avulla. KTK-taitotestistössä mitataan hyppäämistä yhdellä ja kahdella jalalla sekä siirtymistä sivuttain. Lapset pitävät joustavasta kankaasta tehtyjä EMG-housuja ja liikemittaria syksyllä yhden koulupäivän ajan. Mittareiden avulla kerätään tietoa lapsen fyysisestä aktiivisuudesta.

Lapselle laitetaan aamulla ennen koulupäivän alkua EMG-housut jalkaan ja liikemittari vyötärölle. Tämä tapahtuu yliopiston Liikunta-rakennuksessa, jonka jälkeen tutkijat saattavat lapsen koululle. Koulupäivän aikana yhdellä välitunnilla lapselle pidetään leikkituokio, joka sisältää hippaa, keinumista ja trampoliinilla hyppimistä. Iltapäivällä koulun jälkeen tehdään mittaukset, joihin tutkijat hakevat lapsen koululta sovitusta paikasta. Mittaukset sisältävät mm. juoksua, tasapainoilua, kiipeilyä, portaissa kävelyä, konttaamista sekä kävelyä erilaisilla alustoilla sisällä ja ulkona. Nämä mittaukset toteutetaan yliopiston Liikunta-rakennuksessa ja sen lähiympäristössä. Lisäksi kevättalvella 2015 yhden päivän aikana tutkitaan lapsen liikkumista muun muassa lumihangessa ja jäällä kävellessä sekä hiihdossa ja luistelussa. Myös kevättalven mittaukset tapahtuvat koulun lähiympäristössä.

Tarkoituksenamme on, että jokaisen lapsen ja hänen vanhempiansa kanssa sovitaan mittauspäivän aikataulusta erikseen. Tutkimuksen osallistuminen ei vaikuta lapsen koulunkäyntiin tai muuta hänen koulupäivän aikataulujaan, sillä tarvittavat mittaukset tehdään aamulla ennen koulua ja koulupäivän jälkeen. Tutkimuksissa normaali sisä- ja ulkoliikuntavarustus on riittävä. Tutkimukseen osallistuvia lapsia ei vertailla toisiinsa, ja mittareiden tuottamaa tietoa käytetään vain ja ainoastaan tutkimustarkoituksiin. Lasten henkilöllisyydet pidetään hyvän tutkimusetiikan mukaisesti salassa.

Tutkimukseen osallistuvilla lapsilla ja heidän huoltajilleen pidetään infotilaisuus ennen mittauspäivän alkua. Tutkijat ovat yhteydessä huoltajiin tutkimuksen kulusta sähköpostitse tai puhelimitse. Tutkimuksesta lapset saavat tietoa omasta motorisesta taitotasostaan.



EMG-housut

Liikemittari lapsen
vyötäröllä

EMG-housut ovat elastisesta kankaasta valmistetut pyöräilyhousujen kaltaiset shortsit (koko 120 cm), joihin on kiinnitetty elektrodeja. Elektrodit mittaavat lapsen etu- ja takareisien lihasaktiivisuuksia. Lisäksi lapset pitävät kevyttä, joustavalla vyöllä kiinnitettävää liikemittaria.

LAPSENI SAA OSALLISTUA TUTKIMUKSEEN		<input type="checkbox"/>
LAPSENI EI SAA OSALLISTUA TUTKIMUKSEEN		<input type="checkbox"/>
LAPSEN TIEDOT:		
_____	_____	_____
Nimi	Syntymäaika	Pituus Paino
HUOLTAJAN TIEDOT:		
_____	_____	_____
Nimi	Sähköpostiosoite	Puhelinnumero

Huoltajan allekirjoitus		

Lupalappu palautetaan **10.10.2014** mennessä luokanopettajalle. Annamme mielellämme lisätietoja tutkimusta koskien.☺

Ystävällisin terveisin,

Karoliina Mäkäräinen

Liikuntabiologian ja liikuntapedagogiikan opiskelija

Jyväskylän yliopisto

karoliina.e.makarainen@student.jyu.fi



Elina Heikkinen

Liikuntabiologian ja liikuntapedagogiikan opiskelija

Jyväskylän yliopisto

elinaheikkinen@windowslive.com



**Jyväskylän yliopisto
Liikuntabiologian laitos
Koehenkilötiedote ja suostumuslomake**

Fyysisen aktiivisuuden mittaaminen EMG-housuilla 7-vuotiailta lapsilta

TIEDOTE TUTKITTAVILLE

1 Tutkijoiden yhteystiedot

Vastuullinen tutkija:

- Taija Juutinen, LitT, dosentti. Liikuntabiologian laitos, PL 35 (VIV), 40014 Jyväskylän yliopisto. e-mail: taija.finni@jyu.fi

Muut tutkijat:

- Arja Sääkslahti, LitT, dosentti. Liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylän yliopisto

Opinnäytteiden tekijät

- Karoliina Mäkäraainen, valmennus- ja testausopin sekä liikuntapedagogiikan pääaineopiskelija
- Elina Heikkinen, valmennus- ja testausopin sekä liikuntapedagogiikan pääaineopiskelija

2 Tutkimuksen taustatiedot

Tutkimuksessa pyritään selvittämään 6–7 –vuotiaiden lasten fyysistä aktiivisuutta lihasaktiivisuuden tarkastelun avulla. Tutkimus toteutetaan Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveystieteiden laboratoriossa sekä tutkittavien normaaleissa päivittäisissä elinolosuhteissa. Tutkimuksessa mitataan lihasaktiivisuutta lapsilta EMG-housujen avulla erilaisissa liikuntasuorituksissa ja -tehtävissä. Fyysistä aktiivisuutta mitataan myös kannettavan kiihtyvyyssmittarin avulla.

Projektista valmistuu kaksi pro gradu –tutkielmaa. Mittaukset sijoittuvat aikavälille lukuvuosi 2014-2015.

3 Tutkimusaineiston säilyttäminen

Tutkimuksen vastuullinen tutkija vastaa tutkimusaineiston säädösten mukaisesta turvallisesta säilyttämisestä. Manuaalinen aineisto säilytetään Jyväskylän yliopiston tiloissa lukitussa huoneessa. ATK:lla oleva aineisto koodataan siten, ettei henkilön yksilöllisyyttä pystytä tunnistamaan (annetaan ID numerot).

4 Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää 7 –vuotiaiden lasten fyysistä aktiivisuutta tarkastelemalla lihasaktiivisuuksia alaraajojen lihaksissa EMG-housuilla. Lihasaktiivisuutta mitataan erilaisissa tehtävissä ja liikuntalajeissa. Tarkoituksena on selvittää, saako EMG-housujen avulla erilaista tietoa fyysisestä aktiivisuudesta yleisimmin käytettyihin mittareihin (esimerkiksi kiihtyvyyssmittarit) verrattuna. Lihasaktiivisuutta tarkastellaan muun muassa sellaisissa tehtävissä, joita kiihtyvyyssmittari ei välttämättä rekisteröi aktiivisuudeksi tai aktiivisuus katsotaan matalatehoiseksi. Esimerkiksi tasapainoa vaativat tehtävät saattavat jäädä rekisteröimättä, vaikka alaraajoissa saattaa esiintyä hyvinkin suuria lihasaktiivisuuksia. EMG-housujen avulla saatua tietoa verrataan kiihtyvyyssmittarin avulla saatuun tietoon.

5 Menettelyt, joiden kohteeksi tutkittavat lapset joutuvat

Tutkittavat pyytävät lapselta suullisen suostumuksen tutkimukseen. Lapsen huoltajat allekirjoittavat oheisen suostumuksen. Tutkimukseen kuuluu yksi käyntikerta laboratoriossa, jolloin tutustutaan mittalaitteisiin ja tehdään liikunnallisia tehtäviä mittalaitteet päällä. Samalla mitataan paino ja pituus ja täytetään kyselylomakkeita. Mittauksia tehdään myös tavallisen koulupäivän aikana 1-2 kertaa (syksyllä-talvella), jolloin laitteita pidetään päällä koko päivän ajan.

EMG-mittaukset lapsille. Lapsilta mitataan lihasaktiivisuutta erityisillä shortseilla liikunta-tehtävissä ja koko päivän aikana. Lihasaktiivisuutta mittaavat shortsit ovat tavalliset pyöräilyshortsit, joiden sisäpinnalle on ommeltu lihasaktiivisuutta mittaavaa kangasta. Shortsien vyötäröllä on n. tulitikkurasian kokoinen kevyt laite, joka tallentaa signaalin. Mittaushenkilökunta opastaa lapsia mittauksissa.

Kiihtyvyyssanturimittaukset lapsille. Lapset käyttävät vyötärölle joustavalla vyöllä kiinnitettävää kiihtyvyyssanturia, joka taltioi lasten päivittäisen liikunta-aktiivisuuden suoritettavissa tehtävissä. Tulitikkurasian tai lyhyen tussikynän kokoinen mittari ei häiritse lapsen luonnollista liikkumista ja leikkimistä. Se toimii äännettömästi, eikä purista tai kiristä.

6 Tutkimuksen hyödyt ja haitat

Mitä tutkittavat hyötyvät osallistumisestaan tutkimukseen:

Tutkittavat saavat tietoa omasta päivän aikaisesta fyysisestä aktiivisuudesta, ikään suhteutusta taitotasosta motorisissa testeissä ja alaraajojen lihasaktiivisuudesta eri liikuntatehtävissä. Mittaukset ovat maksuttomia

Tutkimukseen liittyvät riskit ja mahdolliset haitat tutkittaville lapsille:

Lihaskäytävien mittaus: Lapsille on käytettävissä 120 cm kokoa olevat shortsit, joiden sisäpinnalla on lihasaktiivisuutta mittaavia EMG elektrodeja. Elektrodiin ja ihon välipintaan laitetaan signaalin kulkua helpottavaa voidetta. Voide voi harvoin aiheuttaa allergisen reaktion. Voiteena voidaan käyttää myös Erioil-peruserärasvaa, jolloin allergisesta reaktiosta ei tarvitse olla huolissaan. Mittauksesta ei aiheudu terveydellistä vaaraa eikä mittaukseen liity minkäänlaisia epämiellyttäviä tuntemuksia.

Liikunta-aktiivisuuden mittaus: Kiihtyvyyssmittaria pidetään erillisessä lantiolla pidettävässä joustavassa vyössä. Mittareista ei aiheudu haittaa tutkittaville.

7 Miten ja mihin tutkimustuloksia aiotaan käyttää

Opinnäytetyöt julkaistaan Jyväskylän yliopiston kirjaston ohjeiden mukaisesti. Tärkeimmät tutkimustulokset tullaan julkaisemaan suomenkielisissä lehdissä, kuten Liikunta ja Tiede, yleistajuisesti kirjoitettuna. Tutkimuksesta julkaistaan myös kansainvälisiä artikkeleita.

8 Tutkittavien oikeudet

Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Teillä on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä mittauksista ja keskeyttää testit syytä ilmoittamatta ja ilman, että siitä aiheutuu mitään seuraamuksia. Tutkimuksen järjestelyt, tulosten käsittely ja raportointi ovat luottamuksellisia. Tutkimuksesta saatavat tiedot tulevat ainoastaan tutkittavan ja tutkijaryhmän käyttöön ja tulokset julkaistaan tutkimusraporteissa siten, ettei yksittäistä tutkittavaa voi tunnistaa. Teillä on oikeus saada lisätietoa tutkimuksesta tutkijaryhmän jäseniltä missä vaiheessa tahansa.

9 Vakuutukset

Jyväskylän yliopiston henkilökunta ja toiminta on vakuutettu. Vakuutus sisältää potilasvakuutuksen, toiminnanvastuuvakuutuksen ja vapaaehtoisen tapaturmavakuutuksen. Tutkimuksissa tutkittavat (koehenkilöt) on vakuutettu tutkimuksen ajan ulkoisen syyn aiheuttamien tapaturmien, vahinkojen ja vammojen varalta. Tapaturmavakuutus on voimassa mittauksissa ja niihin välittömästi liittyvillä matkoilla. Vakuutusyhtiöt eivät kuitenkaan korvaa äkillisen ponnistuksen aiheuttamaa lihas- tai jännerevähdystä, ellei siihen liity ulkoista syytä. Tapaturmien ja sairastapausten välittömään ensiapuun mittauksissa on varauduttu tutkimusyksikössä. Laboratoriossa on ensiapuvälineet ja varusteet, joiden käyttöön henkilökunta on perehtynyt. Tutkittavalla olisi hyvä olla oma henkilökohtainen tapaturma/sairaus- ja henkivakuutus, koska tutkimusprojekteja varten vakuutusyhtiöt eivät myönnä täysin kattavaa vakuutusturvaa esim. sairauskohtauksen varalta.

Fyysisen aktiivisuuden mittaaminen EMG-housuilla 7-vuotiailta lapsilta HUOLTAJIEN SUOSTUMUS LAPSEN OSALLISTUMISESTA TUTKIMUKSEEN

Lapsen huoltajana olen perehtynyt tutkimuksen tarkoitukseen ja lapseen kohdistuviin mittauksiin (liikunta-aktiivisuuden mittaus vyötärölle kiinnitettävällä kiihtyvyyssanturilla ja shortseilla tapahtuva mittaus). Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää lapseni osallistumisen missä vaiheessa tahansa syitä ilmoittamatta ja ilman seuraamuksia. Olen selittänyt ja keskustellut lapseni kanssa tutkimustiedotteessa kerrotuista asioista.

Tutkimustuloksia saa käyttää tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

Tutkimukseen osallistuvien lasten nimet ja syntymäajat (ID:n täyttää tutkija)

Nimi _____ Syntymäaika _____ ID _____

Päiväys	Huoltajan1 allekirjoitus	Nimen selvennys
---------	--------------------------	-----------------

Päiväys	Huoltajan2 allekirjoitus	Nimen selvennys
---------	--------------------------	-----------------

Päiväys	Tutkijan allekirjoitus
---------	------------------------

Liite 4

KYSELYLOMAKE

Nimi _____

Koulu _____

Luokka _____ (esim. 1C)

Ikä _____ vuotta

Lomakkeen täyttöpäivämäärä _____

1. Sukupuoli

poika

tyttö

2. Miten tulit tänään kouluun? Valitse vain yksi vaihtoehto.

kävelen



polkupyörällä



autolla

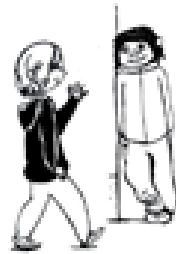
muuten, miten? _____

3. Mitä teit viimeisellä välitunnilla? Valitse vain yksi vaihtoehto.

istuin



juoksin pelissä/leikissä



kävelin



pölytelin

 jostain muuta, mitä? _____

4. Mitä teit eilen iltapäivällä koulun jälkeen? Voit valita useampia vaihtoehtoja.


 tein läksyjä

 leikin/pelasin sisällä

 leikin/pelasin ulkona

 katselin TV:tä/videota,
olin tietokoneella

 olin liikun-
tamisessa

 jostain muuta, mitä? _____

5. Mitä teit eilen illalla? Voit valita useampia vaihtoehtoja.



tein tököä



leikin/pelasin sisällä



leikin/pelasin
ulkona



katselin TV:tä/videota,
olin tietokoneella



olin liikunta-
harrastuksessa



jotain muuta, mitä? _____

6. Harrastatko jotain? Voit valita useampia vaihtoehtoja.



musiikkia



kuvaamateriaalia



käsityötä



liikuntaa, mitä? _____



jotain muuta, mitä?

7. Montako kertaa viikossa sinulla on liikunta-harrastuksia?

0 1 2 3 4 5

Liite 5

TAULUKKO 5. Inaktiivisuusajan suhteellinen osuus eri liikuntaosioiden EMG:ssä ja kiihtyvyydessä.

Inaktiivisuusajan suhteellinen osuus (%)		
	EMG	Kiihtyvyysanturi
Porraskävely	0,0 ± 0,0	1,0 ± 2,5
Kävely	0,0 ± 0,0	1,5 ± 2,6
Tutkittava hippana	0,0 ± 0,1	1,3 ± 1,4
Kiipeily	0,0 ± 0,1	0,2 ± 0,8
Keinuminen	0,0 ± 0,1	0,8 ± 0,6
Tasapainoilu	0,0 ± 0,1	6,3 ± 7,2
Trampoliinihyppely	0,0 ± 0,2	1,1 ± 1,4
Juoksu	0,1 ± 0,2	6,1 ± 7,1
Konttaus	0,4 ± 1,4	1,5 ± 3,9
Tutkittava kiinniotettavana	1,0 ± 2,3	7,5 ± 7,1

TAULUKKO 6. Kevyen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioiden EMG:ssä ja kiihtyvyydessä.

Kevyen aktiivisuuden suhteellinen osuus (%)		
	EMG	Kiihtyvyysanturi
Tutkittava hippana	12,0 ± 12,8	9,9 ± 8,8
Porraskävely	25,9 ± 19,4	10,8 ± 10,9
Juoksu	28,9 ± 12,0	15,8 ± 13,6
Trampoliinihyppely	34,8 ± 19,9	4,4 ± 4,5
Konttaus	37,3 ± 18,4	13,1 ± 12,9
Tutkittava kiinniotettavana	39,8 ± 19,8	27,6 ± 11,2
Kiipeily	46,4 ± 24,0	73,4 ± 17,5
Keinuminen	53,2 ± 28,2	19,1 ± 14,9
Kävely	53,5 ± 3,8	20,3 ± 9,4
Tasapainoilu	65,4 ± 20,9	73,5 ± 16,0

TAULUKKO 7. Keskitehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa EMG:n ja kiihtyvyyden osalta.

Keskitehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus (%)		
	EMG	Kiihtyvyyssanturi
Juoksu	15,9 ± 8,1	5,2 ± 6,6
Tutkittava hippana	17,6 ± 13,4	4,2 ± 3,7
Tutkittava kiinniotettavana	21,7 ± 9,1	5,7 ± 4,8
Konttaus	24,6 ± 12,9	8,9 ± 9,4
Trampoliinihyppely	26,8 ± 6,5	1,4 ± 1,9
Tasapainoilu	28,4 ± 15,7	10,2 ± 11,9
Keinuminen	28,6 ± 12,4	9,5 ± 4,7
Porraskävely	33,8 ± 12,0	10,7 ± 10,6
Kiipeily	39,2 ± 15,2	14,2 ± 8,0
Kävely	44,1 ± 5,4	8,4 ± 12,8

TAULUKKO 8. Kovatehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus eri liikuntaosioissa EMG:n ja kiihtyvyyden osalta.

Kovatehoisen aktiivisuuden suhteellinen osuus (%)		
	EMG	Kiihtyvyyssanturi
Kävely	2,5 ± 2,2	69,8 ± 19,6
Tasapainoilu	6,2 ± 7,8	10,0 ± 9,6
Kiipeily	14,4 ± 15,0	12,2 ± 11,3
Keinuminen	18,2 ± 20,8	70,6 ± 18,2
Tutkittava kiinniotettavana	37,6 ± 23,4	59,2 ± 19,0
Konttaus	37,6 ± 26,6	76,5 ± 12,4
Trampoliinihyppely	38,4 ± 22,2	93,2 ± 7,0
Porraskävely	40,3 ± 27,6	77,4 ± 19,2
Juoksu	55,1 ± 15,0	72,9 ± 14,6
Tutkittava hippana	70,4 ± 22,0	84,6 ± 12,7