

**ENSIMMÄISEN LUOKAN OPPILAIDEN MOTORISET TAIDOT JA REISILIHASTEN
AKTIIVISUUS ERI ALUSTOILLA KÄVELTÄESSÄ**

Anna-Elina Heikkinen

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma ja
valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma
Kevät 2016
Liikuntakasvatuksen ja Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Heikkinen, A-E. 2016. Ensimmäisen luokan oppilaiden motoriset taidot ja reisilihasten aktiivisuus eri alustoilla käveltäessä. Liikuntakasvatuksen ja Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu – tutkielma ja valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma, 121s., 4 liitettä.

Kävelyn oppiminen on tärkeä osa lapsen motorista kehitystä. Kävelytaito mahdollistaa lapsen osallistumisen monipuoliseen liikuntaan. Ympäristöllä, jossa lapsi liikkuu, on vaikutusta lapsen motorisen kehityksen etenemiseen. Motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on havaittu selvää, iän myötä vahvistuva yhteys. Kehittyvällä lapsella uusien motoristen taitojen opetteluvaiheessa lihasaktiivisuudet nousevat suhteellisen paljon. Lihasaktiivisuuksia voidaan tutkia vaivattomasti tekstiilisten EMG-elektrodien avulla.

Tämän kaksoistutkielman tarkoituksena oli selvittää ensimmäisen luokan oppilaiden (N=11) kävelyssä ilmeneviä lihasaktiivisuuksia kolmella eri alustalla: tasaisella alustalla, pehmeällä epätasaisella alustalla ja polulla. Lisäksi tutkittiin lasten yleisen motorisen taitotason ja alustan välistä yhteyttä kävelyn koordinaatioon. Kävelyn koordinaatiota mitattiin EMG-shortseilla m. quadriceps ja m. hamstring lihaksista, joista määritettiin aktiivisuuksien keskiarvot ja maksimiarvot. Lihasaktiivisuuksista muodostettiin kolme eri symmetriaindeksiä (V/O, LQ/RQ ja LH/RH) sekä muutosprosentit ($\Delta\%$) eri alustojen välille. Yleisen motorisen taitotason mittarina käytettiin KTK-testistöä. Lasketuissa muuttujissa esiintyviä eroja tarkasteltiin toistomittausten ANOVAN, parittaisen T-testin, WRS-testin sekä keskiarvojen avulla. Yleisen motorisen taitotason ja koordinaation välisen yhteyden selvittämiseen käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa sekä Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa.

Reisilihasten yhteenlasketut lihasaktiivisuudet eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan eri alustoilla kävelyssä. Sen sijaan muutosprosenttien perusteella havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja tasaisella, pehmeällä epätasaisella alustalla ja polulla kävelyn välillä ($p=0.025$). Lihasaktiivisuudet olivat korkeimmat polulla kävelyssä sekä keskiarvojen ($43,2 \pm 14,6$ mV) että maksimiarvojen ($174,6 \pm 72,7$ mV) perusteella. Lasten kävelyn koordinaatio muuttui eniten, kun siirryttiin tasaiselta alustalta polulle kävelyyn, sillä tilastollisesti merkitseviä eroja esiintyi yhteensä kolmessa eri symmetriaindeksissä. Kävely oli tasapainoisinta polulla käveltäessä niin keskiarvojen ($90,5 \pm 34,7$ %) kuin maksimiarvojen ($101,3 \pm 37,5$ %) mukaan laskettuna (100% tarkoittaa täydellistä symmetriaa). Eniten puolieroja tuli esiin epätasaisella alustalla ($69,1 \pm 16,5$ %). Lasten kävelyn koordinaatio ei korreloinut heidän yleisen motorisen taitotasonsa kanssa.

Tutkielman tulokset antavat viitteitä siitä, että ulkoympäristöt ovat motorisesti haastavimpia ja vaihtelevimpia liikuntaympäristöjä lapsille: on mahdollista, että kävelyalustan muuttuvat pinnanmuodot haastavat eniten lasten kävelyn koordinaatiota ja edistävät lasten motoristen taitojen kokemuspohjaista harjaantumista. Luontoympäristössä liikkuminen saattaa olla edullista lasten fyysisen aktiivisuuden määrän ja laadun kannalta. Tutkielman tulokset voivat tarjota arvokasta tietoa koulujen opettajille ja päättäjille oppilaiden kokonaisvaltaisen motorisen kehityksen ja fyysisen aktiivisuuden tukemiseksi. Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimustietoa alustan vaikutuksista lasten yleiseen fyysiseen aktiivisuuteen sekä motoriseen kehitykseen. Vaatteisiin integroitujen EMG-elektrodien yhdistäminen muihin fyysisen aktiivisuuden mittareihin voi tarjota monipuolista tutkimustietoa lasten kokonaisvaltaisten fyysisen aktiivisuuden suositusten laatimisen tueksi.

Avainsanat: motorinen kehitys, motoriset taidot, fyysinen aktiivisuus, kävely, kävelyalusta, ensimmäisen luokan oppilaat, elektromyografia, KTK-testit

ABSTRACT

Heikkinen, A-E. 2016. First grade students' motor skills and thigh muscle activity when walking on different platforms. Department of Sport Sciences and Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Master's thesis of sport pedagogy and bachelor's thesis of coaching and testing, 121 pp., 4 appendices.

Learning walking is an important part of the motor development of children. Walking skill makes it possible for the child to participate in versatile physical exercises. The environment in which the child moves, is affecting the pace of the child's motor development. An association between motor skills and physical activity is clear and strengthens with age. When a child is developing, the learning phase of a new motor skill increases muscle activity levels. Muscle activity levels can be explored easily using the textile EMG electrodes.

This dual thesis was to find out the first grade students' walking on three different surfaces: on flat, on soft and uneven surface and on the path. Also the link between the general level of motor skills and coordination in walking on different platforms was examined. Coordination in walking was examined on the basis of average and maximum muscle activity values (mV). Three different symmetry indices (V/O, LQ/RQ and LH/RH) and the percentages of the change ($\Delta\%$) between different platforms were calculated. Subjects' (N = 11) leg muscle (M. Quadriceps and M. Hamstring) activity levels were measured by EMG shorts. General motor skill level indicator of KTK-test was used. Differences in the calculated variables were examined using repeated measures ANOVA, paired T-test, WRS-test and averages. The association between the general level of motor skills and coordination were determined using Pearson's correlation coefficient and Spearman rank correlation coefficient.

The sum of thigh muscle activity level did not differ statistically significantly from each other when walking on different surfaces. Instead, based on the changes ($\Delta\%$), walking on the flat was statistically significantly different from uneven surface and on the path ($p = 0.025$). Muscle activity levels were the highest when walking on the path as mean values (43.2 ± 14.6 mV) and as maximum values (174.6 ± 72.7 mV). Children's coordination in walking changed the most when transiting from flat surface walking as observed using the three different symmetry indices. Walking was the most balanced when walking on the path according to the mean values ($90.5 \pm 34.7\%$) and the calculated maximum values ($101.3 \pm 37.5\%$) (100% being fully symmetrical). Most differences in children's walking emerged in walking on soft and uneven ground ($69.1 \pm 16.5\%$). Children's coordination in walking did not correlate significantly with their general motor skill level.

The results of this study suggest that the external environments are most challenging for the motor coordination and the most varying physical activity environments for children: it is possible that changing the walking surface topography will challenge children's coordination in walking the most and contribute to children's experience-based training of motor skills. Natural nature surroundings may be preferable to quantity and quality of physical activity of children. The results of this study may provide valuable information for school teachers and decision-makers how to support student's comprehensive motor development and physical activity. In the future more research on how the surface affects the general physical activity level and motor development of children is needed. Combining the textile EMG electrodes and other measures of physical activity may provide rich research data to support the recommendations of comprehensive physical activity of children.

Key words: motor development, motor skills, physical activity, walking, walking platform, first-grade students, electromyography, KTK-tests

KÄYTETYT LYHENTEET

Aver.	average; keskiarvojen perusteella määritetty
EMG	elektromyografia eli lihassähkökäyrä
LQ/RQ,	symmetriaindeksi; vasemman quadriceps-lihaksen suhde oikeaan quadriceps-lihakseen
LH/RH	symmetriaindeksi; vasemman hamstring-lihaksen suhde oikeaan hamstring-lihakseen
M.	musculus (lat.), lihas
Max.	maximal; maksimiarvojen perusteella määritetty
MET	Metabolic Equivalent of Task; metabolinen ekvivalentti eli lepoaineenvaihdunnan kerrannainen. 1 MET = 3,5 ml/kg/min; 1 MET = 1 kcal/kg/h.
MQ	Motor Quotient; KTK-testistön kokonaispistemäärä eli motorinen kvatientti
WRS	tilastollinen testi; Wilcoxon Signed Rank -test
V/O	symmetriaindeksi; vasemman jalan reisilihasten summan suhde oikean jalan reisilihasten summan aktiivisuuksiin (m. quadriceps ja m. hamstrings)

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO.....	1
2 MOTORINEN KEHITYS	7
2.1 Dynaamisten systeemien teoria	7
2.2 Motorisen kehityksen eteneminen	8
2.3 Motoriset taidot	10
2.3.1 Motoriset perustaidot.....	11
2.3.2 Tasapaino ja asentokontrolli.....	12
2.3.3 Motoristen perustaitojen luokittelu.....	13
2.4 Motoristen taitojen mittaaminen lapsilla	15
3 MOTORISTEN PERUSTAITOJEN YHTEYS FYYSSISEEN AKTIIVISUUTEEN ...	17
3.1 Stoddenin ym. malli.....	17
3.2 Ympäristön vaikutus lasten motoristen taitojen oppimiseen sekä fyysiseen aktiivisuuteen	19
3.3 Tutkimuksia motoristen perustaitojen yhteydestä fyysiseen aktiivisuuteen.....	21
4 KÄVELYN BIOMEKANIikka	25
4.1 Askelsykli	25
4.2 Lihasten konsentrisen ja eksentrisen supistuminen kävelyssä.....	28
4.3 Kävelyssä aktivoituvat lihakset	29

4.4	Lihassynergia ja koaktivaatio	30
4.5	Kävelyn tutkiminen elektromyografian (EMG) avulla	31
4.5	Alustan vaikutus kävelyn	35
4.6	7-vuotiaan lapsen kävelyn erityispiirteet.....	36
5	TUTKIMUSONGELMAT.....	39
6	MENETELMÄT.....	41
6.1	Tutkittavat.....	41
6.2	Tutkimusasetelma.....	43
6.2	Mittaukset.....	44
6.2.1	Motorisen taitotason mittaaminen KTK-testien avulla	45
6.2.2	Kävelytestit.....	48
6.2.3	EMG-shortsit	51
6.4	Datan keräys ja analysointi.....	53
6.5	Tilastolliset analyysit.....	56
7	TULOKSET	57
7.1	Lihaskäytävyyksien muutokset tasaisella ja epätasaisella alustalla sekä polulla kävelyssä	59
7.2	Kävelyn symmetrisyyden muutokset kolmella eri kävelyalustalla	61
7.3	KTK-testitulokset	66
7.4	Tutkittavien yleisen motorisen taitotason yhteys kävelyn symmetrisyyteen	67
8	POHDINTA.....	69
8.1	Tutkimusmenetelmien kriittinen analysointi.....	72

8.2 Tutkimusmenetelmien eettinen pohdinta	75
8.3 Tutkimuksen teoriataustan kriittinen analysointi	76
8.4 Jatkotutkimusaiheita	84
LÄHTEET	88
LIITTEE	

1 JOHDANTO

Kävely on olennainen osa ihmisen arkipäivää ja perusliikkumista (Steele, Rozumalsi & Schwartz 2015). Kävely on yksi tärkeä motorinen perustaito, joka lapsen tulisi oppia ennen seitsemättä ikävuotta. (Numminen 1996, 26–28.) Motoristen perustaitojen omaksuminen on edellytys lajitaidoille, jotka mahdollistavat lapsen osallistumisen monipuoliseen liikuntaan. Näin siis motoristen taitojen ja lapsen fyysisen aktiivisuuden välillä on selvä yhteys, joka vahvistuu edelleen lapsen kasvaessa. Motorinen kehitys on yksilöllinen tapahtumaketju, johon kokemusten lisäksi vaikuttaa lapsen kasvuympäristö. (Stodden ym. 2008.) Esimerkiksi ulkona liikkumisella on todettu olevan positiivinen vaikutus lasten motoristen taitojen oppimiseen sekä fyysiseen aktiivisuuteen (Casey ym. 2015; Fjørtoft & Gundersen 2007).

Ensimmäisen luokan oppilaista 10 % liikkuu arkisin suosituksia vähemmän, alle kaksi tuntia päivässä (Mäki ym. 2010). Tämä on huolestuttavaa. Kehittyvän lapsen liikkumisen tulisi olla monipuolista, jotta se tukisi lapsen kokonaisvaltaista kehitystä (STM ym. 2005). Myös arjen pienillä valinnoilla on huomattava merkitys lasten fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kannalta (Finni, Laukkanen, Pesola & Sääkslahti 2013). Kehittyvän lapsen fyysinen aktiivisuus voi usein vaikuttaa matalatehoiselta. Kuitenkin lapset tekevät paljon lihastyötä esimerkiksi hiekkalaatikolla leikkiessään. Tällöin lasten lihasaktiivisuustasot nousevat. (Finni, Sääkslahti, Laukkanen, Pesola & Sipilä 2011; Finni 2012.) Uusien motoristen taitojen, esimerkiksi kävelyn, opettelu ja suoritusten taloudellistuminen vaativat hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksien kehittymistä (Mero, Nummela & Keskinen 1997; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 348–349). Kehittyvän lapsen kävelyn lihasaktiivisuuksien voidaan siis olettaa nousevan suhteessa korkealle verrattuna aikuisen kävelyn lihasaktiivisuuksiin. Lasten liikkumisen monipuolisuus ja kokonaisvaltaisuus tulee ottaa huomioon, kun tutkitaan lasten fyysisen aktiivisuuden määrää ja valitaan sopivia fyysisen aktiivisuuden mittareita. Fyysisen aktiivisuuden mittareista tekstiiliset EMG-elektrodit ovat hyvä esimerkki monipuolisesta ja helposta tavasta mitata objektiivisesti lasten fyysisen aktiivisuuden määrää ja laatua (Finni, Hu, Kettunen, Vilavuo & Cheng 2007).

Tässä kaksoistutkielmassa tutkitaan lasten kävelyn lihasaktiivisuuksia ja sen muutoksia erilaisilla alustoilla: lattialla, pehmeällä epätasaisella alustalla ja pihapolulla. Tutkielmassa halutaan selvittää, vaikuttaako alusta lasten kävelyn koordinaatioon. Lisäksi selvitetään, onko lapsen motorisella taitotasolla yhteyttä lapsen koordinaatioon kävelyssä. Näin pyritään ymmärtämään kävelyn lihasaktiivisuuksissa mahdollisesti tapahtuvia muutoksia kävelyalustan vaihtuessa. Lasten motorisen taitotason mittarina on käytetty KTK-testistöä. Tutkimuksia kävelyn lihasaktiivisuuksista etenkin lapsilla löytyy vielä hyvin vähän. Lisäksi alustan vaikutusta kävelyn lihasaktiivisuuksiin on tutkittu niukasti. Kävely on fyysistä aktiivisuutta, jossa lihasaktiivisuuksia syntyy huomaamatta, ja se voidaan ajatella kevyeksi arkiliikunnaksi. Voidaanko eri alustoilla vaikuttaa lasten fyysisen aktiivisuuden laatuun, ja pitäisikö esimerkiksi kouluissa pohtia aikaisempaa enemmän välituntien viettoapaikan merkitystä lasten motoriselle kehitykselle ja fyysisen aktiivisuuden määrälle? Tämä tutkielma saattaa antaa arvokasta tutkimustietoa siitä, kuinka eri alustoilla kävelyllä voi olla yhteys lapsen päivittäiseen energian kulutukseen, fyysisen aktiivisuuden laatuun ja määrään sekä mahdollisesti motoriseen taitotasoon.

Kävelyn oppimisen voidaan ajatella parantavan elämänlaatua itsenäisen toiminnan ja osallistumisen myötä (Steele ym. 2015). Kävely kuuluu liikkumistaitoihin, ja sen oppiminen on yksi edellytys erilaisten lajitaitojen oppimiselle. Kävelyn oppimiseksi lapsen on omattava riittävät tasapainotaidot, jotta painoa voidaan siirtää jalalta toiselle. (Gallahue & Ozmun 2002 17; Numminen 1996, 24–28.) Esimerkiksi koulumatkan käveleminen voi olla yksi tärkeä osa lapsen päivittäistä fyysistä aktiivisuutta. Koulumatkan kulkeminen kävellessä ennustaa mahdollisesti myös fyysisesti aktiivista työmatkaliikuntaa myöhemmin aikuisena. (Roberts 1996.) Lisäksi on todettu, että koulumatkan käveleminen saattaa muun muassa vähentää lasten koulupäivän aikana kokemaa stressiä (Shirley 2011). Kävelyn analysoinnissa käytetään tavallisimmin elektromyografisia (EMG), kinemaattisia tai kineettisiä malleja (Shumway-Woollacot 2012, 316–317). Tässä kaksoistutkielmassa tarkastellaan kävelyä lihasaktiivisuuksien perusteella.

Alakouluikäisistä lapsista noin joka kymmenes ja yläkouluikäisistä noin joka neljäs suomalainen nuori on lihava tai ylipainoinen: ylipaino on merkittävä kansantaloudellinen ongelma

(Mäki ym. 2010). Lasten ja nuorten lihavuus on lisääntynyt niin Suomessa kuin muualla maailmassa (Kautiainen ym. 2009; Wang & Lobstein 2006). Tähän on syynä muun muassa arki liikunnan väheneminen (Sørensen 2009). Suomalaiset nuoret ovat heikkokuntoisempia kuin ennen (Huotari, Nupponen, Laakso & Kujala 2010), ja fyysiseen inaktiivisuuteen opitaan jo päiväkodeissa ja kouluissa (Finni 2012). Siksi on huolestuttavaa, että lasten leikin rasittavuuden on huomattu vähentyneen viime aikoina (Williams ym. 2008). Williams ym. (2008) saivat tutkimuksessaan selville, että vain 12 % lapsista viettää päivästänsä kohtalaisen rasittavasti liikkuen. Yli puolella lapsista päiväohjelmaan ei kuulu lainkaan liikunnallisia aktiviteetteja. (Williams ym. 2008.) Myös Oliver, Schofield ja Kolt (2007) mukaan vain 5 % lapsista käyttää päivästänsä aikaa rasittavan liikunnan parissa. Tähän fyysisen aktiivisuuden laskuun voivat olla syynä muun muassa lisääntynyt tietokonepelien pelaaminen ja television katselu. (Oliver ym. 2007; STM 2005; Syväoja ym. 2013.) Viimeisen kymmenen vuoden aikana lasten leikit ovat siirtyneet ulkoa sisätiloihin. Sisällä aikaa kuluu yhä enemmän median parissa. (Inkinen 2005, 9.) Toisaalta on huomioitava, että myös matalammalla intensiteetillä tapahtuva arkiliikkuminen voi olla lapsen liikuntamyönteisyyden ja fyysisen aktiivisuuden kannalta merkityksellinen tekijä (Finni 2012).

Suomalaisten Varhaiskasvatuksen liikunnan suositusten (STM 2005) mukaan alle kouluikäisten lasten tulisi määrällisesti liikkua reippaasti vähintään kaksi tuntia päivässä. Lapsen tulisi harjoitella motorisia perustaitoja päivittäin monipuolisesti erilaisissa ympäristöissä. (STM 2005.) Tämän kaksituntisen tulisi olla hengästyntä aiheuttavaa, kohtalaisen rasittavaa tai rasittavaa liikuntaa. Lapsen liikkuminen on spontaania leikin ja järjestetyn toiminnan ohessa tapahtuvaa fyysistä aktiivisuutta. (STM 2005; Williams ym. 2008.) Tämä spontaani liikkuminen tapahtuu usein lyhyissä ajanjaksoissa. Lapsen hermo-lihasjärjestelmän kehittämisessä liikunnan osuus on hyvin merkittävä, sillä liikkuesssa hermostolliset prosessit harjaantuvat, ja kehitys mahdollistaa erilaisten motoristen perustaitojen oppimisen. Hermostollisella prosessilla tarkoitetaan ärsykkeen kulkua hermosolun sisällä ja siirtymistä hermosolusta toiseen. Motoriset perustaidot kehittyvät erilaisissa ympäristöissä uusia taitoja kokeiltaessa. Lapsen kokonaisvaltaisen kehittymisen turvaamiseksi tarvitaan vastavuoroista vuorovaikutusta lapsen yksilöllisten ominaisuuksien, kuten temperamentin ja ympäristön välillä. (STM 2005.)

Liikunnan harrastamisen lapsena on tutkittu suojaavan lihavuudelta varhaisaikuisuudessa (Oliver ym. 2007; Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Lasten päivittäinen liikkuminen ja uusien taitojen opettelu on tärkeää myös motorisen kehittymisen kannalta (Jaakkola 2013; STM 2005; Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Lisäksi ympäristön vaikutus lasten fyysiseen aktiivisuuteen ja liikuntataitojen oppimiseen tulee ottaa huomioon arvioitaessa lasten liikkumista: ulkoympäristöjen on tutkittu olevan tärkeimpiä liikuntaympäristöjä lasten fyysisissä leikeissä (Fjørtoft & Gundersen 2007). Toisaalta myös sisäliikuntaympäristöistä voidaan rakentaa lapsille vaihtelevia ja virikkeellisiä liikuntaympäristöjä (STM 2005; Tervo & Pehkonen 2002).

Tämän kaksoistutkielman tutkittavien joukko koostui yhdestätoista ensimmäisen luokan oppilaasta. Kaikki tutkittavat olivat iältään 7-vuotiaita. Tutkimushetkellä he olivat juuri ohittaneet päiväkotiajan ja aloittaneet koulunkäynnin. Näin ollen tutkielman teoriaosuudessa Varhaiskasvatuksen liikunnan suositusten (STM 2005) ajateltiin parhaiten sopiviksi liikuntasuosituksiksi tälle tutkittavien joukolle. Teoriatausta pohjautuu niin päiväkotii-ikäisten kuin juuri koulunsa aloittaneiden lasten tietoihin. Teorian perustana käytetty Stoddenin ym. (2008) malli motoristen taitojen yhteydestä fyysiseen aktiivisuuteen määrittelee seitsemän vuotiaan kuuluvaksi myöhäislapsuuden (5–18 -vuotta) aikaan.

Motoriset taidot käsitetään koko kehon toimintaa edellyttäväksi ja tiettyyn tavoitteeseen tähtääviksi tehtäviksi (Magill 2011,3). Motoriset taidot ovat osa suurempaa kokonaisuutta, motorista kehitystä. Motorinen kehitys voidaan nähdä koko elämän jatkuvana muutosprosessina, jonka aikana opitaan tasapainotaitojen, liikkumistaitojen sekä esineiden ja välineiden käsitteilyyn tarvittavien taitojen kautta erilaisia liikemalleja (Gallahue & Ozmun 2002, 45–46). Motorisen kehityksen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on olemassa selvä yhteys (Carley 2010; Iivonen ym. 2013; Lloyd, Saunders, Bremer & Tremblay, 2014; Stodden ym. 2008). Fyysinen aktiivisuus taas määritellään kaikenlaisena lihasten tahdonalaisena liikkumisena, jossa kuluu energiaa. Jokainen ihminen on fyysisesti aktiivinen. Fyysisen aktiivisuuden määrä sen sijaan vaihtelee niin yksilöiden välillä kuin ajallisesti yksilöillä. (Caspersen, Powell & Christenson 1985.)

Fyysinen aktiivisuus voidaan ajatella myös kokonaisvaltaisena käyttäytymisenä, joka pienellä lapsella ilmenee fyysisesti aktiivisena leikkimisenä (Malina, Bouchard & Bar-Or 2004, 458). Lapsia tutkittaessa suurin haaste on päättää, mitä mitataan ja miten (Sherar ym. 2011). Fyysistä aktiivisuutta voidaan mitata sekä objektiivisin että subjektiivisin mittarein (Aittasalo, Tammelin & Fogelholm 2010; Oliver ym. 2007). Yksi esimerkki objektiivisista mittausmenetelmistä ovat lihasaktiivisuusmittaukset elektromyografian (EMG) avulla (Kern, Semmler & Enoka 2011). Lapsen fyysisen aktiivisuuden määrää voidaan lisäksi mitata energiankulutuksen perusteella (Oliver ym. 2007). Kun halutaan luotettavasti tutkia lasten kävelyn koordinaation, eli eri lihasten oikein ajoitetun ja tasapainoisen liikkeen (Numminen 1996, 41) muutoksia, on liikkeen aikana pystyttävä tutkimaan eri lihaksia ja lihasryhmiä yhtä aikaa. Tekstiliiset EMG-elektrodit mahdollistavat tämän eri lihasryhmien yhtäaikaisten ja langattoman mitaamisen (Finni ym. 2007).

Malinan ym. (2004) mukaan fyysistä aktiivisuutta tulee tarkastella kokonaisvaltaisesti niin biomekaanisesta, fysiologisesta kuin käyttäytymisenkin näkökulmasta. Kun tutkitaan lasten fyysistä aktiivisuutta, tulee huomioida energiankulutus, hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen sekä fyysisen aktiivisuuden tyyppi (esimerkiksi liikuntalaji), liikkeiden määrä, laatu ja intensiteetti sekä asiayhteys (esimerkiksi paikka, välineet ja vuorovaikutus muiden ihmisten kanssa). (Malina ym. 2004, 458.) Alle kouluikäisten lasten fyysisen aktiivisuuden määrittäminen on haastavaa, koska fyysinen aktiivisuus on suurimmalta osin matalatehoista, ennalta arvaamatonta ja hetkittäistä. Kun käytetään useita eri mittausmenetelmiä, tutkimustulosten luotettavuus paranee. (Soini ym. 2014.) On kuitenkin muistettava, että intensiivisenkään liikunnan harrastaminen ei suojaa terveysriskeiltä, jos henkilö istuu liikaa (Koster ym. 2012). Hälyttävää on, että lapset istuvat ja ovat fyysisesti paikoillaan noin 70 % siitä ajasta, jonka he viettävät päiväkodissa (Jämsen ym. 2013). Energiankulutuksen kannalta merkittäviä ovat päivittäiset valinnat, sillä pienistäkin aktiivisuuksista voi kertyä päivän mittaan huomattava energiankulutus (Finni 2012). Jo pelkästään seisomaan nousu lisää energiankulutusta 13 % (Levine, Schleusner & Jensen 2000). Tällainen terveydelle tärkeä matalatehoinen fyysinen aktiivisuus voidaan tunnistaa lihasaktiivisuuksia mittaamalla (Finni ym. 2011; Finni 2012).

Suomalaisten fyysisen aktiivisuuden suositusten lisäksi on olemassa useita erilaisia kansainvälisiä fyysisen aktiivisuuden suosituksia. Monet näistä suosituksista perustuvat metabolisen aineenvaihdunnan näkökulmaan. Lapsen kokonaisvaltaisen kehittymisen huomioiminen vaatii kuitenkin myös monipuolisempaa tarkastelua: lapsen hermolihaskäytön kehittymisen on edellytys kehon hahmottamisen ja -puolisuuden oppimiselle, kehon hallinnalle sekä motoristen perustaitojen oppimiselle ja niiden muuntelulle (STM 2005). Siksi on tärkeää löytää hyviä menetelmiä ja mittareita, joiden avulla voidaan metabolisen aineenvaihdunnan kuormittamisen lisäksi tutkia hermolihaskäytön kuormittumista. Fyysisen aktiivisuuden kokonaisvaltainen määritelmä (Malina ym. 2004), tulee ottaa myös sen mittaamisessa ja mittareiden valinnassa huomioon.

Finnin ym. (2011) toteuttamassa Arkiliikunta-projektissa kerättiin tietoa lasten ja aikuisten päivittäisestä liikunta-aktiivisuudesta sekä arkiaktiivisuuden ja hyvinvoinnin välisestä yhteydestä. Monet fyysisistä aktiivisuutta rekisteröivät mittarit mittasivat hyvin keskiraskasta ja raskasta liikkumista, mutta heikommin matalatehoista arkiliikuntaa. Esimerkiksi sykemittari oli oiva väline sykkeen mittaamiseen, kun tutkittiin sykettä kohottavan liikuntaharrastuksen tehokkuutta, mutta esimerkiksi seisomisen ja istumisen välistä eroa se ei kertonut. Kiihtyvyyttä mittareilla tehdyt tutkimukset taas antoivat lasten päiväaktiivisuuden tasoksi matalia lukuja. Lihasaktiivisuudet sen sijaan nousivat suhteessa enemmän. Tämä voi olla seurausta siitä, että lapsilla on leikeissään paljon matalatehoisia toimintoja (Finni 2012; Soini ym. 2014), esimerkiksi kyykkiminen hiekkalaatikolla, jolloin suuria kiihtyvyyksiä ei esiinny missään suunnassa, mutta lihastyötä tehtävässä vaaditaan kuitenkin suhteellisen paljon. (Finni 2012.)

2 MOTORINEN KEHITYS

Motorinen kehitys on prosessi, jonka kautta omaksutaan erilaiset liikemallit ja liikkumisen taidot (Malina ym. 2004, 196). Se voidaan määritellä myös laajemmin koko elämän ajan jatkuvana muutosprosessina, jonka aikana opitaan alkeisliikemallien lisäksi tasapainotaitoja, liikkumistaitoja sekä esineiden ja välineiden käsittelyyn tarvittavia taitoja (Gallahue & Ozmun 2002, 3, 45–46). Motorisen kehityksen myötä vartalossa ja sen eri osissa tapahtuu toiminnallisia muutoksia (Numminen 1996, 22). Tähän näkyvään muutosprosessiin vaikuttavat useat eri tekijät: hermo-lihasjärjestelmän, luuston ja lihaksiston kehittyminen, fyysinen ja henkinen kasvu ja niiden nopeus sekä aikaisemmat motoriset kokemukset. Kaikkiin näihin tekijöihin vaikuttaa sekä fyysinen että sosiaalinen ympäristö, jossa lapsi kasvaa ja kehittyy. Geenit taas vastaavat suurelta osin hermo-lihasjärjestelmän, luuston ja lihaksiston kehittymisestä. (Numminen 1996, 22; Malina ym. 2004, 196.) Motorinen kehitys on käsitteenä lähellä motorista oppimista. Motorinen oppiminen edistää motorista kehitystä, ja sen seurauksena aivoihin muodostuu malli opitusta suorituksesta. Oppimista seuraa havainnoitavissa oleva kokonaisuus. (Numminen 1996, 11.) Erona motorisen oppimisen ja motorisen kehityksen välillä on se, että motorinen kehitys on pitkä prosessi, kun taas motorinen oppiminen voidaan havaita ensimmäisen kerran jo heti oppimishetkellä, ja se on harjoittelun aikaansaamaa. (Numminen 1996, 97; Jaakkola 2013.)

2.1 Dynaamisten systeemien teoria

Tutkimustiedon lisääntymisen myötä on olemassa useita eri teorioita, joiden avulla pyritään selittämään motorista kehitystä. Yksi teoria, joka kuvaa motorisen kehityksen etenemistä, on dynaamisten systeemien teoria. Dynaamisten systeemien teoria perustuu venäläisen psykologin, Nicolas Bernsteinin (1967) käsitykseen siitä, että koordinoitujen liikkeiden tuottamiseen tarvitaan koko kehon, hermoston, lihasten sekä nivelten, yhteistyötä. (Numminen 2005, 95–96; Thelen & Smith 1996, 75.) Koordinaatio on eri lihasten hyvin ajoitettua (oikea nopeus, kesto ja järjestys) ja samalla tasapainoista liikettä (Numminen 1996, 41). Scully ja Newell (1985) määrittelevät koordinaation kehon tasapainon, lihasten ja

ajoituksen säätelyksi. Numminen (2005, 97) määrittelee motorisen kehityksen koordinaation kehitykseksi, joka perustuu kehon, ympäristön ja tehtävän väliseen vuorovaikutukseen (Numminen 2005, 97). Yksilöön liittyviä tekijöitä ovat rakenteelliset tekijät, kasvuun liittyvät tekijät sekä havaintomotoriset tekijät (Gallahue & Ozmun 2002, 28–29; Numminen 2005, 97). Havaintomotorisilla tekijöillä tarkoitetaan niitä taitoja, joiden avulla lapsi oppii hahmottamaan omaa kehoaan ja sen eri osia suhteessa ympäröivään tilaan, aikaan ja voimaan (Numminen 2005, 60). Keskeisiä ympäristötekijöitä ovat mahdollisuudet harjoitteluun, kannustus, motivaatio, ohjeet ja ympäristön olosuhteet. Ympäristön olosuhteita ovat esimerkiksi maan pinta ja vetovoima sekä valo, lämpö ja erilaiset välineet ja telineet. Tehtävään liittyviä tekijöitä sen sijaan ovat tavoite, vaatimukset, liikeradan muodostuminen ja mielikuvat. (Gallahue & Ozmun 2002, 28–29; Numminen 2005, 97–98.) Uudemman, Stoddenin ym. (2008) malliin pohjautuvan määritelmän mukaan motorisen kehityksen tarkastelussa tulee lisäksi ottaa huomioon yksilön kokeman motorisen pätevyyden, fyysisen aktiivisuuden määrän sekä monien terveystekijöiden, kuten kehonpainon, fyysisen kunnon ja lihasvoiman merkitys (Robinson ym. 2015).

Liikkeet syntyvät monimutkaisten dynaamisten vuorovaikutusten seurauksena. Muuttujia on kolme: hermolihaskärjestelmä, ympäristö (esimerkiksi tila ja aika) ja suoritettavaan tehtävään liittyvät tekijät (esimerkiksi liikkuminen nopeasti tai hitaasti). Eri tekijät vaikuttavat toisiinsa, ja lopputuloksena on liikkeen perustaidon-, lajitaidon tai jonkin muun fyysisen toiminnan koordinoitu kokonaisuus. Lapsi oppii kokemusten kautta, tietoisuuden lisääntyessä, valitsemaan tietyn tehtävän kannalta oikeat tekijät, joita edellytetään onnistuneeseen kolmiulotteiseen toimintaan. Dynaamisten systeemien teorian mukaan muutos yhdessä tekijässä aiheuttaa muutoksen myös toisessa tekijässä. (Jaakkola 2010, 150–153; Numminen 2005, 97–98; Thelen & Smith 1994, 72–74). Kaikki tekijät eivät kuitenkaan kehity samanaikaisesti ja muutokset voivat olla pieniä tai suuria (Haywood 1993, 17).

2.2 Motorisen kehityksen eteneminen

Fyysisestä sekä sosiaalisesta ympäristöstä saadut kokemukset muovaavat koko ajan lapsen

motorista kehitystä. Tämän kehityksen kautta taidot paranevat ja lapsen vuorovaikutukseen ympäristön kanssa tulee uusia ulottuvuuksia. Toisinaan lapset eivät opi liikuntataitoja, koska heiltä puuttuu taidon oppimiseksi tarvittavia motorisia perustaitoja. Lapsilla on hyvin erilaisia kokemuksia liikunnasta, ja tästä syystä heitä on tarkasteltava yksilöllisesti, ja heille on pyrittävä tarjoamaan eri kehitysvaiheiden mukaista liikuntaa. Lapsen kehityksessä on vaiheita, jolloin taitojen oppiminen on nopeampaa ja hitaampaa. On kuitenkin muistettava, että mitään ei ole menetetty, vaikka lapsi ei motorisen vaiheen ohittamisen jälkeen vielä kykene suoriutumaan kaikista vaiheen taidoista. Riittävän ja laadukkaan harjoittelun avulla taitoja voi oppia myös myöhemmällä iällä, ja jopa läpi elämän. (Jaakkola 2010, 76–79.) Aikaisemmin kehitysvaiheiden oletettiin seuraavan toisiaan melko suoraviivaisesti, tietyssä järjestyksessä ja hypäyksittäin seuraavalle tasolle (Numminen 2005, 96). Nykykäsityksen mukaan kehityksessä tulee taantumia, hypäyksiä ja tasanteita, mutta suunta on koko ajan eteenpäin. Tärkeintä on pyrkiä innostamaan lasta liikkumaan, jotta liikunta olisi lapsesta kivaa ja että lapsi motivoituisi harjoittelemaan erilaisia perustaitoja ja liikuntataitoja (Jaakkola 2010, 79).

Motorisessa kehityksessä voidaan erottaa viisi eri vaihetta: refleksinomaisten liikkeiden vaihe, alkeellisten perusliikkeiden vaihe, motoristen perustaitojen vaihe, erikoistuneiden liikkeiden vaihe sekä opittujen taitojen hyödyntämisen vaihe. Refleksinomaiset liikkeet ovat vastasyntyneen ensimmäisiä liikkeitä. Ne eivät ole tahdonalaisia. (Gallahue & Ozmun 2002, 46–51.) Vastasyntynyt kykenee liikkumaan synnynnäisten refleksinomaisten liikkeiden avulla. Näitä synnynnäisiä refleksejä ovat esimerkiksi imemis- ja sukellusrefleksit. (Jaakkola 2013.) Ensimmäiset tahdonalaiset liikkeet, alkeelliset perusliikkeet, lapsi tekee 1–2 vuoden iässä alkeellisten liikkeiden omaksumisen vaiheessa. Alkeelliset perusliikkeet ovat nimensä mukaisesti alkeismalleja juoksemisesta, heittämisestä ja hyppäämisestä. Motoristen perustaitojen kehittyminen tapahtuu erityisesti ikävuosien 2–7 välillä. Tässä ikävaiheessa lapsi oppii suurimman osan motorisista perustaidoista ja kehittyminen motorisissa perustaidoissa on nopeinta. (Gallahue & Ozmun 2002, 46–51; Jaakkola 2013.) Tässä motoristen taitojen oppimisen vaiheessa lapsen on tärkeää saada mahdollisimman paljon liikunnallisia kokemuksia (Jaakkola 2013).

Erikoistuneiden liikkeiden vaihe ajoittuu 7–14 -vuoden ikään. Tällöin lapsi oppii yhdistelemään motorisia perustaitoja ja soveltamaan niitä niin urheilussa kuin arkiliikunnassa. (Gallahue & Ozmun 2002, 46–51.) Näiden lajitaitojen oppiminen edellyttää kuitenkin, että motoriset perustaidot hallitaan riittävän hyvin (Jaakkola 2013). Suunnilleen 14. ikävuoden aikana alkaa vaihe, jota kutsutaan opittujen taitojen hyödyntämisen vaiheeksi. Motoriset taidot luovat pohjan arjen toiminnoille, työmatka- ja hyötyliikunnalle sekä vaihtelevien liikunta- ja urheilumuotojen toteuttamiselle. (Gallahue & Ozmun 2002, 46–51; Jaakkola 2013.) Tämän ajanjakson jälkeen Gallahuen ja Ozmunin (2002, 46–51) mukaan motorisen kehityksen nopeuteen vaikuttavat muun muassa lahjakkuus, mahdollisuudet harrastamiseen sekä motivaatio. Jaakkola (2013) taas jakaa nämä kaksi viimeistä kehityksen vaihetta niin, että 7–8 -vuoden iässä alkaa erikoistuneiden liikkeiden vaihe, jota seuraa motorisen kehityksen viides vaihe, opittujen taitojen hyödyntämisen vaihe 15–16 ikävuosien aikaan. Jaakkola (2013, 175) huomauttaa kuitenkin, että kehitys on hyvin yksilöllistä, ja kaikilla nämä motorisen kehityksen vaiheet eivät tapahdu kalenteri-ään mukaan samaan aikaan.

2.3 Motoriset taidot

Termillä ”motorinen” viitataan biologisiin ja mekaanisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat liikkeeseen (Gallahue & Ozmun 2002, 13; Haywood 1993, 7). ”Taito” taas on laaja käsite, sillä se sisältää kaikki ne tavat, joiden avulla ihminen tiedonkäsittelyään kehittämällä pystyy paremmin selviytymään ympäristössään (Keskinen 1995, 72). Motorinen taito voidaan nämä seikat yhdistämällä määritellä tehtäviksi ja toiminnoiksi, jotka edellyttävät pään, raajojen tai kehon liikettä halutun tavoitteen saavuttamiseksi (Magill 2011, 3). Motorinen taito voidaan nähdä joko itse tehtävän tai sen laadun, virheettömyyden, täsmällisyyden ja taloudellisuuden näkökulmasta (Malina 2004, 196; Schmidt & Wrisberg 2004, 5). Taito on luokiteltavissa monesta eri näkökulmasta käsin. Usein motoriset taidot jaetaan karkeamotorisiin ja hienomotorisiin taitoihin. (Malina 2004, 196.) Nämä käsitteet määritellään tarkemmin kappaleessa 2.3.2 ”Motoristen perustaitojen luokittelu”. Kappaleessa 2.3.1 ”Motoriset perustaidot” motoriset taidot jaetaan motorisiin perustaitoihin ja lajitaitoihin. Motoriset perustaidot luokitellaan edelleen

tasapaino-, liikkumis- ja käsittelytaidoiksi (Gallahue & Ozmun 2002, 45–46; Malina 2004, 196; Numminen 1996, 24).

Motorinen taito voidaan siis nähdä itse prosessina eli suorituksena tai tehtävänä, jolloin keskiössä ovat suorituksen tekniset ominaisuudet ja suoritusemekaniikka. Jos taas motorinen taito ajatellaan sen tuottaman tuloksen näkökulmasta, huomio keskittyy suorituksen tulokseen, esimerkiksi aikaan ja pituuteen. (Malina 2004, 197.) Tehtävät ja toiminta on luokiteltavissa myös suorituksen tyyppin mukaan erillisiin (esimerkiksi heittäminen), jaksottaisiin (esimerkiksi pianonsoitto) ja jatkuviin liikkeisiin (esimerkiksi juokseminen) (Gallahue & Ozmun 2002, 15–17; Schmidt & Lee 1999, 17–18). Motoriset taidot voivat olla myös avoimia tai suljettuja. (Gallahue & Ozmun 2002, 15–17; Schmidt & Lee 1999, 17–18; Schmidt & Wrisberg 2004, 5). Avoin taito viittaa jatkuvasti muuttuvaan ja ennalta arvaamattomaan suoritusympäristöön (esimerkiksi jääkiekko), kun taas suljettu taito on kykyä toimia ennalta arvaamattomissa tilanteissa, joissa ei esiinny ulkopuolisia muuttuvia häiriötekijöitä (esimerkiksi keilaus). (Schmidt & Lee 1999, 17–18.) Kuten aikaisemmin todettiin, motorinen taito voidaan lisäksi nähdä suorituksen laadun näkökulmasta heikkona tai taitavana suorituksena. Tällöin motivaatio on merkittävä suorituksen lopputulokseen vaikuttava tekijä. (Malina 2004, 196.)

2.3.1 Motoriset perustaidot

Motoriset perustaidot ovat kahden tai useamman vartalon osan liikeyhdistelmien organisoituja sarjoja (Gallahue & Donnelly 2003, 52; Numminen 2005, 109). Motoriset perustaidot rakentuvat perusliikkumisen (kehon asentojen, liikkeiden ja siirtymisen) pohjalle, ja ihmiset tarvitsevat niitä arkielämän toimintoihin sekä liikkumiseen (Jaakkola 2013; Numminen 2005, 109). Motoriset perustaidot luovat pohjan lajitaidoille. Lajitaidoilla tarkoitetaan kahden tai useamman motorisen perustaidon erikoistunutta yhdistelmää. (Malina 2004, 197; Numminen 1996.) Motoristen perustaitojen kehittyminen tukee myös kehon puolisuuden eli lateraalisuuden kehitystä (Numminen 2005, 109). Olisi tärkeää, että jokainen lapsi oppisi motoriset perustaidot mahdollisimman oikein ja taloudellisesti (Jaakkola 2013; Numminen 1996, 24). Motoristen perustaitojen hyvä hallitseminen vähentää tapaturmia (STM 2005) sekä edesauttaa fyysistä

aktiivisuutta myöhemmällä iällä (Jaakkola 2013; Stodden ym. 2008; Robinson ym. 2015). Motoristen perustaitojen oppiminen vaatii hermolihaskäytön kehittymistä (Mero ym. 1997; Stodden ym. 2008). Tähän kehitykseen vaikuttavat tehokas kyky rekrytoida motorisia yksiköitä sekä kasvattaa motoristen yksiköiden syttymistiheyttä ja päävaikuttaja- ja vastavaikuttajalihasten koaktivaatiota (kts. kappale 4.4). (Stodden ym. 2008). Motoriset perustaidot voidaan luokitella tasapaino-, käsittely- ja liikkumistaidoiksi. (Numminen 1996, 24; Gallahue & Ozmun 2002, 45–46; Malina 20014, 197).

Kävely on osa liikkumistaitoja. Liikkumistaidot ovat motorisia taitoja, joiden avulla liikutaan eteenpäin. Liikkumistaitojen oppimisen edellytyksenä ovat riittävät tasapainotaidot. (Gallahue & Ozmun 2002, 17; Numminen 1996, 26–28.) Liikkumistaidot kehittyvät kolmen ensimmäisen ikävuoden aikana, ja jokaisen lapsen tulisi oppia liikkumistaidot ennen seitsemättä ikävuotta. (Numminen 1996, 26–28.) Motoristen perustaitojen paraneminen voidaan nähdä motorisen suorituksen paranemisena: kehon koordinaatio kehittyy ja suoritus taloudellistuu (Jaakkola 2013). Lajitaitojen sekä tekniikan kehittymisen myötä myös suorituksen taloudellisuus paranee. Tutkimusten perusteella voidaan olettaa hermo-lihasjärjestelmän voimantuottoominaisuuksien vaikuttavan suorituksen taloudellisuuteen. (Mero ym. 1997.)

2.3.2 Tasapaino ja asentokontrolli

Tasapainotaidot ovat yksi osa motorisia perustaitoja. Tasapainotaidoiksi kutsutaan pituus- tai poikittaisakselin ympäri tapahtuvia liikkeitä, joilla vartalo pidetään paikoillaan ja joilla pyritään pitämään yllä tasapainoa liikuttaessa paikasta toiseen (Gallahue & Ozmun 2002, 17; Numminen 1996, 26). Tasapainotaidot jaetaan staattiseen eli paikallaan pysyvään ja dynaamiseen eli liikkumista sisältävään tasapainoon. Staattisia tasapainotaitoja ovat esimerkiksi koukistus- ja ojennusliikkeet. Ne kehittyvät lapsella jo ensimmäisten elinkuukausien aikana. Dynaamisia tasapainotaitoja ovat esimerkiksi kieriminen oman pituusakselin ympäri ja ryömiminen eteen- ja taaksepäin. Dynaamisen tasapainotaidon lapsi saavuttaa noin ensimmäisen ikävuotensa loppuun mennessä, mutta taidot kehittyvät vielä paljon etenkin motoristen perustaitojen vaiheessa 4–7. vuoden iässä. (Numminen 1996, 26, 43.)

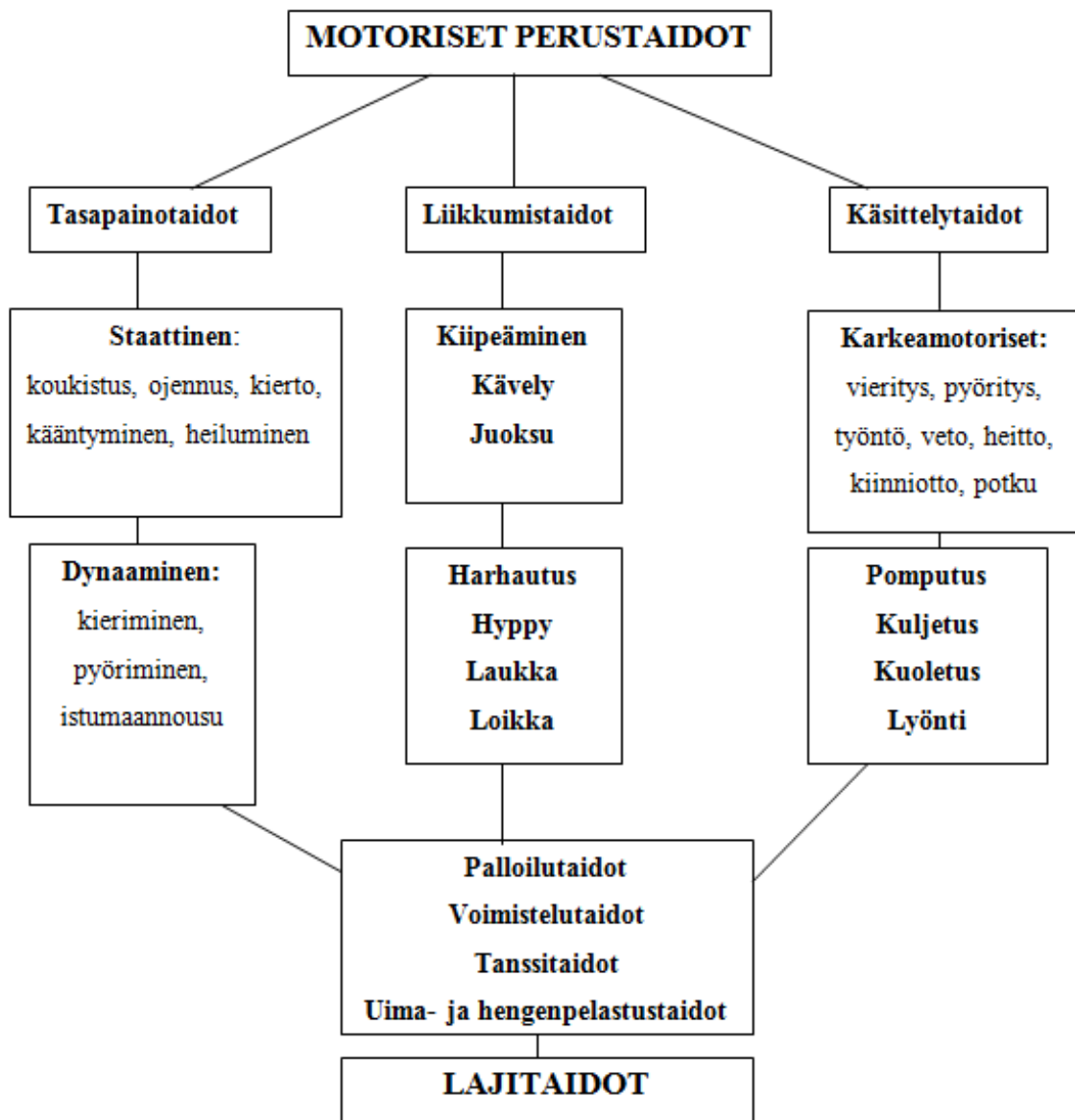
Asentokontrolli tarkoittaa kehon kontrollia tilassa tasapainon ylläpitämiseksi ja suunnan määrittämiseksi. Asennon suunnan määrittämisellä tarkoitetaan kykyä ylläpitää oikeaa suhdetta kehon eri segmenttien sekä kehon ja ympäristön välillä. (Horak & Macpherson, 1996.) Tasapainolla viitataan kykyyn kontrolloida kehon massakeskipistettä suhteessa kehon tukipintaa vastaan. Kehon massakeskipiste tarkoittaa koko kehon massan keskipistettä. Kehon tukipinta on se osa kehoa, joka on kosketuksissa tukipintaa vasten. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 162.) Asentokontrolliin ja tasapainoon vaikuttavat aina yhtä aikaa kolme eri tekijää: yksilö, tehtävä sekä ympäristö (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 161).

Asennon suunnan määrittämisellä sekä tasapainolla on suuri merkitys liikkumisessa, esimerkiksi kävelyssä. Tasapainon ylläpitäminen tapahtuu kävellessä hyvin eri tavalla kuin esimerkiksi paikallaan seisomisessa, sillä kävellessä kehon massakeskipiste ei pysy koko ajan kehon tukipinnan päällä. Tästä syystä keho on koko ajan epätasapainossa. Kävellessä jalan heilahtaminen takaa eteen on itse asiassa yksi kehon keino ylläpitää tasapainoa. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 164–165.) Nummisen (2005, 123) mukaan kävely muodostuu tasapainon menettämisestä kehon painopisteen siirtyessä sen tukipisteen ulkopuolelle. Vauvoilla tehdyn tutkimuksen mukaan lapsi oppii askelten avulla ylläpitämään tasapainoa noin kuusi kuukautta kävelyn oppimisen jälkeen (Roncesvalles, Woollacot & Jensen 2000).

2.3.3 Motoristen perustaitojen luokittelu

Motoriset perustaidot voidaan jakaa tasapainotaitoihin, liikkumistaitoihin ja käsittelytaitoihin (kuva 1). Tasapainotaidot voidaan edelleen jakaa staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon, ja käsittelytaidot karkeamotorisiin ja hienomotorisiin käsittelytaitoihin. (Numminen 1996, 26–31.) Tasapainotaitoja on käsitelty tarkemmin aikaisemmassa kappaleessa 2.3.2 ”Tasapaino ja asentokontrolli”. Kuten jo aikaisemmin todettiin, liikkumistaitojen oppiminen edellyttää riittäviä tasapainotaitoja, ja esimerkiksi kävelyn oppimiseksi vaaditaan tasapainon hallintaa yhdellä jalalla. Liikkumistaitoihin kuuluvat muun muassa kävely, juoksu ja hyppely. Nämä kaikki ovat motorisia taitoja, joiden avulla siirrytään paikasta toiseen. (Gallahue & Ozmun 2002, 17; Numminen 1996, 26–28.)

Käsittelytaitoihin kuuluvat sellaiset taidot, joissa voima kohdistuu esineeseen tai välineeseen (Gallahue & Ozmun 2002, 17). Käsittelytaidot edellyttävät sekä havaitsemistaitoja että motorisia taitoja. Käsittelytaidot voidaan jakaa karkeamotorisiin ja hienomotorisiin käsittelytaitoihin. Karkeamotorisilla taidoilla viitataan koko kehon tai sen pääosien liikkeisiin (Malina 2004, 196), ja niiden avulla pystytään käsittelemään esineitä riippumalla, työntämällä tai vetämällä. Tällaisia taitoja ovat esimerkiksi vieritys, pyöritys, heitto, potku ja kuljetus. Karkeamotoristen käsittelytaitojen kehittyminen etenee vierityksestä ja pyörityksestä pomputus, kuljetus- ja lyöntitaitojen kehittymiseen. Hienomotoriset käsittelytaidot taas vaativat tarkkuutta ja täsmällisyyttä. Hienomotoriikkaa vaativia käsittelytaitoja ovat muun muassa kengännauhojen solmiminen, saksilla leikkaaminen sekä soittaminen. Karkeamotoristen käsittelytaitojen kehittyminen luo pohjan hienomotorisille käsittelytaidoille (Numminen 1996, 26–31.) Useat tehtävät vaativat onnistuakseen sekä karkeamotorisia että hienomotorisia elementtejä (Malina 2004, 196).



KUVA 1. Motoriset perustaidot, jotka jaetaan tasapainotaidoiksi, liikkumistaidoiksi ja käsittelytaidoiksi, luovat pohjan lajitaitojen oppimiselle (Muokattu Numminen 1996, 25).

2.4 Motoristen taitojen mittaaminen lapsilla

Lasten fyysistä kuntoa ja liikehallintaa mittaavia erilaisia testistöjä löytyy Suomesta useita. Testikokonaisuudesta riippuen testeissä voi painottua joko liikkumistaidot tai kuntotekijät. Eri

testejä yhdistelemällä ja omia testejä kehittämällä voidaan luoda eri tarkoituksiin sopivia testistöjä. (Kalaja, Jaakkola & Liukkonen 2009.) Koulussa tapahtuva lasten testaaminen sekä mittaaminen ovat osa lasten kehityksen arviointia (Nupponen 2004). Taitojen oppimisella on koulujen opetussuunnitelmissa keskeinen asema. Motoristen perustaitojen arvioinnin kautta voidaan lapsilta löytää erityiskykyjä ja toisaalta havaita häiriöitä tai puutteita motorisissa perustaidoissa. Arvioinnin kautta on lisäksi mahdollista motivoida lapsia liikkumaan vapaa-ajalla. (Kalaja ym. 2009.) Aikaisemmin laajasti käytettyjä fyysistä kuntoa sekä liikehallintaa mittaavia testistöjä ovat muun muassa 12-osainen koulun kuntotestistö (Nupponen, Soini, Telama 1999), eurooppalainen Eurofit (1988) sekä alle kouluikäisten lasten motorisia perustaitoja mittaamaan kehitetty suomalainen APM-testistö (Numminen 1995). Nämä testistöt mittaavat joko kaikkia motoristen perustaitojen osa-alueita, tasapaino-, käsittely- ja liikkumistaitoja tai osaa niistä (Kalaja ym. 1999).

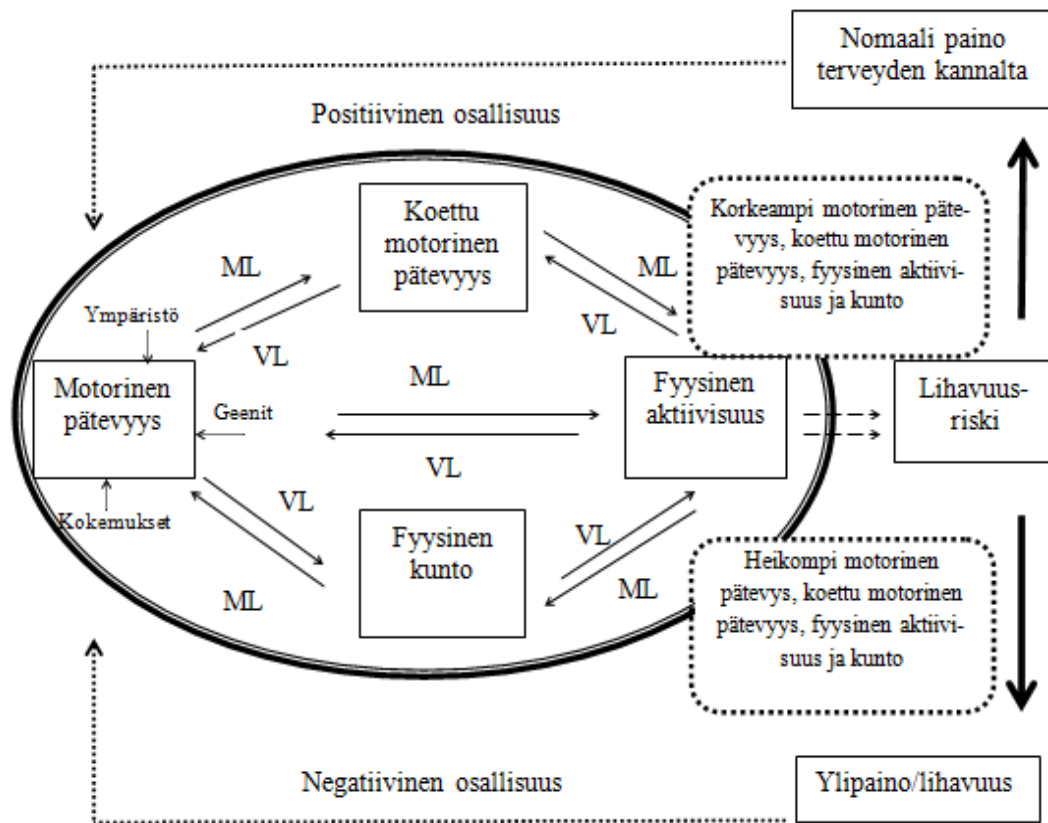
Lasten motoriikkaa mittaavista testistöistä ei Suomesta löydy puhtaasti dynaamista tasapainoa mittaavaa testiä (Kalaja ym. 2009). Yksi tähän tarkoitukseen kehitetty testi on saksalainen KTK-testistö (Körperkoordination Test für Kinder) (Kiphard & Schilling 1974, 2007), joka koostuu neljästä eri testiosiosta: tasapainoilusta taaksepäin, yhdellä jalalla hyppelystä, sivuttain tasajalkahyppelystä sekä sivuttain siirtymisestä (Fransen ym. 2013; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni 2013). KTK-testistö kehitettiin alun perin motorisia puutteita tai häiriöitä omaavien 5–15 -vuotiaiden lasten tunnistamiseksi (Fransen ym. 2013). KTK-testien on todettu kuvaavan luotettavasti tutkittavien motorista koordinaatiota sekä dynaamista tasapainoa (Kiphard & Schilling 2007). Motoristen perustaitojen lisäksi KTK-testistön avulla voidaan tutkia motorista kuntoa (Vandorpe ym. 2011). Nykyään KTK-testejä käytetään motoristen puutteiden havaitsemisen lisäksi myös esimerkiksi motorisesti taitavien lasten tunnistamiseen (Vandorpe ym. 2011). Vandorpen ym. (2012) telinevoimistelijoilla tekemän tutkimuksen mukaan KTK-testituloksilla voitiin selittää 40 % voimistelijoiden menestyksen vaihtelusta kaksi vuotta KTK-testien suorittamisen jälkeen (Vandorpe ym. 2012). Lisäksi KTK-testitulosten on todettu olevan yhteydessä tutkittavien kehon painoindeksiin (BMI): alhainen KTK-testitulokset ennusti kehon painoindeksin nousua ja vastaavasti korkea BMI ennusti KTK-testitulosten laskua (D'Hondt 2014).

3 MOTORISTEN PERUSTAITOJEN YHTEYS FYYSISEEN AKTIIVISUUTEEN

Useat eri teorialat ovat pyrkineet selittämään motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välistä yhteyttä. Tämä kaksoistutkielma pohjautuu Stoddenin ym. (2008) tutkimusryhmän esittämään näkemykseen motoristen taitojen yhteydestä fyysiseen aktiivisuuteen. Stoddenin ym. (2008) mallin mukaan motoriset perustaidot antavat pohjan motoriselle kehitymiselle ja pysyvälle fyysiselle aktiivisuudelle myöhemmässä iässä. Ensimmäiset kouluvuodet ovat lapsen kehityksessä merkittävää aikaa niin motoristen taitojen oppimisen kuin fyysisesti aktiivisen ja terveellisen elämäntavan omaksumisen kannalta. Stoddenin ym. (2008) malli motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välisestä yhteydestä pohjautuu seuraavien osatekijöiden väliin suhteisiin: koettu motorinen pätevyys, motorinen taitotaso eli motorinen pätevyys, fyysinen kunto, fyysinen aktiivisuus sekä ylipaino ja lihavuusriski. (Stodden ym. 2008.)

3.1 Stoddenin ym. malli

Ilman motoristen taitojen hallintaa lapsen on mahdotonta oppia liikkumistaitoja: jos lapsi ei osaa hypätä, juosta tai heittää, hänen mahdollisuutensa osallistua liikuntaan ovat rajalliset. Motorinen taitotaso voi vaikuttaa motoriseen kehitykseen nopeuttavasti tai hidastavasti, ja motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välinen yhteys vahvistuu iän myötä lapsen kasvaessa. Motorinen kehitys tapahtuu jokaisella lapsella yksilöllisiä kehityspolkuja pitkin. Näihin kehityspolkuihin vaikuttavat kokemukset ja ympäristö, jossa lapsi kasvaa ja kehittyy. (Stodden ym. 2008.) Samalla, kun motoriset taidot vaikuttavat lapsen fyysiseen aktiivisuuteen, fyysinen aktiivisuus voi vaikuttaa lapsen motoriseen kehitykseen. Stoddenin ym. (2008) käsityksen mukaan motoristen taitojen ja fyysisen aktiivisuuden välinen yhteys on riippuvainen myös koetusta pätevyydestä, fyysisestä kunnosta sekä kehon koostumuksesta. Kuva 2 kertoo näiden tekijöiden välisestä yhteydestä: varhaislapsuudessa (2–5 -vuotta) sekä myöhemmin lapsuudessa ja nuoruudessa (5–18 -vuotta). (Stodden ym. 2008.)



KUVA 2. Lapsen fyysisen aktiivisuuden rakentuminen varhaislapsuudessa (VL) ja myöhemmin lapsuudessa (ML) (Muokattu Malina ym. 2004, 196; Stodden ym. 2008).

Pieni lapsi voi kokea olevansa tietyissä motorisissa taidoissa pätevämpi kuin hänen todellinen taitotasonsa on. Tällöin koettu pätevyys voi johtaa lapsen yritteliäisyyteen ja tätä kautta fyysisen aktiivisuuden kasvuun ja motoristen taitojen kehittymiseen. Tämä kehityskulku johtaa liikunnalliseen elämäntapaan, joka edistää myös terveyttä. Toisenlainen kehityskulku on mahdollista myöhemmin lapsuudessa, kun lapsen kognitiiviset taidot ja itsetietoisuus kehittyvät. Tällöin heikot motoriset taidot voivat johtaa heikkoon koettuun pätevyyteen ja fyysiseen inaktiivisuuteen sekä ylipainon ja erilaisten terveystieteiden kasaantumiseen. Hyvät motoriset taidot kehittävät lapsen koettua pätevyyttä ja edistävät mahdollisesti myös fyysisesti aktiivista elämäntapaa. Hyvät motoriset perustaidot varhaislapsuudessa tukevat myös fyysisen kunnan kehittymistä, sillä taitojen harjoittaminen lisää fyysistä aktiivisuutta sekä lapsen hermostollista kehitystä. Myöhemmin lapsuudessa yhteys motorisen pätevyyden, fyysisen kunnan ja

fyysisen aktiivisuuden välillä on vahvempi kuin varhaislapsuudessa, koska varhaisessa lapsuudessa kehitystasot poikkeavat lapsilla enemmän toisistaan. Myöhemmin hyvät motoriset taidot edesauttavat sitä, että lapsi jaksaa liikkua pidempiä ajan jaksoja ja harjoitella taitoja tarpeeksi kauan. Näin opitut taidot voivat kehittyä pysyvämmiksi. (Stodden ym. 2008.)

Ylipaino ja lihavuus vaikuttavat dynaamisesti kaikkiin neljään Stoddenin ym. (2008) mallin tekijään: motoriseen pätevyYTEEN, koettuun motoriseen pätevyYTEEN, fyysiseen kuntoon ja fyysiseen aktiivisuuteen. Hyvien motoristen taitojen ansiosta lapsi kokee olevansa motorisesti pätevä, hän on todennäköisemmin fyysisesti aktiivinen ja hänen fyysinen kuntonsa kehittyy. Samalla riski ylipainoon ja lihavuuteen pienenee. TerveYden kannalta normaali paino edesauttaa lapsen liikuntaan osallistumista. Samalla myös motoriset taidot kehittyvät. Vastaavasti, jos lapsen motoriset taidot ovat heikot, on riski ylipainoon ja fyysiseen inaktiivisuuteen suurempi (kuva 2). (Stodden ym. 2008.)

3.2 Ympäristön vaikutus lasten motoristen taitojen oppimiseen sekä fyysiseen aktiivisuuteen

Lasten ulkoleikit ovat viime vuosien aikana siirtyneet enemmän sisätiloihin (Inkinen 2005, 9), ja näin ollen lasten ulkona viettämä aika on vähentynyt (Larson, Green, Cordell 2011). Ulkoilun ja liikunta-aktiivisuuden edistämisestä löytyy kuitenkin rohkaisevia esimerkkejä liikunta- ja seikkailupainotteisista päiväkodeista, joissa fyysinen aktiivisuus on osa päiväkotien arkea ja yksi työtapa oppimisen edistämiseksi. Näissä päiväkodeissa yksi tärkeä tulevaisuuden suunta tulee hyvin esille: liikuntaan kasvattamisen lisäksi päiväkotien ja koulujen tulisi keskittyä kasvattamaan lapsia ja nuoria liikunnan avulla. (Finni ym. 2013.) Tammelan Tammitarhan metsäesikoulussa esikoululaiset käyvät esikoulua metsässä koko vuoden ympäri, elokuusta toukokuun loppuun. Opiskelu tapahtuu ulkona tai korkeintaan mökissä tai laavussa säällä kuin säällä. Vesi, ruuat, polttopuut ja muut tarvikkeet kuljetetaan paikalle itse, ja lumi- sekä raivaustöissä ovat mukana myös esikoululaiset. Koululaisten vanhemmat ovat kertoneet,

että lasten fyysinen kunto on parantunut selvästi. Illat kotona ovat metsäesikoulun myötä helpompia, sillä lapset ovat iloisia, rauhallisia ja keskittymiskykyisiä sekä nukkuvat yönsä hyvin. (Ahola 2013.)

Ympäristöllä on vaikutusta siihen, miten lapset oppivat (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 202). Fyysisellä liikuntaympäristöllä tarkoitetaan kohteita ja rakenteita, jotka muodostavat joko sisä- tai ulkomaisemasta oppimisympäristön (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 202–204). Luonnollinen ulkoliikuntaympäristö muodostuu kasvillisuudesta ja pinnanmuodoista. Pinnanmuodoiksi voidaan käsittää mäet sekä erilaiset kaltevat, tasaiset, jyrkät ja kiviset alustat. Eri vuodenajat muuttavat ulkoliikuntaympäristöjä. Ulkona irrallisiin materiaaleihin sisältyvät oksat, kepit, tukit, kivet, kävyt ja lehdet. Motoristen taitojen kokemuspohjainen harjaantuminen paranee näissä vaihtelevissa ympäristöissä, ja lasten fyysisissä leikeissä ulkoliikuntaympäristöt ovat tärkeimpiä liikuntaympäristöjä. (Fjørtoft & Gundersen 2007.)

Myös Casey ym. (2015) tekemän systemaattisen selvityksen mukaan ulkona vietetyllä ajalla on positiivisia vaikutuksia lasten fyysiseen aktiivisuuteen, liikkumattomuuteen sekä sydän- ja verisuonielimistön kuntoon. Näiden eri tekijöiden kausaliteettia ei kuitenkaan voitu Casey ym. (2015) tutkimuksessa tutkia satunnaistettujen vertailukokeiden puuttumisen vuoksi. Selvityksen tulosten mukaan ulkona liikkumisen ja lasten motorisen kehityksen välillä ei ole havaittavaa yhteyttä. Tulos perustuu kuitenkin vain yhteen esikoululaisilla tehtyyn tutkimukseen. Selvityksessä ei myöskään löytynyt tutkimuksia, joiden mukaan ulkona oloaika ja lihaskunnan kehittyminen olisivat toisistaan riippuvaisia. Larsonin ym. (2011) tekemän puhelinhaastattelun mukaan (N=1450) amerikkalaisista lapsista ja nuorista (ikä 6–19 -vuotta) suurin osa (>62,5 %) vietti päivästä vähintään kaksi tuntia ulkona. Eniten ulkoilivat pojat ja nuorimmat lapset. Pelaaminen ja ulkona ”oleilu” olivat suosituimpia tapoja viettää aikaa pihalla. Muita suosittuja aktiviteetteja ulkona olivat pyöräily, hölkkäily, juoksu ja elektronisen median käyttäminen. Luonnossa tapahtuvat aktiviteetit olivat muita aktiviteetteja vähemmän suosittuja. Musiikin kuunteleminen, lukeminen, videopelien pelaaminen sekä viihde-elektroniikan käyttäminen olivat esimerkiksi syitä siihen, miksi lapset ja nuoret viihtyivät mieluummin sisätiloissa. (Larson ym. 2011.)

Myös sisäliikuntaympäristöt, kuten esimerkiksi yhtä tai useampaa lajia palvelevat kuntoilu-keskukset tai liikuntahallit (Pyykkönen, Perähuhta, Högström & Lehtinen 2013), voivat olla vaihtelevia leikki- ja liikuntaympäristöjä lapsille, kun hyödynnetään esimerkiksi erilaisia telineitä, korokkeita ja rappusia (STM 2005; Tervo & Pehkonen 2002). Niin ulkona kuin sisällä oppimisympäristöjen tulisi olla sellaisia, että ne edistävät lasten motorista kehitystä ja motoristen taitojen omaksumista. (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 202–204.) Tutkimuksissa on havaittu positiivinen yhteys lapsien luonnossa ja metsässä viettämisen ajan ja motoristen taitojen kehittymisen välillä (Fjørtoft 2001; Roth ym. 2010). Myös sisäympäristöistä voidaan muun muassa nojapuupuiden ja ”nurmikkomattojen” avulla luoda ulkoympäristöjen kaltaisia vaihtelevia liikuntaympäristöjä (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 212).

3.3 Tutkimuksia motoristen perustaitojen yhteydestä fyysiseen aktiivisuuteen

Fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä määritettäessä käytetään tutkimusyhteyksissä englantilaisia termejä. Termit on tässä kaksoistutkielmassa määritetty suomeksi alla olevan taulukon 1 mukaisella tavalla.

TAULUKKO 1. Fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä kuvaavat englanninkieliset termit ja niiden suomenkieliset vastineet (Soini ym. 2014).

Englanninkielinen termi	Suomenkielinen vastine
Sedentary activity	Erittäin kevyt tai paikallaan tapahtuva toiminta/liikkumattomuus (<1,5 MET)
Light physical activity	Kevyt liikkuminen
Moderate physical activity	Keskiraskas liikkuminen
Vigorous physical activity	Kuormittava liikkuminen
Light to vigorous physical activity (LVPA)	Liikkuminen, joka on intensiteetiltään vähintään kevyttä
Moderate to vigorous physical activity (MVPA)	Vähintään keskiraskas liikkuminen

Motoristen perustaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välisestä yhteydestä löytyy viime vuosilta runsaasti tutkimuksia. Jo yli kolme vuosikymmentä sitten Seefeldt (1986) oli sitä mieltä, että motoristen perustaitojen aikainen kehittyminen luo pohjan liikunnan harrastamiselle ja fyysiselle aktiivisuudelle myöhemmässä iässä. Jos lapsi ei opi tiettyjä motorisia perustaitoja tarpeeksi hyvin, hänen fyysisen aktiivisuuden määrä laskee iän myötä. Seefeldt nimesi tämän teorian ”Proficiency Barrier” -teoriaksi. (Haubensticker & Seefeldt, 1986.) Clark ja Metcalfe (2002) ovat esitelleet ”The Mountain of Motor Learning” -teorian, joka perustuu ajatukseen siitä, että lapsi oppii motorisia perustaitoja perimän ja ympäristön vaikutuksen pohjalta. Teorian mukaan motoristen taitojen oppiminen tapahtuu vaiheittain, ja lapsi ei voi oppia seuraavaa vaihetta, ennen kuin hallitsee edellisen vaiheen tarpeeksi hyvin. Jos taidot eivät ole riittävän hyvät seuraavan vaiheen omaksumiseksi, kohtaa lapsi ”proficiency barrierin”. (Clark & Metcalfe 2002.) Näihin teorioihin Stodden ym. (2008) perustavat oman mallinsa. Myös motorista kehitystä selittävän dynaamisten systeemien teorian mukaan kehitys on yksilön, ympäristön ja tehtävän välistä vuorovaikutusta. Muutos yhdessä tekijässä aiheuttaa muutoksen myös toisessa tekijässä. (Jaakkola 2010, 150–153; Numminen 2005, 97–98; Thelen & Smith 1994, 72–74). Jaakkolan (2010) käsityksen mukaan, jotta lapsi voisi oppia liikkumistaitoja, hänen tulee ensin osata taidon vaatimat perustaidot (Jaakkola 2010, 76–79).

Raudseppin ja Päll (2006) tutkivat Virossa motoristen perustaitojen ja koulun ulkopuolella tapahtuvan fyysisen aktiivisuuden välistä yhteyttä. Koehenkilöinä tutkimuksessa oli 133 alakoulun oppilasta (N=133, 68 poikaa ja 65 tyttöä; keski-ikä 7.6 ± 0.5). Fyysisen aktiivisuuden määrää mitattiin O`Haran kehittämän MCPAF -tarkkailulomakkeen (Modified Children`s Physical Activity Form) ja Caltrac -kiihtyvyyssmittareiden avulla. Tutkimuksessa selvisi, että yliolanheitto ja hyppääminen korreloivat positiivisesti tarkkailuun perustuvan fyysisen aktiivisuuden määrän kanssa ($r=0.44$; $r=0.55$). Sen sijaan Caltrac -kiihtyvyyssmittarilla saadut tulokset eivät olleet yhteydessä yliolanheiton ja hyppäämisen kanssa. Tarkkailuun perustuva fyysinen aktiivisuus selitti 20 % varianssista yliolanheitossa ja 17 % hyppäämisessä. Lisäksi tutkimuksessa selvisi, että pojat olivat tyttöjä parempia yliolanheitossa ja saivat korkeampia

aktiivisuuslukemia perustuen tarkkailussa havaitun tehokkaan liikunnan määrään. Tytöt sen sijaan harrastivat enemmän kevyttä liikuntaa. (Raudsepp & Päll 2006.)

Carleyn (2010) tekemä systemaattinen katsaus selvitti motoristen perustaitojen ja läpi elämän jatkuvan fyysisen aktiivisuuden välistä yhteyttä. Meta-analyysi pohjautuu Seefeldtin (Haubenstricker & Seefeldt, 1986), Clarkin ja Metcalfen (2002) ja Stoddenin ym. (2008) malleihin motorisen pätevyyden ja fyysisen aktiivisuuden välisistä yhteyksistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Carleyn (2010) systemaattisen katsauksen mukaan aikaisin opitut motoriset perustaidot johtavat fyysisesti aktiiviseen elämäntapaan myöhemmin lapsuudessa. Tutkimuksia on tehty myös aikaisin opittujen motoristen taitojen vaikutuksesta fyysisesti aktiiviseen elämäntapaan aikuisena. Carleyn (2010) mukaan tarpeeksi monipuoliset taidot takaavat sen, että lapsella on mahdollista kokeilla ja oppia yhä haastavampia tapoja liikkua ja urheilla. Niin alakouluopettajien kuin yläkoulu- ja lukio-opettajien tulee ottaa motoristen perustaitojen oppimisen tärkeys huomioon omassa opetustyössään. (Carley 2010.)

Iivosen ym. (2013) tutkimuksessa tutkittiin fyysisen aktiivisuuden ja motoristen perustaitojen yhteyttä 4-vuotiailla suomalaislapsilla (N=37, 20 poikaa ja 17 tyttöä). Lisäksi haluttiin selvittää, oliko tyttöjen ja poikien välillä eroja. Fyysistä aktiivisuutta tutkittiin viiden päivän ajan, joista kolme oli päiväkotipäiviä ja kaksi kotipäivää. Motoristen taitojen mittaamiseen käytettiin Nummisen (1995) kehittämää alle kouluikäisten lasten havaintomotorisia ja motorisia perustaitoja mittaavaa APM-testistöä. Lasten päivittäistä fyysisen aktiivisuuden määrää mitattiin ActiGraph GT3X -kiihtyvyyssmittarilla. Tutkimuksessa selvisi, että motorisia perustaitoja mitaavista testeistä saatu pistemäärä oli merkitsevästi yhteydessä fyysiseen aktiivisuuteen selittäen 13 % kaikesta liikkumisesta, 16 % vähintään keskiraskaasta liikkumisesta ja 16 % kevyestä ja kuormittavasta liikunnasta yhteensä. Yksittäisistä motorisista perustaidoista liukuminen ja laukkaaminen olivat positiivisesti yhteydessä vähintään keskiraskaan liikunnan määrään ja heittäminen sekä kiinniotto kokonaisliikunnan määrään, vähintään keskiraskaan liikunnan määrään sekä kevyeen ja kuormittavaan liikuntaan. Poikien ja tyttöjen välillä ei havaittu muita merkittäviä eroja kuin se, että tytöt seisoivat tasapainotestissä 10 sekuntia poikia pidempään. Tutkimus tarjoaa tieteellisen todisteen motoristen perustaitojen ja lasten fyysisen

aktiivisuuden välisestä yhteydestä. Lisäksi tulokset antavat viitteitä siitä, että myös kevyt liikuminen edesauttaa motoristen perustaitojen oppimista. Iivonen ym. (2013) kuitenkin toteavat, että tarvitaan lisää tutkimuksia suuremmilla otannoilla liikkumistaitojen, välineenkäsittelytaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välisten yhteyksien tutkimiseksi. (Iivonen ym. 2013.)

Lloyd, Saunders, Bremer ja Tremblay (2014) tekivät Kanadassa 20 vuotta kestäneen seurattututkimuksen, joka selvitti 6-vuotiaiden motoristen perustaitojen ja heidän 26-vuotiaana raportoiman fyysisen aktiivisuuden välistä yhteyttä. Motoristen taitojen mittaamiseen käytettiin TGMD (Test of Gross Motor Development) -testiä (Ulrich 1985), ja fyysistä aktiivisuutta määritettiin PAQ-A (Physical Activity Questionnaire for Children) -kyselyn (Kowalski ym. 2004) avulla. Vuosina 2001 ja 2011 tutkittavat vastasivat kyselyyn, jonka avulla tutkittiin heidän fyysisen aktiivisuuden määrää. Vuonna 2011 17 tutkittavaa, jotka oli vuonna 1991 luokiteltu ryhmiin hyvien tai heikkojen motoristen taitojen mukaan, vastasivat neljään eri kyselyyn. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, oliko näiden kahden ryhmän välillä eroja motorisissa taidoissa tai fyysisesti aktiivisissa elämäntavoissa. Kiinnostuksen kohteena oli, miten nämä tekijät olivat yhteydessä toisiinsa 20. vuoden aikana. Tutkimuksessa kävi ilmi, että hyvät motoriset taidot 6-vuotiaana olivat yhteydessä itse raportoituun fyysiseen pätevyYTEEN 16-vuotiaana ($r=0.77$; $p=0.006$) ja 16–26 -vuotiaana ($r=0.85$; $p=0.001$). Hyvät motoriset taidot lapsena olivat lisäksi yhteydessä 26-vuotiaana raportoituun keskiraskaan liikunnan harrastamisen määrään ($r=0.77$; $p=0.006$). Tässä tutkimuksessa naisten ja miesten välillä havaittiin joitakin eroavaisuuksia: naisilla hyvät motoriset taidot 6-vuotiaana olivat miesten tuloksista poiketen yhteydessä vähintään keskiraskaan liikunnan harrastamisen määrään 26-vuotiaana. (Lloyd ym. 2014.)

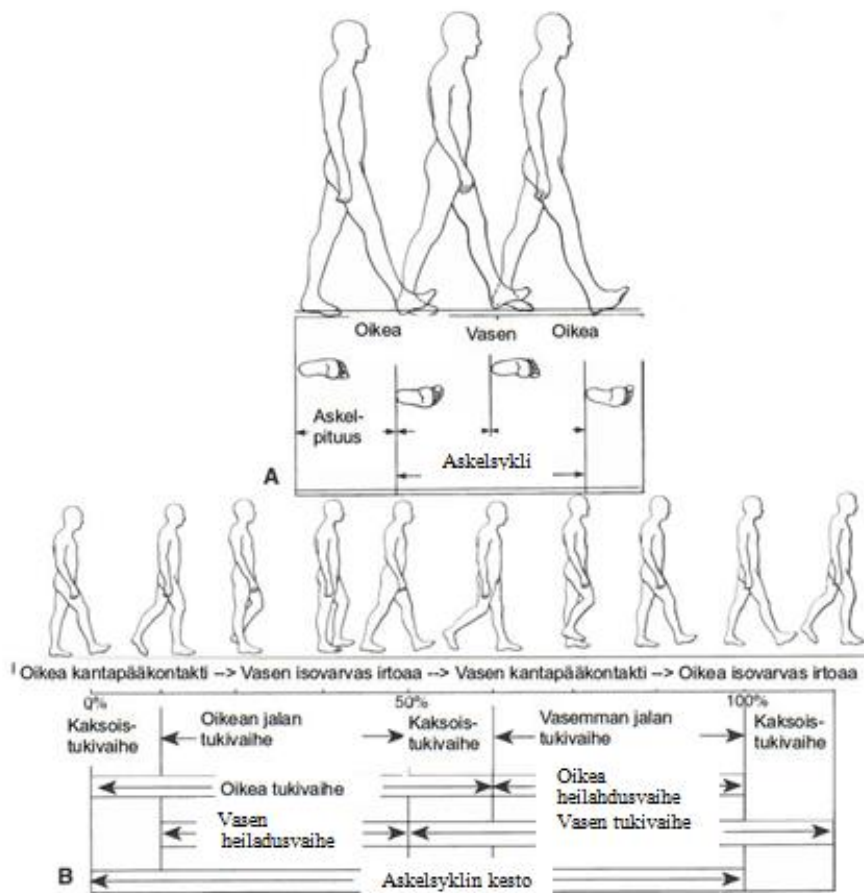
4 KÄVELYN BIOMEKANIikka

Kävely on tärkeä päivittäinen osa ihmisen elämää. Ihminen voi liikkua päivän aikana kävelemällä useita tunteja jopa huomaamattaan. Jo kolmekymmentä vuotta sitten pantiin alulle ”10 000 askelta päivässä” -kampanja, joka kuvaa suositeltavaa kävelyaskelten määrää päivässä (Kangasniemi & Kauravaara 2014). Ei siis ole lainkaan yhdentekevää, miten ja kuinka paljon ihmiset kävelevät. Useat teoriat ovat pyrkineet selittämään, kuinka ihmiset kontrolloivat kävelyään. Ainakin osittain kävelyn, kuten muidenkin rytmisten liikkeiden, säätely tapahtuu selkäydintasolla. (Steele, Rozumalsi & Schwartz 2015.) Ajallisesti ihmisen kävelyaskel voidaan jakaa kahteen eri vaiheeseen, tuki- ja heilahdusvaiheeseen. Kinemaattisen tutkimustiedon mukaan on mahdollista, että kaikki terveet ihmiset kävelevät suhteellisen samanlaisen mallin mukaisesti. Sen sijaan, kun kävelyä vertaillaan lihasvoimien perusteella, voidaan havaita suuriakin eroja eri yksilöiden välillä kävelyaskeleen lihasaktivaatioissa. Tavallisimmin tutkijat käyttävät kävelyn analysointiin elektromyografisia (EMG), kinemaattisia tai kineettisiä malleja. (Shumway-Woollacot 2012, 316–317.)

4.1 Askelsykli

Onnistuneeseen kävelyaskeleeseen vaaditaan aina kolmea eri tekijää: kykyä liikkua eteenpäin, asentokontrollia sekä mukautumiskykyä (Das & McCollum 1988; Patla 1991). Hermosto-lihasjärjestelmän avulla saadaan aikaan jalkojen sekä rangan liikkeet, jolloin kehoa voidaan liikuttaa haluttuun suuntaan. Lisäksi on kyettävä aloittamaan ja lopettamaan liike. Asentokontrolliin taas vaaditaan ennen kaikkea dynaamista tasapainoa liikkeen aikana sekä kykyä muodostaa ja ylläpitää haluttu asento. Dynaaminen tasapaino on taito, jonka avulla ihminen pystyy liikkuaan vastustamaan niin maan vetovoimaa kuin muita liikkeeseen kohdistuvia voimia. (Patla 1997.) Kolmas liikkeen muodostamiseen vaadittava tekijä on mukautumiskyky: onnistuneen liikkeen aikaansaamiseksi tarvitaan taitoa mukautua ympäristön muutoksiin, kuten esteisiin ja epätasaiseen alustaan, sekä kykyä muuttaa liikkumisnopeutta ja -suuntaa. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 316.)

Kävely koostu useista peräkkäisistä raajojen liikkeistä, jotka mahdollistavat kehon eteenpäin siirtämisen (Sutherland 2002). Askelsykli koostuu kahden peräkkäisen saman jalan alustakontaktin välisestä ajanjaksosta. Yksi askelsykli sisältää siis kaksi askelta. (Enoka 2008, 141; Perry 1992.) Normaalissa kävelyssä yhden askelsyklin kesto on noin sekunti. Ajallisesti askelsykli normalisoidaan yleensä niin, että yksi sykli vastaa 100 %. (Perry 1992.) Askelsykli koostuu kahdesta toistuvasta päävaiheesta: tukivaiheesta, joka alkaa jalan astuessa maahan ja heilahdusvaiheesta, joka alkaa jalan irrotessa alustasta. Aikuisilla tukivaihe kestää yleensä 60 % ja heilahdusvaihe 40 % koko askelsyklistä. Ensimmäinen ja viimeinen 10 % koko askelsyklistä tapahtuu molempien jalkojen ollessa maassa. Tukivaihe jaetaan yleensä lähteestä riippuen vielä neljään tai viiteen osavaiheeseen: alkukontaktiin, valmistavaan vaiheeseen (jos osavaiheita on viisi), keskitukivaiheeseen, päätetukivaiheeseen ja alkavaan heilahdusvaiheeseen. (Perry 1992; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 316–317.) Heilahdusvaihe sen sijaan jaetaan tavallisesti kolmeen eri vaiheeseen, joita ovat alkuheilahdus, keskiheilahdus- ja pääteheilahdusvaihe (Enoka 2002; Perry & Burnfield, 2010). Kuvassa 3 on esitetty askelsyklin jakautuminen oikean ja vasemman jalan askeleeseen sekä ajallinen jakautuminen kaksoistukivaiheeseen (kahden jalan ollessa yhtä aikaa maassa), yhden jalan tukivaiheeseen, sekä molempien jalkojen heilahdusvaiheisiin. (Perry 1992; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 316–317.)



KUVA 3. **A.** Askelsyklin jakautuminen oikeaan ja vasempaan askeleeseen. **B.** Kävelysyklin ajallinen jakaantuminen kaksoistukivaiheeseen sekä oikean ja vasemman jalan tuki- ja heilahdusvaiheisiin. (Muokattu Shumway-Cook & Woollacot 2012, 317.)

Askelsyklin tukivaihe alkaa siitä hetkestä, kun jalka osuu alustaan (Enoka 2008, 141; Shumway-Woollacot 2012, 316–317). Tukivaiheeseen vaaditaan sekä horisontaali- että vertikaalivoimien tuottamista. Horisontaalivoimat kohdistuvat tukipintaa vastaan ja vertikaalivoimat maan vetovoimaa vastaan. (Shumway-Woollacot 2012, 316–317.) Heilahdusvaihe alkaa tukivaiheen jälkeen, kun varvas irttaa alustasta (Enoka 2008, 141; Shumway-Woollacot 2012, 316–317). Onnistuneen heilahdusvaiheen edellytyksenä ovat heilahtavan jalan liike takaa eteen sekä asentokontrolli, eli oikeanlainen painonsiirto jalan päälle. Samalla jalkaterän on nouseva tarpeeksi korkealle irti kävelyalustasta, jotta varpaat eivät tökkäisi alustaan. Jalkojen liikkeen lisäksi käsillä on oma tehtävänsä kävelyssä. Kun lapsi opettelee kävelemään, käsien

ensisijainen tehtävä on ylläpitää tasapainoa. Vähitellen tasapainotaitojen kehittymisen myötä käsien tehtävä on rytmittää kävelyä. Lopulta käsien ja jalkojen liikkeet toimivat toistensa vastaliikkeinä. (Numminen 2005, 123.)

4.2 Lihasten konsentrisen ja eksentrisen supistuminen kävelyssä

Askelsyklin tukivaiheen aikana lihasten tehtävä on ylläpitää kehon asentoa (asentokontrolli) sekä liikuttaa kehoa eteenpäin tukivaiheen lopussa (eteneminen) (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 321–322). Kävely edellyttää tarkkaa jalkojen lihasten koordinaatiota. Lihastyö voidaan jakaa konsentriseen ja eksentriseen lihastyöhön. (Nicol, Avela & Komi 2006.) Kävelyssä konsentrisen lihastyön avulla tuotetaan työntövoimaa kehon eteenpäin siirtämiseksi (Nicol ym. 2006), kun heilahdusvaiheessa nelipäisen reisilihaksen konsentrisen lihassupistus saa aikaan reiden kiihtyvän liikkeen eteenpäin (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 322). Eksentrisen lihastyön avulla taas kehon paino otetaan vastaan kävelyn tukivaiheen aikana (Nicol ym. 2006). Juuri ennen tukivaiheen alkua, heilahdusvaiheen lopussa, nelipäisen reisilihaksen eksentrisen lihassupistus kontrolloi polven pientä koukistumista, jonka avulla valmistaudutaan kävelyn tukivaiheeseen (Nicol ym. 2006). Myös hamstring -lihakset (m. biceps femoris, m. sartorius, m. gracilis, m. semitendinosus ja m. semimembranosus) osallistuvat tukivaiheen valmisteluun heilahdusvaiheen lopussa. Etummaisien säärilihaksen eksentrisen lihassupistus taas hidastaa jalkaterän liikettä alustakontaktin aikana vastustaen ja hidastaen samalla alukontaktin aiheuttamaa nilkan plantaarifleksiota (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 322).

Silloin, kun konsentrisen lihastyö ilmenee välittömästi eksentrisen lihastyön jälkeen, puhutaan venymislyhenemissyklistä. Sen avulla saadaan eksentrisen vaiheen aikana muun muassa varastoitua jänteisiin elastista energiaa ja näin tehostettua kävelyä eteenpäin vievää konsentrista lihastyövaihetta. Esiaktiivisuus liittyy venymislyhenemissykliin, sillä sen avulla lihaksen jäykkyys lisääntyy ennen alustakontaktia. Tämän takia energian varastoituminen lihaksiin on mahdollista. (Nicol ym. 2006.) Huomattavaa on, että kävelyssä lihasaktiivisuuksia esiintyy pääasiassa tukivaiheen aikana, sillä heilahdusvaiheessa jalan heilahtaminen tapahtuu painovoiman vaikutuksesta (McMahon 1984).

4.3 Kävelyssä aktivoituvat lihakset

Tutkijat eivät ole täysin yksimielisiä liikkeen synnyttävien lihasaktivaatioiden muodostumisesta askelsyklin aikana (Neptune, Kautz & Zajac 2001; Perry & Burnfield 2010; Winter 1990). Aktiivisen työntämisen -teorian (”active push-off -theory”) mukaan nilkan ojentajalihasten (m. gastrocnemius ja m. soleus) tuottaman energian sekä lonkan ojentajien takaapäin tulevan työntön eli ”pushin” ansiosta muodostuvat asentokontrolli ja kehon etenevä liike (Winter 1990). Sen sijaan hallitun rullaamisen -teoria (”controlled roll-off” -theory) tarkastelee liikkeen etenemistä jalkapohjan rullaavan liikkeen perusteella. Teorian mukaan nilkan ojentajien ensisijainen tehtävä tukivaiheen aikana on hidastaa sääriluun (m. tibia) kiertoa ja estää tukevan jalan polvea koukistumasta kehon liikkeessä eteenpäin. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 323.) Eteneminen tapahtuu passiivisesti, koska keho liikkuu eteenpäin liikemäärän ja inertian, eli kappaleen taipumuksen vastustaa liiketilan muutoksia, ansiosta (Neptune ym. 2001; Perry 1992; Perry & Burnfield 2010). Winter (1990), Kepple, Siegel ja Stanhope (1997) sekä Gottschall ja Kram (2003) ovat kuitenkin sitä mieltä, että propulsiiviset voimat syntyvät tukivaiheen lopussa pääasiassa nilkan ojentajalihasten konsentrisista lihassupistuksista lantion koukistajalihasten avustamana. Lonkan ja polven ojentajat (pääasiassa m. hamstring ja m. quadriceps) saattavat myös aktivoitua tukivaiheen lopussa, mutta niiden rooli on vähäinen (Winter 1990).

Asentokontrollin ylläpitämiseksi tukivaiheen alussa, kantapään aloittaessa alkukontaktin, on polven hiukan koukistuttava. Polven koukistuminen valmistaa kehon jalkapohjan ja alustan väliseen kontaktiin. Tässä vaiheessa nelipäinen reisilihas aktivoituu. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 322.) Jo ennen askelkontaktia havaitaan esiaktiivisuutta isossa pakaralihaksessa (m. gluteus maximus) ja hamstring -lihaksissa (Nicol ym. 2006). Kun nilkkaa koukistetaan (dorsifleksio), etummaisien säärilihaksien eksentriset lihasvoimat hidastavat jalkaterän kontaktia alustaan, vastustaen ja hidastaen samalla kantapään iskusta johtuvaa nilkan ojennusta eli plantaarifleksiota. Lihasuryhmät toimivat siis liikkeen vastustajina. Lisäksi asentokontrollin ylläpitämiseen vaaditaan lonkan, polven ja nilkan ojentajalihasten aktivoitumista.

Keskitukivaiheen aikana sekä nelipäinen reisilihas että pretibial -lihasryhmä ovat pääasiassa inaktiivisina. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 322.)

Kävelyn heilahdusvaihe alkaa kaksoistukivaiheesta. Ennen heilahdusvaiheita m. iliacus ja m. psoas saavat nelipäisen reisilihaksen avustamana polven koukistumaan. (Fox & Delp 2010.) Nelipäisen reisilihaksen konsentrisen lihassupistus muodostaa reiden kiihtyvän liikkeen, vaikkakin itse heilahdusvaiheen aikana kyseinen lihas on lähes inaktiivinen. Keskiheilahdusvaiheessa m. iliopsoas eli lonkankoukistajalihakset (m. psoas major, m. psoas minor ja m. iliacus) ovat aktivoituneena. Hamstring -lihasryhmä hidastaa reiden eteenpäin suuntautuvaa liikettä ja valmistaa jalkapohjan alustaa vastaan tapahtuvaan iskuun lentovaiheen lopussa. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 323.) Tässä vaiheessa tapahtuva polven ojennus on passiivinen tapahtuma, eikä siihen tarvita lihasvoimia (Winter 1984).

Jalan irtoaminen maasta tapahtuu nelipäisen reisilihaksen aktivoituessa ja lonkan koukistuksessa. Polven koukistus sen sijaan tapahtuu passiivisesti reiden kiihtyvän liikkeen ansiosta. Pretibial -lihasryhmän aktivoituminen saa heilahdusvaiheen lopussa aikaan nilkan koukistuksen, mikä jälleen valmistaa jalan seuraavaan tukivaiheeseen. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 323.) Heilautuksen lopussa jalan eteenpäin suuntautuva liike jarrutetaan aktivoimalla iso pakaralihas (m. gluteus maximus) ja hamstring -lihasryhmä (Winter 1988). Enokan (2008, 147–148) mukaan kävelyyn tarvitaan tarkalleen 32:a eri lihasta. Näiden lihasten liikkeiden ansiosta syntyvä kävely voidaan edelleen jaotella viiteen eri osavaiheeseen: jarrutusimpulssiin, työntövoimaimpulssiin, vartalon tasapainottamiseen kaksoistukivaiheen aikana, varpaiden irtoamiseen alustasta sekä jalkaterän alustakontaktiin (Enoka 2008, 147–148).

4.4 Lihassynergia ja koaktivaatio

Lihasyhmiä, jotka johdonmukaisesti aktivoituvat yhtä aikaa, kutsutaan synergisteiksi. Näiden synergistilihasten lihaskontrollin voidaan ajatella tapahtuvan ikään kuin yksittäisen lihaksen kontrollointi. (Steele ym. 2015.) Aikaisempien tutkimusten perusteella useimpiin lihastoimin-

toihin vaaditaan vain pieni osa synergistilihaksista. Tutkimusten mukaan esimerkiksi normaalin kävelyaskeleen lihasaktiivisuuksista yli 90 % selittyy vain alle kuuden synergistilihasryhmän työllä. Sen sijaan vammautumisen seurauksena kävelyssä käytettävien synergistien määrä voi vähentyä tai kävelyssä aktivoituvat synergistilihakset voivat muuttua. Nämä muutokset saattavat olla yhteydessä muun muassa toiminnalliseen vajaatoimintaan, valikoivaan motoriseen kontrolliin ja spastisuuteen. Vähentyneen tahdonalaisen hermolihasarjestelmän aktivaation myötä esimerkiksi CP-vammaisen asentokontrollin ja kävelyn koordinaation on osoitettu huononevan sekä antagonistilihasten koaktivaation vähenevän. (Steele ym. 2015.)

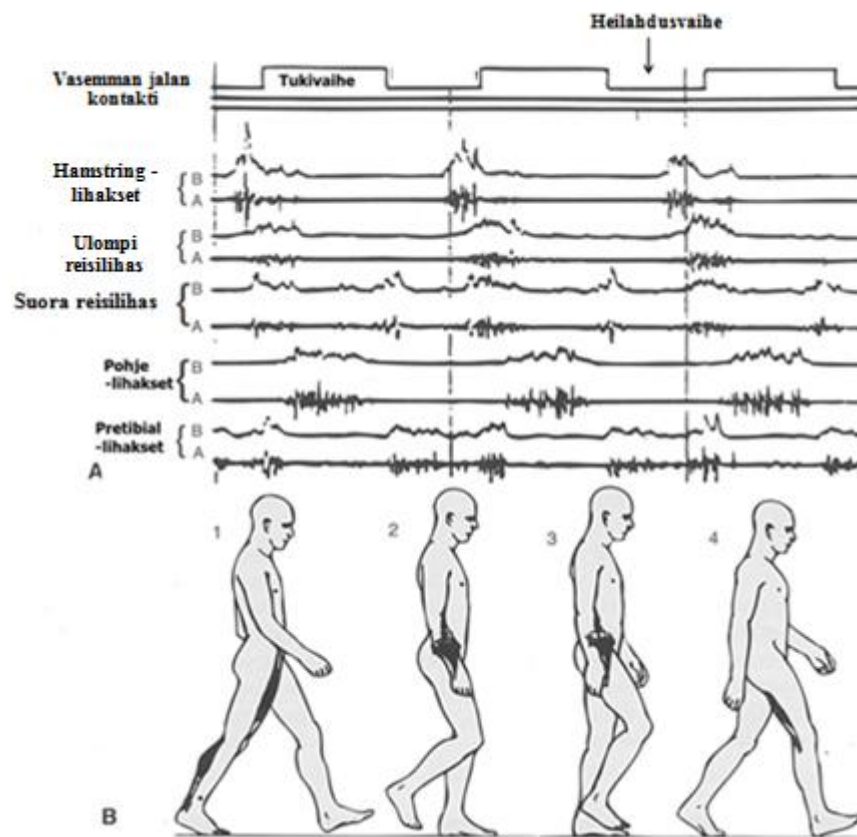
Lihasten koaktivaatiolla tarkoitetaan agonisti- ja antagonistilihasten yhtäaikaista aktivaatiota (Xiong 2015). Lihasten koaktivaation avulla tapahtuu nivelten stabilisointi liikkeen, esimerkiksi kävelyn aikana. Lihaskoaktivaation on todettu lisääntyvän kävelynopeuden kasvaessa. (Gross ym. 2013.) Sen sijaan liiallinen koaktivaatio lihaksissa voi rajoittaa liikettä ja nostaa energian kulutusta. Equinuksen eli nilkan dorsifleksion vajaatoiminnan on osoitettu merkittävästi vaikuttavan lihasten koaktivaatioon ja lihasaktiivisuuksiin kävelyn aikana. (Houx, Lempereur, Remy-Neris, Gross & Brochard 2014.) Synergistilihasten koaktivaatio voi siis muuttua tai niiden toiminta voi olla epäsymmetristä oikean ja vasemman jalan välillä esimerkiksi CP-vamman myötä (McGibbon, Benda, Duncan & Silkwood-Sherer 2009; Steele ym. 2015).

4.5 Kävelyn tutkiminen elektromyografian (EMG) avulla

Liikkeet syntyvät lihasten neuraalisen aktivoinnin avulla tapahtuvien lihassupistusten ansiosta. Lihasaktiivisuuksia voidaan tutkia elektromyografian eli EMG:n avulla. EMG:n avulla on mahdollista kerätä tietoa muun muassa lihasten osallistumisesta liikkeeseen (Sutherland 2001) ja EMG:n rekisteröinti lihaksesta on suoraviivaisin tapa lihasaktiivisuuksien tutkimiseksi (Klein, Peterson, Ferrek & Thomas 2010). EMG-aktiivisuuksia mitataan erilaisten ja erikokoisten elektrodien avulla mittaustarkoituksesta riippuen. EMG-mittaus perustuu näiden elektrodien välisten aktiopotentiaalien määrittämiseen. PintaEMG mittauksissa elektrodit asetetaan iholle lihaksen päälle ja neulaEMG-mittauksissa lihaksen sisään lihassyiden

väliin. EMG-mittaustavasta riippuu, mitataanko yksittäisen lihassolun vai koko lihaksen lihasaktiivisuutta. EMG-mittauksiin vaikuttavat muun muassa hermolihaskäytännön muoto, lihassolujen pituus ja motoristen yksiköiden koko, mittauselektrodien koko, muoto ja asettelu, aktivoituneiden motoristen yksiköiden lukumäärä sekä synkronisaatio. (Enoka 2008, 197–198.)

Kävelyssä heilahdusvaiheen lihasaktivaatiot määritellään heilahdusvaiheen alun ja lopun mukaan, sillä varsinainen heilahdusvaihe, eli aika jolloin jalka on ilmassa, tapahtuu maan veto voiman vaikuttaessa heilahtavaan jalkaan (McMahon 1984). Kun kävelynopeus lisääntyy, EMG-aktiivisuudet kasvavat ja niiden profiilit saattavat muuttua (Hof, Elzinga, Grimmus & Halbertsma 2002). Eri henkilöiden välillä voidaan havaita erilaisia EMG-profiileja, sillä tiettyjen liikkeiden tuottaminen on mahdollista erilaisilla aktivaatiomalleilla. Suurin vaihtelu tapahtuu sellaisissa lihaksissa, jotka ylittävät kaksi niveltä. (Winter & Yack 1987.) Kuvasta 2 nähdään aikuisen kolmen askelsyklin lihasaktiivisuudet vasemmasta jalasta mitattuna. Kuvasta selviää hamstring -lihaksryhmän, ulomman reisilihaksen (m. vastus lateralis), suoran reisilihaksen (m. rectus femoris), pohjelihasten (m. gastrocnemius ja m. soleus) ja pretibial -lihasten suhteelliset lihasaktivaatiot tukivaiheen ja heilahdusvaiheen eri vaiheissa. Lisäksi kuvassa 4 näkyy, kuinka hamstring -lihakset supistuvat juuri ennen tukivaiheen alkua, ja nelipäinen reisilihas (m. vastus lateralis ja musculus rectus femoris) on aktivoituneena tukivaiheen aikana. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 321–322.)



KUVA 4. **A.** Aikuisen kävelyn vasemman jalan EMG-aktiivisuudet kolmen askelsyklin aikana. **A:** RaakaEMG, **B:** KorjattuEMG. Pystysuuntaiset viivat rajaavat kävelystä ajan, jonka vasen jalka on kontaktissa alustaan. **B.** Kävelyssä tapahtuvat lihasaktiivisuudet oikean jalan varvaskontaktista kantapäähäkontaktiin: **1.** Nilkan plantaarifleksorit liikuttavat nilkkaa (ja edelleen jalkaterää), ja nelipäinen reisilihas suoristaa polven. Tukipintaa vasten muodostuva voima ”työntää” kehoa eteenpäin. **2 ja 3.** Lonkankoukistajien (m. iliopsoas) supistuminen ”vetää” oikeaa jalkaa eteenpäin, ja samalla polvi koukistuu passiivisesti. **4.** Hamstring -lihakset supistuvat heilahdusvaiheen lopussa liikkeen lopettamiseksi, ja kantapää osuu maahan. (Muokattu Shumway-Cook & Woollacot 2012, 322.)

Uusin sovellus lihasaktiivisuuksien määrittämiseksi ovat pestävät tekstiiliset elektrodit. Niiden kehittyminen on mahdollistanut elektrodien yhdistämisen erilaisiin urheiluvaatteisiin, kuten shortseihin ja teepaitoihin. Uusien tekstiilisten elektrodien myötä lihasaktiivisuuksia voi-

daan mitata tavallisessa päivittäisessä liikkumisessa ilman perinteisessä pintaEMG-mittauksessa vaadittavaa tarkkaa elektrodien paikan määrittämistä. Mittaaminen ei myöskään vaadi tutkittavan liikkumista haittaavia johtoja. Vaatteisiin integroitujen elektrodien avulla mittauksia voidaan suorittaa pidempiä ajanjaksoja, esimerkiksi kun seurataan tutkittavien arkiliikunnan määrää (Finni ym. 2007; Kern, Semmler & Enoka 2001; Tikkanen ym. 2014). Tekstiilisten elektrodien avulla voidaan lisäksi tutkia kokonaisia lihasryhmiä sen sijaan, että tutkittaisiin ainoastaan yksittäisten lihasten lihasaktiivisuuksia. Myös lihaksen rentoutumiskyvyn mittaaminen on mahdollista. EMG-shortsit ovat yksi esimerkki tekstiilisten elektrodien integroimisesta urheiluvaatteisiin (kuva 5). Shortseilla voidaan mitata nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) ja hamstring -lihasten lihasaktiivisuuksia. (Finni ym. 2007.)



KUVA 5. EMG-shortsit sisäpuolelta kuvattuna. Kuvassa näkyvät EMG-signaalin keräämiseen tarvittava moduuli sekä tekstiiliset elektrodit. (Muokattu Finni ym. 2007.)

Finnin ym. (2007) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin uudemman tekstiielektrodien käyttöön perustuvan menetelmän validiteettia, luotettavuutta sekä soveltuvuutta lihasaktiivisuusmittauksiin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että uusi menetelmä on luotettava ja käyttökelpoinen tapa lihasaktiivisuuksien määrittämiseksi: sekä perinteisen että uuden mittaustavan toistettavuus olivat hyviä, ja päivittäinen vaihtelu tekstiielektrodeilla saaduissa tuloksissa oli vähemmän

kuin 11 %. Lihasvoiman ja EMG-signaalin välinen yhteys oli sama sekä perinteisellä että uudella menetelmällä mitata EMG-aktiivisuuksia. Uuden menetelmän etuna oli se, että se mahdollisti myös vaivattomat ja reaaliaikaiset kenttämittaukset. (Finni ym. 2007.) Scilingo ym. (2005) ovat myös todenneet tekstiileihin integroitujen elektrodien antavan samanlaiset signaalit taajuus- ja frekvenssisisällöltään kuin rekisteröitäessä lihasaktiivisuuksia tavallisilla elektrodeilla (Scilingo ym. 2005). Lisäksi Tikkasen ym. (2014) tekemässä validiteettia selvittäneessä tutkimuksessa todettiin, että reisilihaksesta EMG-shortsien avulla mitattu lihasaktiivisuus ennusti energiankulutusta matalilla intensiteeteillä paremmin kuin syke tai kiihtyvyyssmittarilla saadut kiihtyvyydet.

4.5 Alustan vaikutus kävelyyn

Lihasaktiivisuuden määrän tiedetään korreloivan energiankulutuksen kanssa (Bigland-Ritchie & Woods 1976). Esimerkiksi hiekalla kävely kuluttaa jopa 2,1–2,7 kertaa enemmän energiaa kuin kävely kovalla alustalla. Lihasten ja jänteiden elastisen energian hyödyntäminen on myös hiekalla huonompaa, mikä huonontaa kävelyn taloudellisuutta. (Lejeune, Willems & Heglund 1998; Pinnington & Dawson 2001; Pinnington, Lloyd, Besier & Dawson 2005.) Alustan vaikutusta liikkumisen biomekaniikkaan on tutkittu eniten juoksussa. Sen sijaan tutkimuksia alustan vaikutuksista kävelyyn löytyy vielä vähän. Etenkin lasten osalta tutkimustietoa on erittäin niukasti. Tämänhetkisen tiedon mukaan alustaan adaptoituminen tapahtuu jo ensimmäisellä kävelyaskeleella erilaiselle alustalle astuttaessa. (Ferris, Liang & Farley 1999.) Kävelyssä lihasten kokonaisjäykkyyteen vaikuttavat alustan jäykkyys ja jalan jäykkyys (Ferris, Louie & Farley 1998). Jäykkyydellä tarkoitetaan voimassa tapahtuvaa muutosta suhteessa pituudessa tapahtuvaan muutokseen. Jäykkyys on biomekaniikan näkökulmasta laaja käsite. Sillä voidaan kuvata niin koko kehon jäykkyyttä kuin yksittäisen lihassolun jäykkyyttä. (Waxman, Schmitz & Shultz 2015.) Jäykkyydellä voidaan tarkoittaa myös koko lihas-jännekompleksin jäykkyyttä. Kävelyssä lihasjännekompleksin jäykkyyttä on mahdollista tarkastella esimerkiksi nilkan jäykkyyttä tutkimalla. (Vlutters, Boonstra, Schouten & Kooij 2015.) Jalan jäykkyyttä muutetaan alustan mukaan siten, että kokonaisjäykkyys muuttuu mahdollisimman

vähän. Tästä syystä pehmeällä alustalla kävellessä jalka on jäykempi kuin kovalla alustalla. (Ferris ym. 1998.)

Slaughter, Butler, Capozzella, Nguyen & Hutcheson (2012) tutkivat kaksoiskantalihaksen (m. medial gastrocnemius) ja ulomman reisilihaksen (m. vastus lateralis) lihasaktivaatioita kävelyssä eri alustoilla. Lisäksi tutkimuksessa määritettiin polven suhteellisen rotaation määrää vertikaalisen akselin ympäri kävelyn tukivaiheen aikana. Tutkimuksen tarkoituksena oli siis tutkia polveen kohdistuvan kuormituksen muutoksia eri alustoilla käveltäessä. Lihasaktiivisuuksia tutkittiin langattoman pintaEMG -menetelmän avulla. Tutkimukseen osallistui 11 ulkotyötä tekevää henkilöä (ikä 47.3 ± 13.9). Kävelyä analysoitiin tasaisella alustalla, ylämäissä, joiden jyrkkyydet olivat 5 astetta ja 10 astetta, 10. asteen kulmaan määritetyllä juoksumatolla sekä portaissa ylöspäin käveltäessä. Tutkimuksessa selvisi, että eri alustojen välillä ei ilmennyt merkittäviä eroja kävelyn EMG-aktiivisuuksien perusteella ($p=0.1602-0.9943$). Eri alustojen ja polven rotaatioon välillä ilmeni vain pieniä eroja tai ei eroja lainkaan. (Slaughter ym. 2012.)

Leicht & Growther (2007) tutkivat kävelyalustan sekä sukupuolen välistä yhteyttä kävelynopeuteen. Yhteensä 52 tervettä yliopisto-opiskelijaa käveli 150 metrin matkan kovalla alustalla, ruohikolla sekä kuivalla ja märällä hiekalla. Tutkimuksen tulosten mukaan kävely hiekalla oli kovaa alustaa sekä ruohikkoa hitaampaa (kova maa 5.6 ± 0.5 km/h, ruohikko 5.6 ± 0.5 km/h, kuiva hiekka 5.0 ± 0.5 km/h ja märkä hiekka 5.4 ± 0.4 km/h). Lisäksi askelten määrä oli suurin hiekalla kävelyssä (kova alusta 190 ± 13 askelta; ruohikko 186 ± 12 askelta; kuiva hiekka 207 ± 12 askelta; märkä hiekka 194 ± 11 askelta). Tutkimuksessa kävi ilmi, että kuivalla hiekalla naiset ottivat enemmän askelia kuin miehet (naiset 204 ± 18 askelta ja miehet 197 ± 15 askelta). (Leicht, & Growther 2007.)

4.6 7-vuotiaan lapsen kävelyn erityispiirteet

Jotta lapsi voisi oppia kävelemään, hänellä on oltava riittävästi voimaa tasapainon ylläpitämiseksi ja kehon painon tukemiseksi. Lisäksi lapsen liikuntaelimistön on oltava tarpeeksi

vahva kävelyn aiheuttaman horjumisen kompensoimiseksi. (Mero ym. 1997; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 348–349.) Kävelyn opetteluun ajatellaan olevan kaksivaiheinen prosessi (Breniere & Bril 1998), jonka aikana lapsi oppii säätelemään tasapainoaan ja lapsen liikuntaelimistö kehittyy kävelytaidon vaatimalle tasolle. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 253–254.) Kuudennen ikävuoden tienoilla noin 60 %:lla lapsista kävely muistuttaa pitkälti aikuisen kävelyä (Breniere & Bril 1998). Seitsemänten ikävuoteen tultaessa suurin osa lapsen kävelyn liikemalleista muistuttaa hyvin paljon aikuisen kävelyä (Sutherland, Olshen, Cooper & Woo 1980).

Seuraavat viisi tekijää määrittelevät aikuisen kehittyntä kävelyä: yksittäisen tukivaiheen kesto, kävelynopeus, kävelyrytmi, askelpituus ja lantion sivuttaisliike (Sutherland ym. 1980). Kävelyn tukivaiheen kesto kasvaa tasaisesti ensimmäisestä ikävuodesta seitsemänten ikävuoteen. Yksivuotiaalla tukivaiheen kesto koko askelsyklistä on tavallisesti noin 32 %. Tukivaiheen kesto on 7-vuotiaalla lapsella 38 % koko askelsyklistä eli lähes aikuisen kävelyä vastaava osuus (aikuisella 39 %). Kävelynopeus ja -rytmi hidastuvat tasaisesti askelpituuden kasvaessa. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537.) Kävelyn rytmi kuvaa sitä aikaa, joka kuluu yhteen kävelyaskeleeseen. Toistuvat yhtä pituiset askeleet muodostavat kävelyn tahdin eli kävelyrytmin. (Maksimovic ym. 2015.) Askelpituus sen sijaan kasvaa tasapainotaitojen kehittymisen myötä. Lantion sivuttaisliikkeen vaikutus kävelyyn on tasapainossa askelleveyden kanssa noin kolme vuotiaana. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537.)

Lapsen jalkaterät saattavat ensimmäisten kävelyvuosien aikana osoittaa sisään- tai ulospäin. Melko nopeasti lapsi kuitenkin oppii, että jalkaterien tulisi kävellessä osoittaa eteenpäin, jolloin myös jalkalihasten voimantuotto suuntautuu oikeaan suuntaan. Toisinaan lapsilla on tapana kävellä päkiöillä, mikä lisää muun muassa kaksoiskantalihaksen (m. gastrocnemius) ja leveän kantalihaksen (m. soleus) voimaa. (Numminen 2005, 214.) Noin seitsemänten ikävuoteen mennessä tasapainoon merkittävästi vaikuttava lapsen kehon massakeskipisteen kontrolli on kehittynyt aikuisen kävelyyn verrattavalle tasolle (Dierick, Lefebvre, van den Hecke & Detrembleur 2004). Alla olevaan taulukkoon 2 on listattu tärkeimpiä kävelyn piirteitä ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa kävelyn kehitysvaiheessa. Seitsemän vuotiaana alkava

kävelyn kolmas vaihe kuvaa aikuisen kävelyn ominaispiirteitä. (Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537.)

TAULUKKO 2. Kävelyn kehitysvaiheet ja niille ominaisia piirteitä (Muokattu Numminen 2005, 124; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537).

Ensimmäinen vaihe: 1–1,5-vuotta	Toinen vaihe: 1,5–6-vuotta	Kolmas vaihe: 7-vuotiaasta eteenpäin
1. Seisominen paikallaan vaikeaa	1. Kävely muuttuu asteittain pehmeämmäksi	1. Rento, pitkänomaisen askel
2. Tasapaino pettää helposti	2. Lisääntynyt lantion kallistuminen	2. Selvä kanta–varvas-kontakti
3. Jalan liike jäykkä ja katkonainen, jalkapohjan lihakset heikkoja (”lattajalka”)	3. Kanta–varvas -kontakti, jalkapöydän lihasten voima kannattelee jalkaholvia	3. Hyvin pieni vertikaalinen nouseva liike kävelyn aikana
4. Lyhyet askeleet, jalkaterät osoittavat sisään- tai ulospäin.	4. Askelpituus kasvaa, jalkaterät osoittavat eteenpäin	4. Kapea tukipinta
5. Polvi koukistuu ja suoristuu nopeasti jalan osuessa maahan	5. Selvä vertikaalinen nouseva liike	
6. Laaja tukipinta	6. Leveämpi tukipinta	

5 TUTKIMUSONGELMAT

Kävely on perusliikkumista (Steele ym. 2015) ja yksi tärkeä motorinen perustaito (Numminen 1996, 26–28). Kävelyn oppiminen mahdollistaa lapsen osallistumisen monipuoliseen liikuntaan (Stodden ym. 2008). Motoristen taitojen, kuten esimerkiksi kävelyn oppimisen ja myöhemmän fyysisen aktiivisuuden välillä on havaittu selvä yhteys (Carley 2010; Lloyd ym. 2014; Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Alustan vaikutuksista kehittyvän lapsen kävelyn ja motoristen taitojen oppimiseen tiedetään vielä erittäin vähän. Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää ensimmäisen luokan oppilaiden kävelyä kolmella eri alustalla: lattialla, epätasaisella pehmeällä alustalla ja pihapolulla. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia lasten yleisen motorisen taitotason ja alustan välistä yhteyttä kävelyn koordinaatioon. Kävelyn aikaisia lihasaktiivisuuksia tarkasteltiin laskemalla vasemman ja oikean jalan etu- ja takareisien väliset symmetriaindeksit; mitä symmetrisemmät nämä indeksit ovat, sitä parempi kävelyn symmetria eli koordinaatio on. Kävelyn koordinaation paranemisen myötä myös kävelyn taloudellisuus paranee. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksilla, eli lihasaktiivisuuksilla, voidaan olettaa olevan vaikutusta suorituksen taloudellisuuteen. (Mero ym. 1997.)

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Miten lasten alaraajojen EMG-lihasaktiivisuudet muuttuvat siirryttäessä tasaiselta lattialta epätasaiselle pehmeälle matolle tai pihapolulle?
2. Miten symmetriaindeksien avulla tutkittu kävelyn symmetrisyys eli koordinaatio muuttuu eri alustoilla? Vaikuttaako alusta lapsen koordinaatioon kävelyssä? Onko lapsen kävely tasapainoista eli onko kävelyssä havaittavissa puolieroja vasemman ja oikean jalan välillä?
3. Onko lapsen KTK-testien perusteella määritetyllä taitotasolla yhteyttä kävelyn koordinaatioon?

Tutkimushypoteesit olivat:

1. Alaraajojen lihasaktiivisuudet kasvavat, kun siirrytään tasaisella alustalla kävelystä epätasaiselle alustalle ja edelleen kävelyyn pihapolulla, sillä lihasaktiivisuuksien on tutkittu korreloivat energiankulutuksen kanssa (Bigland-Ritchie & Woods 1976), ja esimerkiksi hiekalla kävely kuluttaa jopa lähes kolme kertaa enemmän energiaa kuin kävely kovalla alustalla (Lejeune, Willems & Heglund 1998; Pinnington & Dawson 2001; Pinnington, Lloyd, Besier & Dawson 2005).
2. KTK-testeissä korkeammat pisteet saaneella lapsella kävelyn symmetrisyys eli koordinaatio muuttuu vähemmän eri alustoilla kävelyssä: Liikkumistaitojen, esimerkiksi kävelyn, oppimiseen vaaditaan riittäviä tasapainotaitoja (Gallahue & Ozmun 2002, 17; Numminen 1996, 26–28). Kävelytaidon paraneminen voidaan nähdä motorisen suorituksen paranemisena (Jaakkola 2013).
3. KTK-testeissä korkeammat pisteet saaneilla lapsilla kävely on tasapainoisempaa, koska motorisen suorituksen paranemisen myötä kehon koordinaatio kehittyy ja suorituksesta tulee taloudellisempi (Jaakkola 2013; Mero ym. 1997).

6 MENETELMÄT

6.1 Tutkittavat

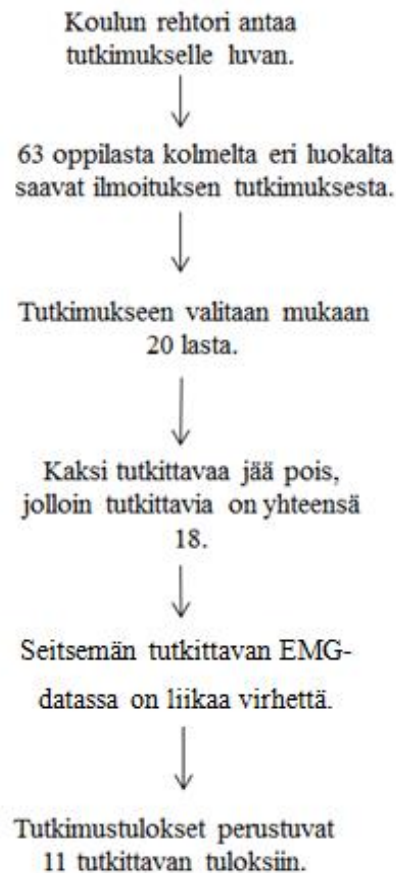
Tutkimukseen osallistui yhteensä 18 lasta. EMG-signaalin huonosta laadusta johtuen kuitenkin vain 11 tutkittavan dataa voitiin analysoida. EMG-signaalia huononsivat oletettavasti signaalia vahvistavan elektrodipastan niukkuus lapsia tutkittaessa sekä EMG-housujen elektrodien liikkuminen tutkittavien iholla tutkimuspäivän aikana. Elektrodien liikkuminen johtui siitä, että 120 cm -kokoiset housut eivät olleet kaikille lapsille yhtä sopivat. Tutkittavien joukko muodostui siis lopulta 11. tutkittavasta. Taulukkoon 3 on koottu tutkittavien jakautuminen tyttöihin ja poikiin sekä pituuksien (cm) ja painojen (kg) keskiarvot sukupuolittain. Kaikki tutkittavat olivat ensimmäisen luokan oppilaita (7 tyttöä ja 4 poikaa) keskisuomalaisesta alakoulusta. He olivat syntyneet vuonna 2007, ja iältään 6–7 -vuotiaita. Tutkittavat olivat perusterveitä lapsia. Lupa tutkittavien lasten rekrytoimiseksi pyydettiin koulun rehtorilta, ja lapset osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti vanhempien suostumuksella. Ennen tutkimuksen alkua lasten vanhemmille järjestettiin tiedotustilaisuus, jossa käytiin läpi muun muassa tutkimuksen protokolla, aikataulu sekä kuinka mittaus tapahtui. Tutkittavien vanhemmille jaettiin tutkimustiedote sekä suostumuslomake lapsen osallistumisesta tutkimukseen (liite 1). Tutkimuksella oli Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan puoltava lausunto Jyväskylässä 26.8.2014.

TAULUKKO 3. Tutkittavien sukupuolijakaumat (N), pituuksien keskiarvot (cm) sekä painojen keskiarvot (kg).

Tutkittavat	N	Pituus (cm)	Paino (kg)
Tytöt	7	126,9	26,7
Pojat	4	127,3	26,5

Tutkittavat rekrytoitiin koulusta kotiin vietävien ilmoitusten avulla (liite 2). Ilmoitukseen tuli kirjata lapsen halukkuus osallistua tutkimukseen. Lisäksi vanhempia pyydettiin ilmoittamaan lapsen pituus, jotta voitiin olla varmoja 120 cm -kokoisten EMG-housujen sopivuudesta. Ilmoitukset jätettiin luokan omalle opettajalle. Tutkimukseen osallistui oppilaita kolmelta eri luokalta. Ilmoitus osallistumishalukkuudesta tuli palauttaa takaisin kahden viikon kuluessa luokan omalle opettajalle.

Tutkimuskoulun kolmella luokalla oli yhteensä 63 oppilasta (1A: 21 oppilasta, 1B: 21 oppilasta ja 1C: 21 oppilasta). Jokaisen oppilaan oletetaan saaneen tutkimusilmoituksen. Tutkimukseen halukkaita ilmoittautui 22, mikä on 35 % kaikista ilmoituksen saaneista lapsista. Tutkimukseen mukaan otettavien lasten määrä rajattiin kahteenkymmeneen lapseen, koska tutkimusresurssien puitteissa sen katsottiin olevan riittävä määrä tutkittavia. Lisäksi tutkimusjoukon valikoitumiseen vaikutti halukkaiden tutkittavien lasten koko, sillä EMG-shortseja oli käytössä ainoastaan yhdet (koko 120 cm). Näillä perusteilla kaksi tutkimukseen halukasta lasta jouduttiin jättämään tutkimuksen ulkopuolelle. Kahdestakymmenestä tutkittaviksi valituista lapsista yhdelle ei löytynyt sopivaa testipäivää, ja yksi lapsi halusi jäädä pois tutkimuksesta. Kuvasta 6 selviää tutkittavien rekrytoinnin eteneminen.



KUVA 6. Kaaviokuva tutkimuksen lopullisen tutkittavien joukon muodostumisesta.

6.2 Tutkimusasetelma

Tutkimus alkoi dynaamista tasapainoa testaavilla motorisilla KTK-taitotesteillä. KTK-testejä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 6.2.1 ”Motorisen taitotason mittaaminen KTK-testien avulla”. Tämä tutkimus toteutettiin osana suurempaa tutkimuskokonaisuutta, johon kuului KTK-taitotestien lisäksi yksi tutkimuspäivä, jolloin EMG-housuja pidettiin koko päivän jalkassa. Tutkimuspäivät olivat kaikki tutkittavien koulupäiviä. Tutkimuksen ajankohtana oli marraskuu sekä joulukuun alku 2014. Tutkimuspäivän aamuna tutkijat menivät lasten koululle, ja sovitun aikataulun mukaisesti yhdelle lapselle kerrallaan autettiin EMG-shortsit jalkaan mittauksia varten. Mittaukset alkoivat normaalikävelytestillä, jossa lapsi käveli koulun käytävällä kymmenen metrin matkan edestakaisin: lähtö seinän vierestä ja kosketus toiseen

6.2.1 Motorisen taitotason mittaaminen KTK-testien avulla

Lasten motorisen taitotason mittarina käytettiin dynaamista tasapainoa ja koordinaatiota sekä rytmikykyä testaavaa KTK-testistöä. Neliosaisen testistön avulla pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva tutkittavien motorisesta taitotasosta. Testistön neljä eri osiota olivat tasapainoilu taaksepäin, yhdellä jalalla hyppely, sivuttainen tasajalkahyppely ja sivuttain siirtyminen. Tasapainoilu taaksepäin sekä sivuttain siirtyminen kuvasivat tutkittavan lapsen tasapaino- ja kehohallintataitoja. Hyppytaitoja ja ketteryyttä mittasivat yhdellä jalalla hyppely ja sivuttainen tasajalkahyppely. Eri osioiden pisteet laskettiin yhteen, jolloin saatiin pistemäärä, joka kuvasi tutkittavien motorista osamäärää eli motorista kvatienttia (MQ, motor quantity). (Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni 2014.) Magill (2011, 3) mukaan motoriset taidot voidaan määrittellä tehtäviksi ja toiminnoiksi, jotka edellyttävät pään, raajojen tai kehon liikettä halutun tavoitteen saavuttamiseksi.

KTK-testit toteutettiin ennen kävelytestejä erillisinä tutkimuspäivinä, ja ne tehtiin kahden eri mittauspäivän aikana. Tästä syystä lapset suorittivat testit yhdeksässä eri ryhmässä. Ryhmissä 1–3 oli kaikkiaan neljä lasta, ryhmässä 4 kaksi lasta ja ryhmissä 5–9 jokaisessa 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). Jokaiselle ryhmälle oli varattu noin yksi tunti aikaa testistön suorittamista varten. Ryhmien 4–9 kanssa aikaa kului kuitenkin vähemmän, koska näissä ryhmissä oli ainoastaan 1–2 lasta.

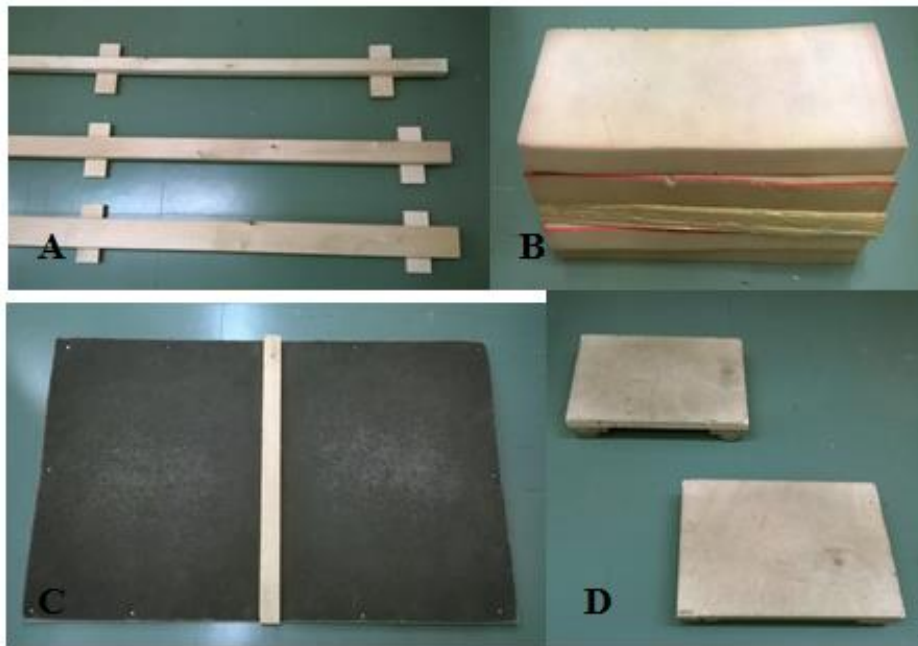
KTK-testeihin kuului neljä eri osiota: tasapainoilu taaksepäin, yhdellä jalalla hyppely, sivuttainen tasajalkahyppely sekä sivuttain siirtyminen (Kiphard & Schilling 1974; 2007). Liitteen 3 on koottu KTK-testien jokaisesta osiosta ohjeet, joiden mukaan testit suoritettiin, ohjeistettiin oppilaalle, arvioitiin sekä pisteytettiin. Liitteessä 4 on KTK-testien mukailtu testilomake. (Laukkanen ym. 2014.) Kuvassa 7 on esitetty kaikki KTK-testivälineet. KTK-testeissä ei tutkittu alaraajojen lihasaktiivisuuksia. Seuraavassa on esitetty KTK-testiosioden kulku.

Tasapainoilu taaksepäin. Tasapainoilu taaksepäin kävelyaskelin suoritettiin kolmen puisen puomin avulla (pituus 3 m ja korkeus 5 cm). Kaikki puomit olivat erilevyisiä: leveimmistä alkaen 6 cm, 4,5 cm ja 3 cm. Testin suurin mahdollinen pistemäärä oli 72 pistettä. Pistemäärä koostui kolmesta yrityksestä jokaisella erilevyisellä puomilla. Täydet pisteet kultakin puomilta sai kahdeksalla onnistuneella taaksepäin tehdyllä askeleella. (Laukkanen ym. 2014.)

Yhdellä jalalla hyppely. Yhdellä jalalla hyppely tehtiin yksi jalka kerrallaan hyppäämällä superlonlevyistä (leveys 60 cm, pituus 20 cm ja korkeus 5 cm) kasatun pinon yli. Pinon korkeutta kasvatettiin jokaisen onnistuneen hypyn jälkeen yhdellä levyllä. Jokaista korkeutta sai yrittää kolme kertaa. Ensimmäisestä yrityksestä sai kolme pistettä, toisesta kaksi pistettä ja kolmannelta yhden pisteen. Testin suurin mahdollinen pistemäärä kummallekin jalalle oli 39 pistettä, jolloin pinossa tuli olla 12 levyä. Koko testin maksimipistemäärä oli 78 pistettä. (Laukkanen ym. 2014.)

Sivuttainen tasajalkahyppely. Sivuttainen tasajalkahyppely suoritettiin puisen riman (korkeus 4 cm, pituus 60 cm ja leveys 2 cm) yli. Rima oli kiinnitettynä hyppelyalustaan (100 x 60 cm). Testi tehtiin kahteen kertaan. Kummallakin kerralla aikaa sivuttain hyppelyyn oli 15 sekuntia. Testitulokset oli kahden kerran hyppelyiden yhteissumma. (Laukkanen ym. 2014.)

Sivuttain siirtyminen. Sivuttain siirtymisen testaamiseen käytettiin kahta puista neliön muotoista vanerilevyä (25 x 25 cm, korkeus 5,7 cm). Lapsen tuli siirtyä yhdeltä levyltä toiselle levyjä sivusuunnassa siirrellen. Levyjä tuli siirtää 20. sekunnin aikana mahdollisimman monta kertaa. Testi suoritettiin kaksi kertaa, ja siirtymisten lukumäärä kirjattiin ylös. Kummallakin kerralla testi tuli suorittaa sama kylki edellä. Testin pisteet määräytyivät sekä vanerilevyn että vartalon siirtokertojen mukaan. Kahden suorituskerran pisteet laskettiin lopuksi yhteen. (Laukkanen ym. 2014.)



KUVA 7. KTK-testivälineistö. **A.** Kolme eri levyistä (leveys 3 cm, 4,5 cm ja 6 cm) tasapainopuomia. **B.** Yhdellä jalalla hyppelyyn käytettyjä superlonlevyjä (5 kpl). **C.** Sivuttainen tasajalkahyppely suoritettiin puisen riman (4 x 60 x 2 cm) avulla, joka oli kiinnitettynä hyppeilyalustaan (100 x 60 cm). **D.** Sivuttain siirtymistä varten valmistetut puiset vanerilevyt (25 x 25 cm, korkeus 5,7 cm).

Kunkin tutkittavan lapsen neljästä eri osiosta saatu kokonaispistemäärä vakioitiin iän ja sukupuolen mukaisin pistein. Jokaisesta osiosta saadut pisteet summattiin yhteen. Testin lopullinen pistemäärä suhteutettiin KTK-testistön mukaiseen kokonaispistemäärään (MQ-arvo), joka kuvasi tutkittavan kokonaisvaltaista motorista taitotasoa eli motorista kvatienttia. 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).

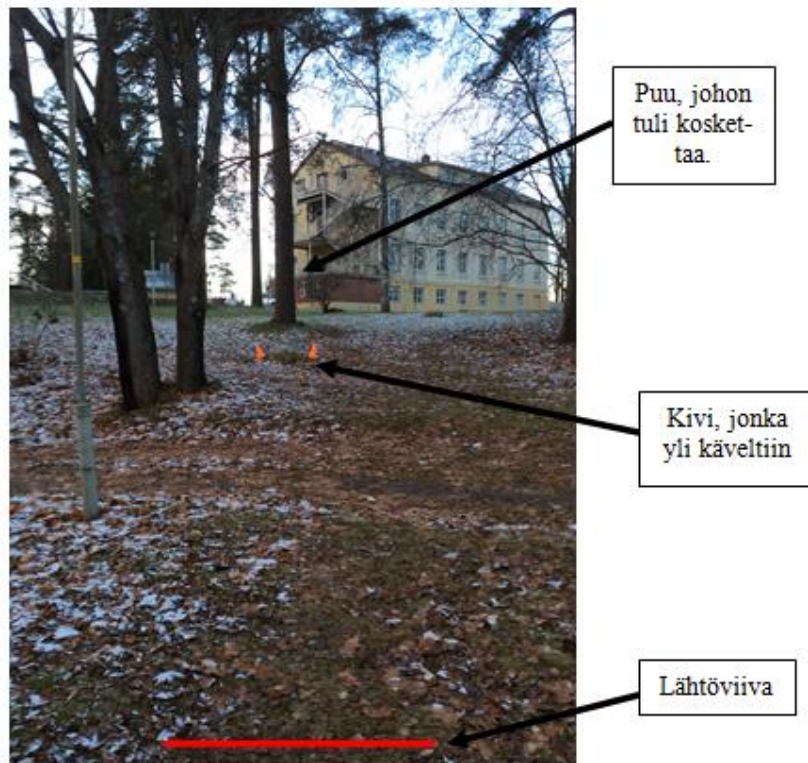
MQ-arvo	Luokittelu	Hajonta	Prosenttiasema	Prosenttiosuus
131–145	Korkea	+ 3 s	99–100	2
116–130	Hyvä	+ 2 s	85–98	14
86–115	Normaali	+ 1 s	17–84	68
71–85	Heikko	- 2 s	3–16	14
56–70	Huono	- 3 s	0–2	2

6.2.2 Kävelytestit

Kolmella eri alustalla, tasaisella lattialla, pehmeällä epätasaisella jumppamatolla ja pihapolulla, tehtyjen kävelytestien avulla tutkittiin lasten lihasaktiivisuuksien määriä ja muutoksia eri alustojen välillä. Kävelytestit suoritettiin jokaiselle lapselle yhden testipäivän aikana. Kävelytesteissä mitattiin alaraajojen lihasaktiivisuuksia EMG-shortseilla (Mega electronics Ltd, Kuopio, Suomi). Testien suoritusjärjestystä ei ollut tarkoin määritelty, sillä suoritusjärjestyksellä ei oletettu olevan vaikutusta testituloksiin. Tasaisena alustana toimi Jyväskylän yliopiston Liikunta-rakennuksen aulan lattia. Epätasainen pehmeä alusta rakennettiin tavallisten jumppamattojen ja KTK-testeissä käytettyjen superlonlevyjen avulla. Lisäksi tutkittavat suorittivat aikaisemmin mainitun normaalikävelyn EMG-signaalin normalisointia varten. Ennen testejä lasten paino mitattiin henkilöva`alla (Seca, Vogel & Halke, Hamburg, Saksa) ja pituus tavallisella rullamitalla. Lisäksi tutkittavat lapset täyttivät yhdessä tutkijan kanssa kyselylomakkeen (liite 5), jonka avulla pystyttiin arvioimaan lapsen viikoittaista fyysisen aktiivisuuden määrää ja laatua. Kyselylomakkeessa hyödynnettiin Liikkuva koulu -ohjelman tutkimuksessa tehtyjä kysymyksiä, jotta tutkimuksen tuloksia voidaan verrata laajempaan aineistoon.

Kyselylomakkeen tulokset kuuluivat osaksi suurempaa tutkimus- ja testikokonaisuutta. Kyselytuloksia ei tässä tutkimuksessa huomioitu, sillä ne eivät vastanneet tutkimuksen tutkimuskysymyksiin.

Kävely pihapolulla. Ensimmäisenä mitattiin lapsen kävelyä epätasaisella ja mäkisellä pihapolulla. Pihapolku sijaitsi Jyväskylän yliopiston Liikunta-rakennuksen läheisyydessä (kuva 8). Lapsen tuli kävellä 21 m matka loivaan ja epätasaiseen ylämäkeen. Tutkittavia lapsia kehoitettiin kävelemään ripeästi ylämäessä olevalle puulle, koskettamaan puuta ja juoksemaan takaisin lähtöpaikalle. Matkan aikana tuli kulkea kahden kartion välissä sijaitsevan kiven yli. Lasten kävelynopeus pyrittiin vakioimaan kehottamalla heitä kaikkia kävelemään ”kuin heillä olisi hiukan kiire kotiin”. Kävely pihapolulla tehtiin kahteen kertaan. Kävelyosuuden askeleet laskettiin ja kirjattiin ylös. Tutkimuksen marraskuisesta ajankohdasta johtuen olosuhteet vaihtelivat mittausten aikana: välillä maa oli kuiva, välillä liukas ja välillä luminen. Lapset suorittivat pihalla kävelyn ulkokengissä ja ulkovaatteissa. Toisilla lapsilla oli päällään toppahousut tai toppahaalari, toisilla taas ohuemmat sisähousut.



KUVA 8. Alue, jossa lapset tekivät pihapolulla kävelyn.

Kävely lattialla. Lattialla kävely toteutettiin Jyväskylän yliopiston Liikunta-rakennuksessa. Lattiaan oli teipein merkitty kolme viivaa viiden metrin välein. Kokonaiskävelymatkan pituus oli 15 m. Lähtöpaikka ja ”maali” merkittiin kartioilla. Testi toteutettiin avojaloin. Lapsia pyydettiin kävelemään koko matka ripeästi samaa tahtia kuin pihapolulla. Jos lapsen kävely muuttui juoksuksi, testi tehtiin uudestaan. Kävelyaskelten lukumäärä laskettiin jokaiselta 5 m matkalta ja kirjattiin ylös. Lisäksi keskimmäiseltä viideltä metriltä mitattiin aika valokennojen avulla. Osalle tutkittavista kävelyaika jouduttiin määrittämään käsiajanoton avulla valokennojen rikkoutumisen vuoksi. Maaliin päästyään lapsi palasi takaisin alkuun. Testi toistettiin kolme kertaa. Tulosten varmistamiseksi tutkija kuvasi jokaisen tutkittavan kävelyn videokameralla (Apple iPad) kävelemällä tutkittavan mukana.

Kävely pehmeällä ja epätasaisella alustalla. Pehmeä ja epätasainen kävelyalusta rakennettiin KTK-testeissä käytettyjen superlonlevyjen (leveys 60 cm, pituus 20 cm ja korkeus 5 cm) ja tavallisten jumppamattojen avulla (kuva 9). Superlonlevyjä aseteltiin peräkkäin 15 cm välein

keskimmäisen viiden metrin matkalle. Testin suorituspaikan vakioimiseksi levyjen tarkat paikat merkattiin lattiaan teipeillä. Superlonlevyjen päälle laitettiin jumppamattoja. Testi toteutettiin samalla tavalla kuin lattialla kävely. Lasten tuli pyrkiä kävelemään ”upottavalla suolla” samaan tahtiin kuin tasaisella lattialla. Myös kävely pehmeällä alustalla kuvattiin videokameralla (Apple iPad).



KUVA 9. Paikka, jossa kävely lattialla ja pehmeällä epätasaisella alustalla suoritettiin. Kuvassa näkyy, kuinka pehmeä epätasaisen alusta rakennettiin Liikunta-rakennuksen käytävälle. Lisäksi kuvassa näkyvät valokennot ja ”maali”, jonne tutkittavien lasten tuli kävellä.

6.2.3 EMG-shortsit

EMG-shortsien avulla mitattiin tutkittavien alaraajojen (m. quadriceps ja hamstring -lihakset) lihasaktiivisuuksia. EMG-housujen avulla voidaan mitata lihasaktiivisuutta liikkeessä ilman, että ihoa tarvitsee esivalmistella tai johtoja kannella. Samalla pystytään mittaamaan esimerkiksi agonistien ja antagonistien lihasaktiivisuuksia liikkeen aikana. Lihasaktiivisuuksia voidaan siis rekisteröidä isommasta lihasryhmästä kerrallaan. (Finni ym. 2007.) EMG-shortsit on valmistettu elastisesta kankaasta, jota käytetään myös tavallisten urheiluvaatteiden valmistuksessa. Shortseihin on integroitu neljä bipolaarista elektrodia, joista kaksi sijaitsee molemmissa

lahkeissa. Lihaskäytävyyksii rekisteröidään vasemman ja oikean jalan nelipäisestä reisilihaksesta (m. quadriceps) sekä takareisistä (hamstring -lihakset). Shortsien vyölle on kiinnitetty 52 g painava moduuli, joka tallentaa elektrodien rekisteröimän EMG-signaalin. Kaikki tutkittavat käyttivät samoja EMG-shortsseja, jotka olivat kooltaan 120 cm. Oikealla kuvassa 10 on kuvattu EMG-shortsit, joita lapset tutkimuksessa käyttivät. Vasemmalla (kuva 10) on kuva shortsisiin integroiduista elektrodeista sekä moduulista, joka kokosi EMG-signaalin.



KUVA 10. **A.** EMG-shortsit (koko 120 cm) sekä moduuli shortsien ulkopuolelta kuvattuna. **B.** EMG-shortsisiin sisäpuolelle integroidut elektrodit.

Ennen housujen pukemista elektrodeihin levitettiin EMG-signaalin rekisteröintiä parantavaa elektrodipastaa niin paljon, että elektrodit peittyivät kokonaan. Ennen iltapäivämittauksia elektrodipastaa lisättiin. Näin haluttiin varmistaa EMG-signaalin hyvä laatu. Shortsit säädettiin lapselle sopiviksi shortsien lahkeisiin sekä takapuolen kohdalle ommeltujen vetoketjujen avulla. Shortsien tuli olla tutkittavalle napakat. EMG-housujen alla sai käyttää alusvaatteita, mieluiten alushousuja. Shortsit pestiin jokaisen mittauspäivän jälkeen käsin BioLuvil Color -pesuaineella.

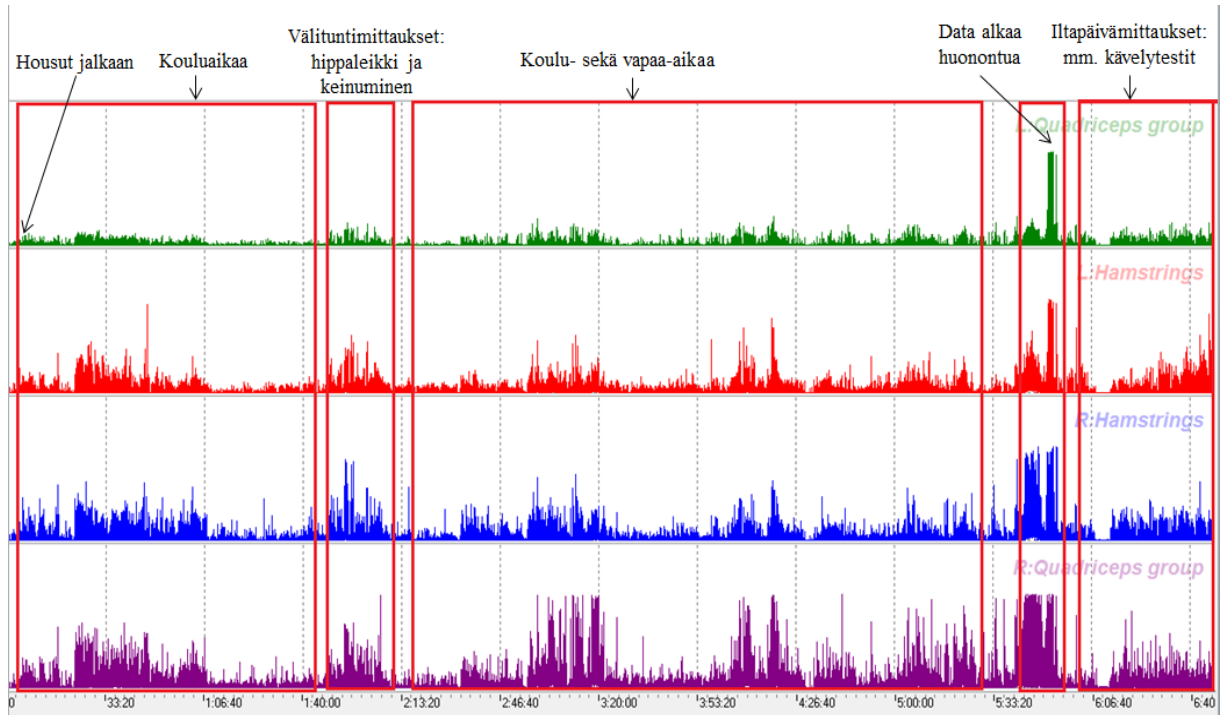
6.4 Datan keräys ja analysointi

Mittauspäivän aamuna noin kello 8:00 tutkittavalle lapselle laitettiin EMG-shortsit jalkaan ja moduuli käynnistettiin tallentavassa moodissa. Sekä ennen että jälkeen jokaisen testi- ja mittausosion tutkijat painoivat EMG-housujen moduulissa olevaa nappia. Napinpainalluksella merkattiin EMG-dataan ”markkereita”, joiden avulla eri tehtävät voitiin tunnistaa ja analysoida EMG-signaalista. EMG-data analysoitiin MegaWin -ohjelmiston (Mega Elektroniikka Oy, Kuopio, Suomi) avulla. Jokaisen lapsen mittauspäivän jälkeen moduulin muistissa olevat tiedot siirrettiin tietokoneelle latausjohdolla. Tiedonsiirtoon käytettiin MyOnWear Download protokollaa (MyOnWear™, Myontec Oy, Kuopio, Suomi). Jokaisen mittauspäivän jälkeen moduulin akku ladattiin latausjohdon avulla. Kaikkien testien jälkeen, suoritettavia online-mittauksia varten, MegaWin -ohjelmistossa valittiin MyOnWear Raw -protokolla, joka esitti mittausarvot jatkuvana graafisena syötteenä tietokoneen näytöllä (MyOnWear™, Myontec Oy, Kuopio, Suomi). Tämän protokollan avulla kattavien mittausten tekeminen ja mittausten laaja analysointi oli yksinkertaisinta. Mittausnäytteet otettiin 1000 kertaa sekunnissa (1000 Hz).

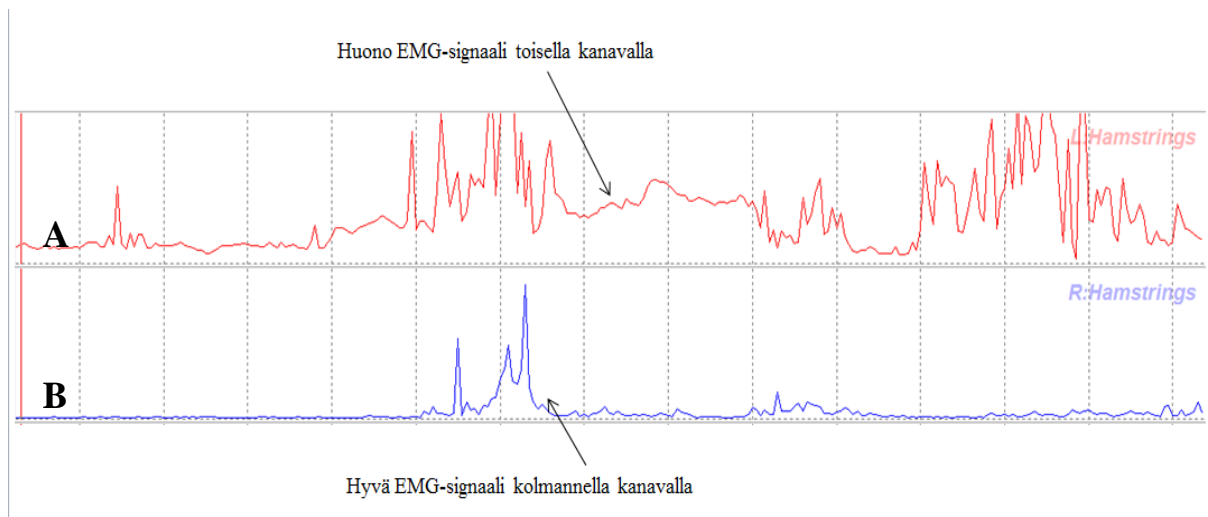
MegaWin -ohjelmistossa jokaiselle tutkittavalle lapselle luotiin oma henkilö, joka nimettiin mittauspäivien järjestyksen mukaan, esimerkiksi ensimmäinen tutkittava nimettiin ”CEMG_001” -nimellä. RaakaEMG:n (kuva 11) käsittely ja siirto numeeriseen muotoon tehtiin manuaalisesti MegaWin -ohjelmistossa (Mega Elektroniikka Oy, Kuopio, Suomi). Kustakin tehtävästä, jokaiselta neljältä eri kanavalta, määritettiin absoluuttisten lihasaktiivisuuksien keskiarvot. EMG-signaalin huonosta laadusta johtuen osa signaaleista jouduttiin jättämään pois jatkokäsittelystä (kuva 12). Tästä syystä osa tutkimuksen tuloksista perustuu pienemmän kuin koko tutkimuksen alkuperäisen tutkittavien joukon (N=11) otoskoon tuloksiin (N<11). Hyvälaatuisesta datasta (kuva 11) määritettiin MegaWin -ohjelmistoa käyttäen eri alustoilla suoritettujen kävelytestien lihasaktiivisuuksien (mV) keskiarvot, keskivirheet, pienimmät ja suurimmat arvot, kokonaisarvot ja mediaanit jokaiselta neljältä eri kanavalta. Nämä arvot koottiin Exel -taulukkolaskentaohjelmaan, ja arvojen perusteella laskettiin kokonais-

määrä alaraajojen lihasaktiivisuuksille. EMG-signaali rekisteröitiin neljältä eri kanavalta (vasemman ja oikean jalan nelipäiset reisilihakset ja hamstring -lihasryhmät). Jokaiselle tutkittavalle laskettiin lisäksi lihasaktiivisuuksien keskiarvojen ja maksimiarvojen perusteella kolmelle eri alustalle kuusi symmetriaindeksiä, jotka kertoivat vasemman (V) ja oikean (O) jalan lihasaktiivisuuksien suhteen, vasemman m. quadriceps (LQ) ja oikean m. quadriceps (RQ) suhteen sekä vasemman m. hamstring (LH) ja oikean m. hamstringin (RH) välisen suhteen. Nämä suhdeluvut kerrottiin sadalla, jolloin ne kuvasivat suhdetta prosentteina (%). EMG-keskiarvojen (Aver.) ja EMG-maksimiarvojen (Max.) perusteella lasketut symmetriaindeksit nimettiin seuraavasti: V/O (vasemman jalan m. quadriceps ja m. hamstring -lihasten suhde oikean jalan m. quadriceps ja m. hamstring -lihaksiin), LQ/RQ (vasemman m. quadriceps suhde oikeaan m. quadriceps -lihakseen) ja LH/RH (vasemman m. hamstring suhde oikeaan m. hamstring -lihakseen). Mitä lähempänä 100 % nämä symmetriaindeksit olivat, sitä symmetrisempää kävelyn ajateltiin olevan. Symmetriaindeksejä verrattiin lapsen kokonaisvaltaista motorista taitotasoa kuvaaviin KTK-testien MQ-arvoihin.

Lisäksi keskimääräisten lihasaktiivisuuksien (mV) perusteella laskettiin muutosprosentit ($\Delta\%$) sekä tasaisella alustalla kävelyn (A) ja epätasaisella alustalla kävelyn (B) että tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn (B) välille. Muutosprosentit ($\Delta\%$) laskettiin kaavalla: $(B/A \times 100) - 100$. Näin saatiin selville reisilihasten lihasaktiivisuuksissa tapahtunut muutos prosentteina (%), kun vertailtavana alustana oli tasainen alusta. Reisilihasten yhteenlasketut keskimääräiset lihasaktiivisuudet (mV) ja muutosprosentit ($\Delta\%$) laskettiin EMG Aver. ja EMG Max. -arvojen perusteella.



KUVA 11. RaakaEMG -signaali MegaWin ohjelmistossa. Kuvassa näkyvät neljän eri kanavan (vasemman ja oikean jalan quadriceps -lihasryhmät ja hamstring -lihasryhmä) EMG-signaalit.



KUVA 12. **A.** Toisella kanavalla havaittu huonolaatuinen, ”perustasosta” noussut raakaEMG-signaali, joka jätettiin pois lopullisesta analyysistä. **B.** Hyvää EMG-signaalia kolmannella kanavalla.

6.5 Tilastolliset analyysit

Kaikki tulokset on esitetty keskiarvoina ja -hajontoina. Laskettujen muuttujien eroja analysoitiin toistomittausten ANOVA:lla. Testi tehtiin erikseen jokaiselle alustalle keskiarvon (Aver.) sekä maksimiarvon (Max.) mukaan lasketun symmetriaindeksin avulla. Alaraajojen kokonaislihasaktiivisuuksien muutoksia tutkittiin niin ikään toistomittausten ANOVA:lla, ja aineiston sfäärisyyttä testattiin Mauchlyn sfäärisyystestillä. Parien välisissä vertailuissa post hoc testinä käytettiin Sidak -tarkastelua. Lihasaktiivisuuksien muutoksia kolmella eri kävelyalustalla tutkittiin toistomittausten ANOVAN lisäksi parittaisen T-testin, WRS-testin ja keskiarvojen avulla. KTK-testien MQ-arvon ja symmetriaindeksien välisiä korrelaatioita tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella sekä Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella. Tutkimuksen tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin $p < 0.05^*$.

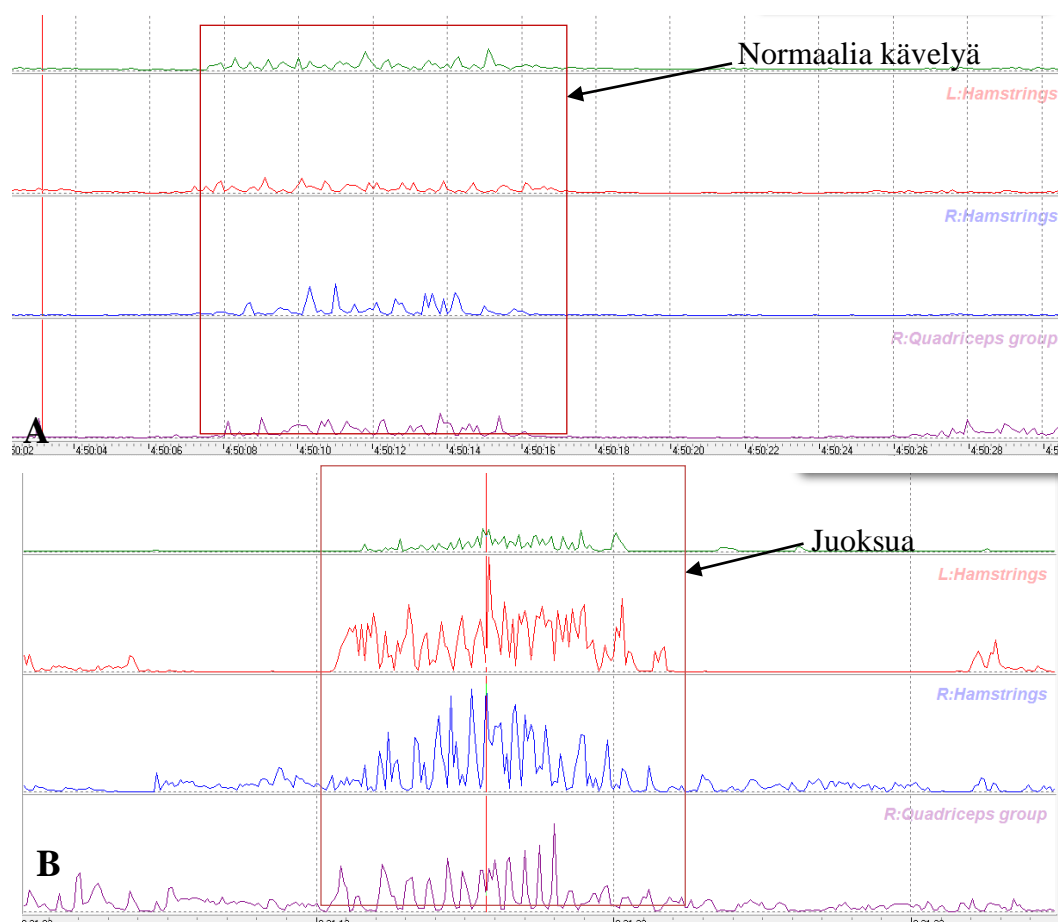
7 TULOKSET

Tutkimustulosten mukaan reisilihasten, nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) ja takareiden (hamstring -lihasryhmä), yhteenlasketut lihasaktiivisuudet eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi eri alustoilla kävelyssä. Sen sijaan alaraajojen yhteenlaskettujen lihasaktiivisuuksien muutosten ($\Delta\%$) perusteella havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa, kun verrattiin muutosta tasainen alusta–polku ja tasainen alusta–epätasainen alusta. Eniten eroja lasten kävelyssä havaittiin lihasaktiivisuuksien keskiarvojen (Aver.) perusteella määritetyissä muutosprosentteissa. Taulukkoon 5 on koottu eri kävelyiden keskiarvot ja keskihajonnat EMG Aver. ja EMG Max. -arvojen mukaan. Lihasaktiivisuudet olivat korkeimmat polulla kävelyssä sekä keskiarvojen että maksimiarvojen perusteella. Tulosten mukaan lasten kävelyn koordinaatio muuttui eniten, kun siirryttiin tasaiselta alustalta pihapolulla kävelyyn, sillä tilastollisesti merkitseviä eroja alustojen välillä esiintyi yhteensä kolmessa eri symmetriaindeksissä.

Kävelyn tasapaino eli vasemman ja oikean jalan välinen symmetrisyys (V/O) sen sijaan erosi niin tasaisella kävelyn ja polulla kävelyn kuin epätasaisella pehmeällä alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä. Kävelyn symmetrialla tarkoitetaan sekä vasemman ja oikean jalan välistä että nelipäisen reisilihaksen ja hamstring -lihasten välistä symmetriaa eli koordinaatiota. Tulosten mukaan lasten kävely oli tasapainoisinta polulla kävelyssä niin keskiarvojen kuin maksimiarvojen perusteella. Eniten puolieroja lasten kävelyssä esiintyi epätasaisella alustalla kävelyssä. Tulosten mukaan kävelyn koordinaatio ei korreloinut selvästi yleisen motorisen taitotason kanssa. Niin ikään lihasaktiivisuuksissa tai niiden muutoksissa ei havaittu selvää yhteyttä tutkittavien yleisen motorisen taitotason kanssa. Kuvassa 13 on havainnollistettu kaksi erilaista raakaEMG -dataa, joissa tutkittava kävelee ja juoksee.

TAULUKKO 5. Eri kävelyiden (tasainen alusta, pehmeä epätasainen alusta sekä polku) keskiarvot sekä keskihajonnat EMG Aver. ja EMG Max. -arvojen mukaan määritettynä.

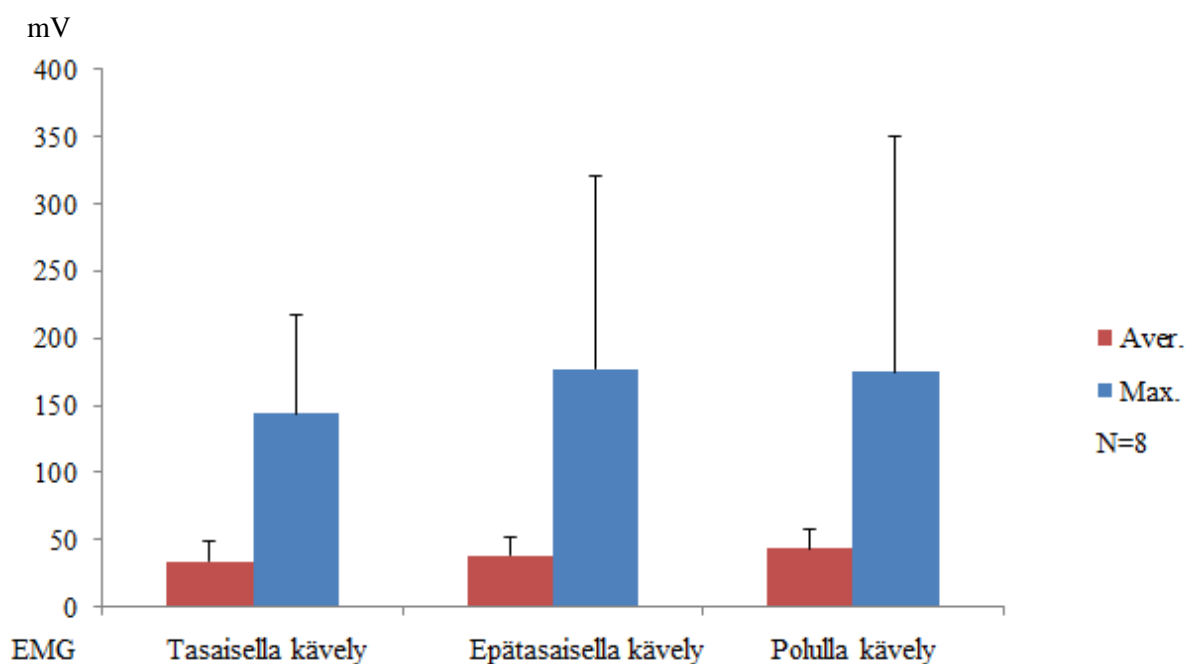
EMG	Tasaisella kävely	Epätasaisella kävely	Polulla kävely
EMG Aver. (mV)	33,9 ± 13,6	38,1 ± 14,2	43,2 ± 14,6
EMG Maks. (mV)	144,1 ± 60,3	177,0 ± 73,5	174,6 ± 72,7



KUVA 13. **A.** Tutkittavan normaalia kävelyä tasaisella alustalla. **B.** Tutkittavan tasaisella alustalla suorittama kävelytesti, jonka hän teki lähes juosten.

7.1 Lihasaktiivisuuksien muutokset tasaisella ja epätasaisella alustalla sekä polulla kävelyssä

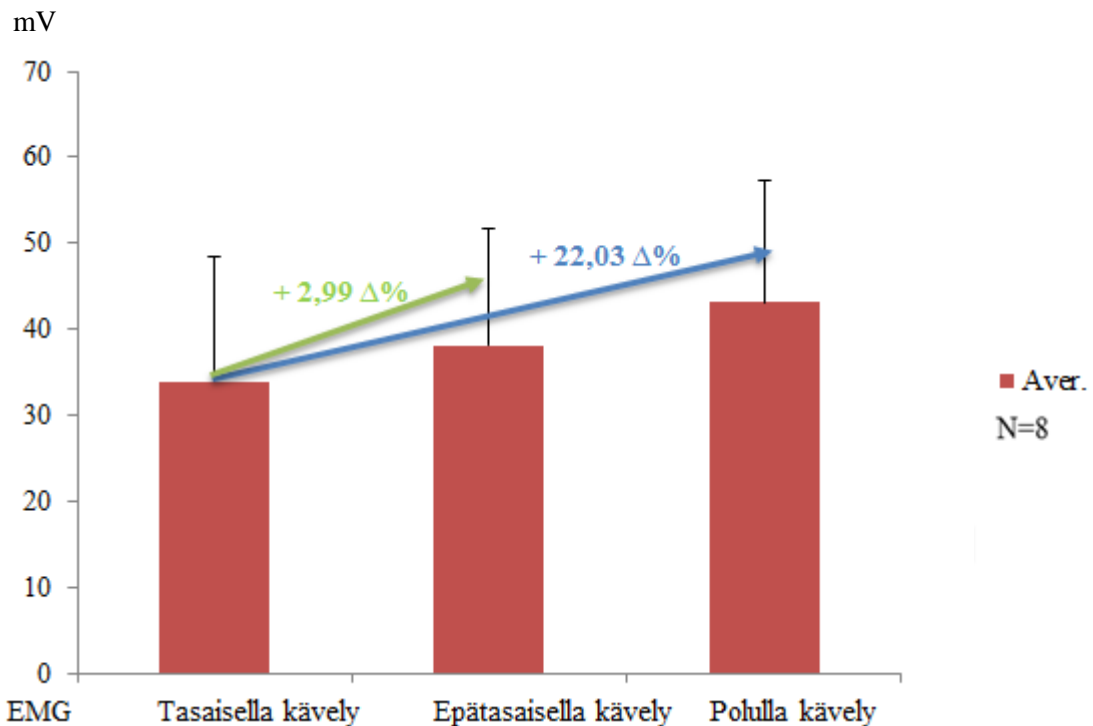
Alaraajojen yhteenlasketut keskimääräiset lihasaktiivisuudet (kuva 17) mitattiin tasaisella alustalla (Aver. $33,94 \pm 13,64$ mV), epätasaisella pehmeällä alustalla (Aver. $38,10 \pm 14,18$ mV) ja polulla (Aver. $43,22 \pm 14,61$ mV). Aikaisemmin esitettyyn taulukkoon 5 on koottu sekä keskiarvojen (Aver.) että maksimi-arvojen (Max.) perusteella laskettujen lihasaktiivisuuksien keskiarvot ja keskihajonnat. Toistomittausten ANOVA:n tuloksen perusteella nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) ja hamstring -lihaksryhmän keskimääräiset lihasaktiivisuudet eivät muuttuneet kävelyssä tilastollisesti merkitsevästi, kun siirryttiin tasaiselta alustalta epätasaiselle pehmeälle alustalle ja edelleen pihapolulle. Alaraajojen yhteenlasketut lihasaktiivisuudet eivät myöskään korreloineet tutkittavien KTK-testitulosten kanssa. Tulos oli sama niin EMG Aver. kuin EMG Max. -arvojen perusteella.



KUVA 14. Nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) ja hamstring -lihasten keskimääräisten lihasaktiivisuuksien (mV) keskiarvot ja keskihajonnat EMG Aver. ja EMG Max. -arvojen perusteella.

Keskimääräisten lihasaktiivisuuksien vertaamisen lisäksi haluttiin selvittää, löytyykö eri alustoilla kävelyssä tilastollisesti merkitseviä eroja lihasaktiivisuuksissa, kun verrataan eri alustojen välisiä lihasaktiivisuuksien muutoksia. Tätä varten määritettiin muutosprosentit ($\Delta\%$) tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn sekä tasaisella alustalla kävelyn ja epätasaisella pehmeällä alustalla kävelyn lihasaktiivisuuksien välille. Tämä tarkastelu osoitti, että lihasaktiivisuudet muuttuivat tilastollisesti merkitsevästi siirryttäessä tasaiselta alustalta kävelystä epätasaiselle pehmeälle alustalle kävelyn ja tasaiselta alustalta polulle. Kun WRS-testin avulla tutkittiin EMG-aktiivisuuksien muutosprosentteja, havaittiin tilastollinen merkitsevyys EMG Aver. -arvojen mukaan lasketuissa muutosprosentteissa ($p=0.025$). T-testin tulos ($p=0.033$) oli samansuuntainen.

Muutosprosenttien tarkastelun perusteella nousi esiin tilastollisesti merkitsevä ero, kun verrattiin EMG Aver. -arvojen muutoksia tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn ($\Delta\%$ ka. $22,03 \pm 47,76$, md. 26,19) välillä ja tasaisella alustalla kävelyn ja epätasaisella pehmeällä alustalla kävelyn ($\Delta\%$ ka. $2,99 \pm 30,57$, md. 1,23) välillä. Muutosprosenttien keskiarvojen ja mediaanien tarkastelu tuki WRS-testin ja T-testin päätuloksia. Kuvaan 18 on koottu EMG Aver. -arvojen perusteella määritetyt alaraajojen yhteenlasketut lihasaktiivisuudet sekä muutosprosentit (vertailtavana alustana tasainen alusta). EMG Max. -arvojen perusteella ei näkynyt tilastollisia merkitsevyyksiä muutosprosentteissa tasainen alusta–polku ($\Delta\%$ ka. $14,42 \pm 40,25$, md. 32,90) tai tasainen alusta–epätasainen alusta ($\Delta\%$ ka. $9,57 \pm 34,25$, md. 1,28).

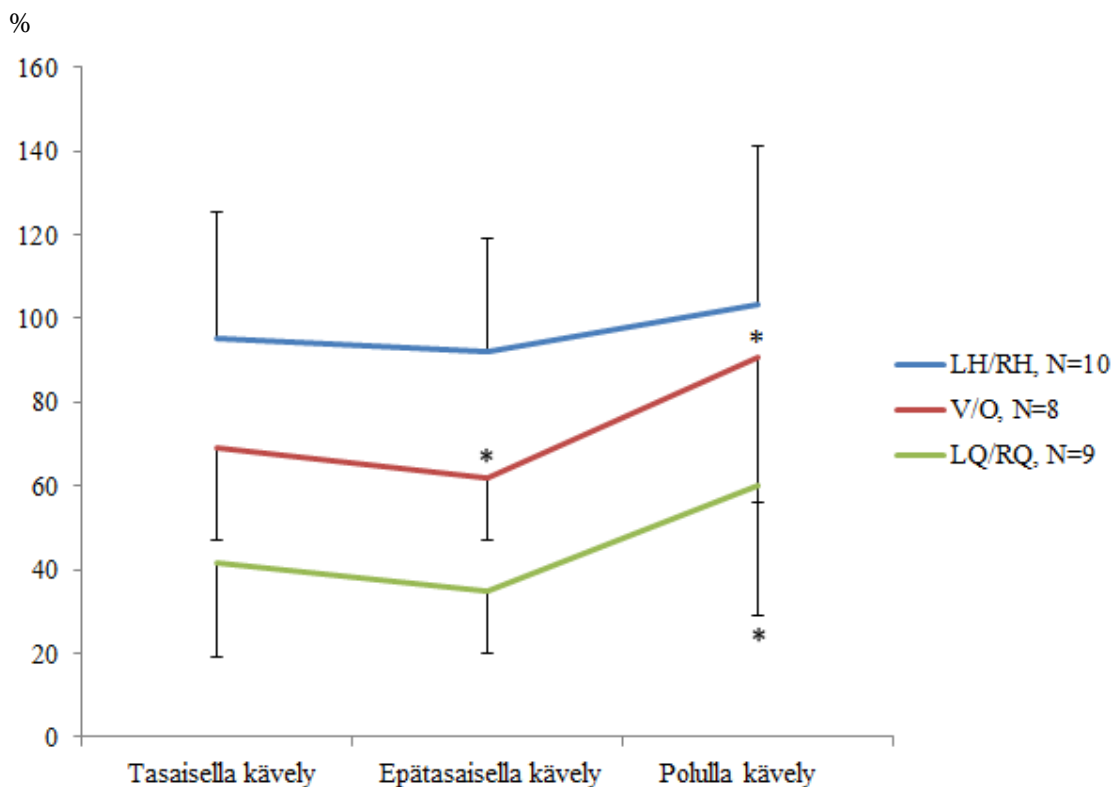


KUVA 15. EMG Aver. -arvojen perusteella määritetyt reisilihasten (m. quadriceps ja m. hamstring) keskimääräiset lihasaktiivisuudet (mV), keskivirheet sekä muutosprosenttien keskiarvot ($\Delta\%$), kun verrattiin tasaisella alustalla kävelyä epätasaisella alustalla kävelyyn ja polulla kävelyyn.

7.2 Kävelyn symmetrisyyden eli koordinaation muutokset kolmella eri kävelyalustalla

Symmetriaindeksit EMG-keskiarvoista (Aver.). EMG Aver. -arvojen perusteella toistomittauksen ANOVA:n tulos osoitti, että tasaisella kävelyn symmetrisyys eli koordinaatio erosi tilastollisesti merkitsevästi polulla kävelyn symmetrisyydestä kahdella eri symmetriaindeksillä määritettynä. Lisäksi yhden symmetriaindeksin mukaan epätasaisella pehmeällä alustalla kävely erosi tilastollisesti merkitsevästi polulla kävelystä. Keskiarvojen perusteella alustalla oli siis vaikutusta lasten kävelyn koordinaatioon siirryttäessä tasaiselta ja epätasaiselta pehmeältä alustalta polulla kävelyyn. Toistomittauksen ANOVA:n päätuloksina tilastollisesti merkitsevää

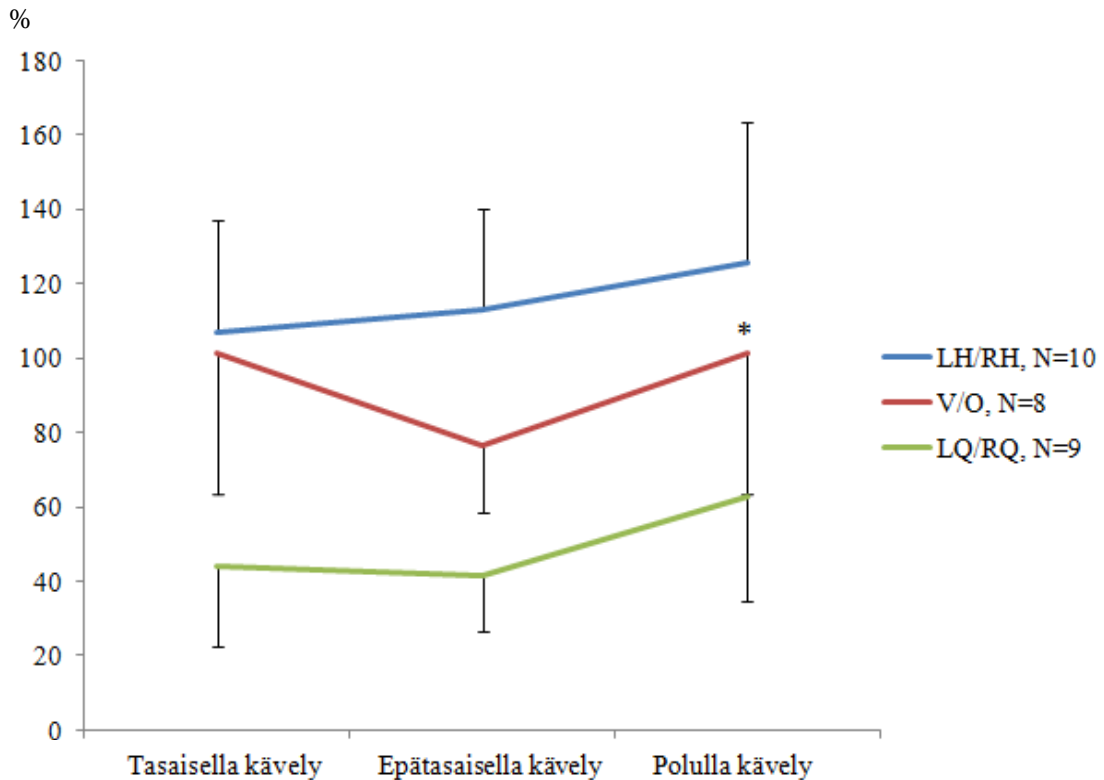
ero eri alustoilla kävellessä havaittiin V/O -symmetriaindeksin ($p=0.03$) ja LQ/RQ -symmetriaindeksin ($p=0.015$) mukaan määritettynä (kuva 12). V/O -symmetriaindeksin tarkempi parivertailu osoitti, että tilastollisesti merkitsevää eroa oli tasaisella kävelyn ($69,27 \pm 22,15$ %) ja polulla kävelyn ($90,54 \pm 34,70$ %) välillä ($p=0.018$). Tilastollisesti merkitsevä ero näkyi myös epätasaisella kävelyn ($61,74 \pm 14,72$ %) ja polulla kävelyn välisessä symmetrisyydessä ($p=0.041$). Sen sijaan LQ/RQ -symmetriaindeksissä tilastollisesti merkitsevää eroa ($p=0.021$) oli ainoastaan tasaisella kävelyn ($41,79 \pm 22,68$ %) ja polulla kävelyn ($60,34 \pm 31,13$ %) välillä. Tasaisella ja epätasaisella pehmeällä alustalla kävelyn välillä ei ilmennyt tilastollista merkitsevyyttä missään symmetriaindeksissä.



KUVA 16. EMG Aver. -arvojen mukaan lasketut symmetriaindeksien keskiarvot (%) ja niiden keskihajonnat kolmessa eri symmetriaindeksissä (V/O: vasemman jalan suhde oikeaan jalkaan; LQ/RQ: vasemman m. quadriceps suhde oikeaan m. quadriceps -lihakseen; LH/RH: vasemman m. hamstring suhde oikeaan m. hamstring -lihakseen) tasaisella alustalla ja epätasaisella alustalla kävelyssä sekä polulla kävelyssä. Eri kävelyalustojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero * $p < 0.05$ (ero tasaisella alustalla kävelyn ja epätasaisella alustalla kävelyn

välillä, ero tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä sekä ero epätasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä).

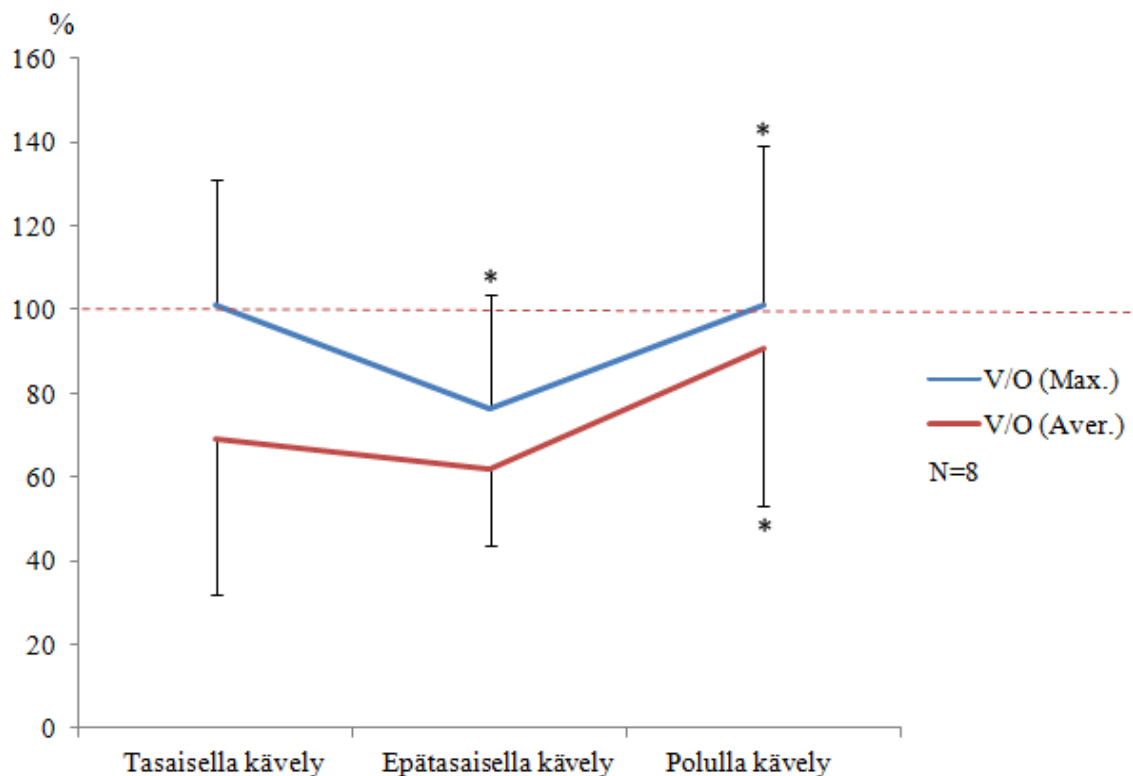
Symmetriaindeksit EMG-maksimiarvoista (Max.). Kävelyn symmetrisyyttä eli koordinaatiota tutkittiin lisäksi lihasaktiivisuuksien maksimiarvojen avulla. Symmetriaindekseinä käytettiin niin ikään kolmea eri indeksiä (V/O, LQ/RQ, LH/RH). Toistomittausten ANOVA:n mukaan tulokset olivat samansuuntaisia kuin keskiarvojen mukaan määritetyt tulokset kävelyn koordinaation muutoksista eri kävelyalustoja vertailtaessa. Tilastollista merkitsevyyttä eri alustojen välillä nousi esiin kuitenkin vähemmän, sillä maksimiarvojen mukaan mitattu kävelyn symmetrisyys erosi tilastollisesti merkitsevästi ainoastaan yhdessä symmetriaindeksissä. Kuvassa 13 on esitetty EMG Max. -arvojen perusteella tehty vertailu eri alustojen välillä. Toistomittausten ANOVA:n päätuloksena tilastollisesti merkitsevä ero eri alustoilla kävellessä havaittiin ainoastaan V/O -symmetriaindeksissä ($p=0.005$). V/O -symmetriaindeksin tarkempi parivertailu osoitti, että tilastollisesti merkitsevää eroa ($p=0.037$) oli tasaisella kävelyn (ka. $71,96 \pm 15,94$ %) ja polulla kävelyn (ka. $101,29 \pm 37,53$ %) välillä. Maksimiarvojen mukaan määritettynä alusta siis vaikutti lasten kävelyn koordinaatioon, kun siirryttiin tasaiselta alustalta polulla kävelyyn. Maksimiarvoissa ei löytynyt tilastollisia merkitsevyyksiä LQ/RQ- ja LH/RH -symmetriaindeksissä.



KUVA 17. EMG Max. -arvojen mukaan lasketut symmetriaindeksien keskiarvot (%) ja niiden keskihajonnat kolmessa eri symmetriaindeksissä (V/O: vasemman jalan suhde oikeaan jalkaan; LQ/RQ: vasemman m. quadriceps suhde oikeaan m. quadriceps -lihakseen; LH/RH: vasemman m. hamstring suhde oikeaan m. hamstring -lihakseen) tasaisella alustalla ja epätasaisella alustalla kävelyssä sekä polulla kävelyssä. Eri kävelyalustojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero * $p < 0.05$ (ero tasaisella alustalla kävelyn ja epätasaisella alustalla kävelyn välillä, ero tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä sekä ero epätasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä).

Kuvaan 14 on erotettu ainoastaan V/O -symmetriaindeksien muutokset kolmella eri kävelyalustalla (tasaisella, pehmeällä epätasaisella ja polulla). Tämä V/O -symmetriaindeksi kuvaa suoraan kävelyn symmetrisyyttä eli koordinaatiota vasemman ja oikean jalan välillä. Tulokset osoittivat, että lasten kävely oli symmetrisintä (symmetriaindeksin arvo lähimpänä 100 %) polulla käveltyäessä niin keskiarvojen ($90,5 \pm 34,7$ %) kuin maksimiarvojen perusteella ($101,3 \pm 37,5$ %). Kaikkein vähiten puolieroja esiintyi polulla kävelyssä maksimiarvojen avulla las-

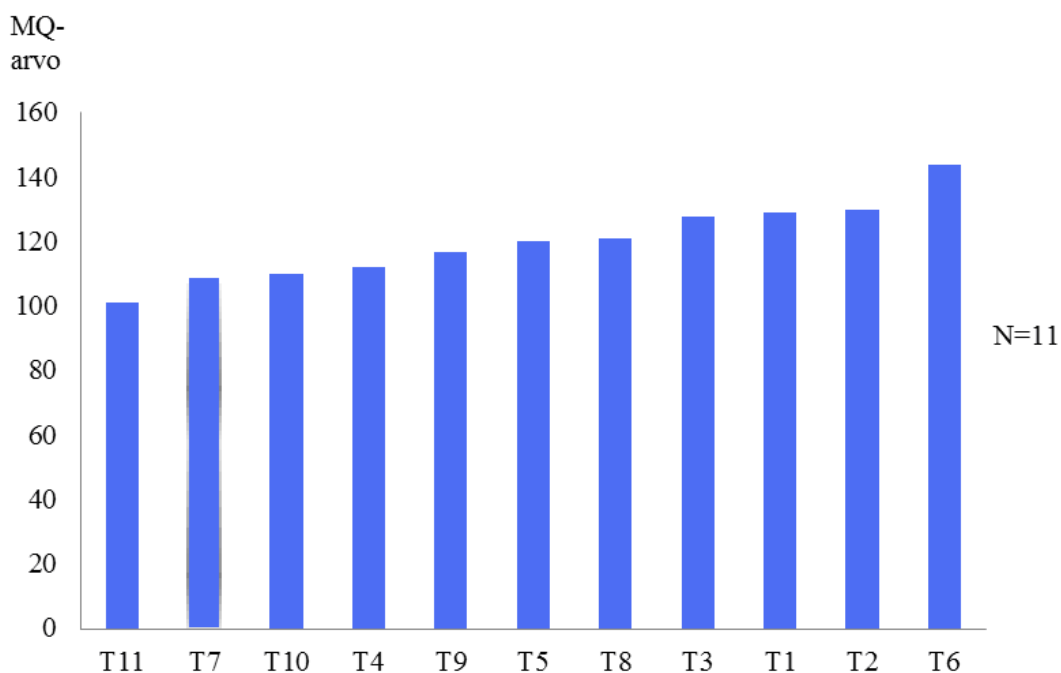
ketun symmetriaindeksin mukaan ($\Delta\%=1.3$). Keskiarvojen ja maksimiarvojen avulla määritettyjen symmetriaindeksien keskiarvojen vertailu osoitti, että eniten puolieroja lasten kävelyssä esiintyi epätasaisella alustalla kävelyssä ($69,1 \pm 16,5$ %). Ero tasaisella kävelyyn oli kuitenkin pieni ($70,7 \pm 19$ %). Suurimmat erot tasapainossa nousivat esiin keskiarvojen avulla määritettynä epätasaisella alustalla kävelyssä ($61,7 \pm 14,7$ %).



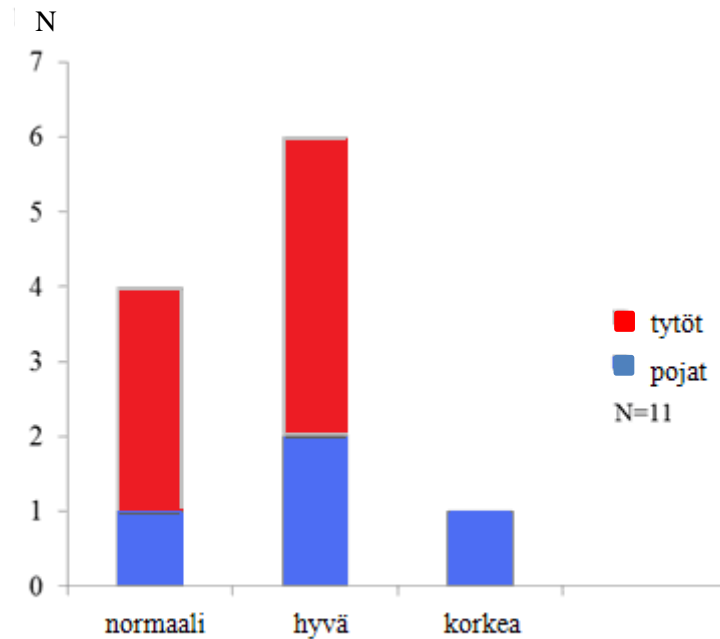
KUVA 18. EMG Aver. ja EMG Max. -arvot vasemman ja oikean jalan suhteen (V/O) mukaan määritettynä kolmella eri alustalla (tasaisella, pehmeällä epätasaisella ja polulla). Eri kävelyalustojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero * $p < 0.05$ (ero tasaisella alustalla kävelyn ja epätasaisella alustalla kävelyn välillä, ero tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä sekä ero epätasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä). Sadan prosentin kohdalle piirretty punainen katkoviiva havainnollistaa täysin tasapainoista kävelyä.

7.3 KTK-testitulokset

KTK-testien suhteutetut kokonaispisteet eli MQ-arvot ($120,09 \pm 12,15$, md. 120,00) jakaantuivat tutkittavien joukossa välille 101–144 (kuva 15). Yli puolet tuloksista (kuuden tutkittavan pisteet) sijoituivat välille 120–140. KTK-testien tulokset jakautuivat tutkittavien joukossa normaalisti. Yhden tutkittavan lapsen (T6) korkea tulos (140) poikkesi selvästi muiden lasten tuloksista (kuva 15). Viidestä eri taitoluokasta (huono, heikko, normaali, hyvä ja korkea) kaikki tutkittavat sijoituivat kolmeen ylimpään taitoluokkaan: normaaliin, hyvään ja korkeaan (kuva 16). Tutkittavien KTK-testien pisteet sisältyivät suurimmaksi osaksi ”hyvään” - taitoluokkaan



KUVA 19. Tutkittavien lasten (T1–T11) KTK-testien kokonaispisteet (MQ-arvot) suuruusjärjestyksessä.



KUVA 20. KTK-testien testitulosten jakautuminen tutkittavien joukossa normaaliin, hyvään ja korkean taitoluokkaan sukupuolen mukaan jaoteltuna.

7.4 Tutkittavien yleisen motorisen taitotason yhteys kävelyn symmetrisyyteen eli koordinaatioon

Sekä EMG Aver. että EMG Max. -arvojen mukaan laskettujen symmetriaindeksien (V/O, LQ/RQ ja LH/RH) yhteyttä tutkittavien yleistä motorista taitotasoa kuvaaviin KTK-testien kokonaispisteisiin (MQ-arvot) tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimen ja Spearmanin järjestykskorrelaatiokertoimien avulla. Koska korrelaatiokertoimet kertovat eri muuttujien lineaarisesta riippuvuudesta, kaikki symmetriaindeksit muunnettiin lisäksi luvuiksi, jotka olivat alle 100 % kaavalla: $100\% - \text{yli } 100\% \text{ menevä osa}$. Näiden lukujen avulla haluttiin selvittää, muuttuvatko testien tulokset symmetriaindeksien yhteydestä tutkittavien yleisten motoristen taitotestien tuloksiin. Näitä muunnettuja symmetriaindeksejä kutsuttiin lineaarisiksi symmetriaindekseiksi. Pearsonin korrelaatiokertoimen mukainen vertailu osoitti, että missään symmetriaindeksissä ei esiintynyt yhteyttä tutkittavien KTK-testien tuloksiin. Tuloksen perusteella tutkittavien yleinen motorinen taitotaso ei siis ollut yhteydessä kävelyn koordinaatioon

kolmella eri alustalla (tasaisella, pehmeällä epätasaisella ja polulla). Keskiarvojen ja maksimiarvojen perusteella laskettujen symmetriaindeksien muuntaminen lineaarisiksi indekseiksi (indeksien arvot alle 100 %) ei vaikuttanut Pearsonin korrelaatiokertoimella saatuihin tuloksiin.

Aineiston pienen koon vuoksi tuloksia haluttiin tarkastella lisäksi Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimen avulla. Yhteyttä KTK-testien tulosten ja tutkittavien kävelyn symmetrisyyden välillä ei niin ikään löytynyt, kun testi tehtiin EMG Aver. ja EMG Max -arvojen perusteella lasketuilla symmetriaindekseillä. Sen sijaan lineaaristen indeksien tarkastelun avulla saatiin viitteitä motoristen taitotestien yhteydestä kävelyn symmetrisyyteen, sillä eroa oli nähtävissä polulla kävelyssä nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) symmetrisyyden mukaan: polku LQ/RQ Max. -indeksin ($72,37 \pm 21,67$ %) ja tutkittavien MQ-arvojen väliltä havaittiin positiivinen korrelaatio ($r=0.69$; $p=0.019$). Sen sijaan muissa symmetriaindekseissä ei yhteyttä esiintynyt.

8 POHDINTA

Tämän kaksoistutkielma tarkoituksena oli tutkia ensimmäisen luokan oppilaiden kävelyssä esiintyviä lihasaktiivisuuksia ja niiden muutoksia erilaisilla alustoilla. Kävelyä tarkasteltiin tasaisella lattialla, pehmeällä alustalla sisätilassa sekä pihapolulla. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, vaikuttaako alusta lasten kävelyn symmetrisyyteen eli koordinaatioon. Kävelyn koordinaatiota tutkittiin kuuden eri symmetriaindeksin avulla. Lisäksi selvitettiin, onko lapsen yleisellä motorisella taitotasolla yhteyttä kävelyn koordinaatioon. Kävelyn koordinaation ja tasapainon kautta pyrittiin ymmärtämään kävelyn lihasaktiivisuuksissa mahdollisesti tapahtuvia muutoksia kävelyalustan vaihtuessa. Lasten motorisen taitotason mittarina käytettiin KTK-testistöä. Tutkimustulosten kautta etsittiin mahdollisia viitteitä siitä, onko kävelyllä eri alustoilla vaikutusta lapsen päivittäiseen fyysisen aktiivisuuden määrään ja laatuun sekä yleiseen motoriseen taitotasoon.

Tämän pro gradu -tutkielman tutkimustulosten mukaan alaraajojen, eli nelipäisen reisilihakseen ja hamstrig -lihasryhmän, yhteenlasketut lihasaktiivisuudet eivät muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi kävelyssä eri alustoilla: tasaisella, pehmeällä epätasaisella ja polulla. Sen sijaan alaraajojen yhteenlaskettujen lihasaktiivisuuksien muutosten perusteella havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja, kun verrattiin muutosta tasainen alusta-polku ja tasainen alusta-epätasainen alusta: muutos siirryttäessä tasaiselta alustalta polulla kävelyyn oli keskimäärin jopa + 22 %. Erot olivat selkeimpiä lihasaktiivisuuksien keskiarvojen perusteella (Aver.) määritetyissä muutosprosentteissa. Maksimiarvojen mukaan lasketuissa symmetriaindekseissä ei tilastollisia merkitsevyyksiä havaittu yhtä paljon. Tämä voi olla seurausta siitä, että maksimiarvot edustavat yksittäisiä korkeita piikkejä, ja vaihtelua tuloksissa syntyy pienessä aineistossa (N=8–10) helposti. Symmetriaindeksien tarkastelun perusteella lasten kävelyn symmetrisyys eli koordinaatio muuttui eniten, kun siirryttiin tasaiselta alustalta pihapolulla kävelyyn: tilastollisesti merkitseviä eroja alustojen välillä esiintyi yhteensä kolmessa eri symmetriaindeksissä. Kävelyn vasemman ja oikean jalan välinen symmetrisyys (V/O) sen sijaan erosi tilastollisesti merkitsevästi niin tasaisella kävelyn ja polulla kävelyn kuin pehmeällä epätasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä. Tutkittavien kävelyn lihasaktiivisuudet, niiden

muutokset tai kävelyn koordinaatio eivät korreloineet selvästi tutkittavien yleisen motorisen taitotason kanssa.

Tulosten perusteella lasten keskimääräisten lihasaktiivisuuksien määrässä löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja vasemman ja oikean jalan nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps) ja hamstring -lihasten suhteen mukaan määritettynä. Tarkempi lihaskohtainen symmetriaindeksien tarkastelu osoitti, että ero keskiarvoissa selittyi vasemman ja oikean jalan nelipäisen reisilihaksen mukaan määritetyn suhteen perusteella. Sen sijaan vasemman ja oikean jalan hamstring -lihasten suhteen mukaan ei lasten kävelyssä ilmennyt tilastollisia merkitsevyyksiä eri alustojen välillä. Myös maksimiarvojen mukaan määritettyjen symmetriaindeksien tarkastelu osoitti, että eniten eroja syntyi tasaisella alustalla kävelyn ja polulla kävelyn välillä ($p=0.037$), kun verrattiin vasemman ja oikean jalan lihasaktiivisuuksien suhdetta (V/O). Tarkemmassa lihaskohtaisessa vertailussa ei tilastollisia eroja esiintynyt maksimiarvojen perusteella. Mielenkiintoista on se, että vasemman ja oikean jalan välinen symmetrisyys (V/O) oli keskimääräisissä sekä maksimilihasaktiivisuuksissa paras polulla kävelyssä. Pakottiko haasteellisempi alusta lasta keskittymään enemmän, jolloin kävelystä tuli symmetrisempää?

Tutkielman tulosten mukaan erot lasten keskimääräisissä lihasaktiivisuuksissa olivat merkittävimpiä tasaisella lattialla ja pihapolulla kävelyn välillä. Toisin sanoen lasten kävelyn koordinaatio muuttui merkitsevästi eniten, kun siirryttiin tasaiselta alustalta pihapolulle. Tulos tukee Fjørtoftin ja Gundersenin (2007) havaintoja siitä, kuinka ulkoliikuntaympäristöt ovat tärkeimpiä ja motorisesti haastavimpia liikuntaympäristöjä lasten fyysisissä leikeissä. Lihasaktiivisuuksien perusteella saatujen tulosten pohjalta voidaan myös ajatella, että kävelyalustan vaihtelevat pinnanmuodot muuttavat lasten kävelyn koordinaatiota enemmän kuin esimerkiksi lattialla kävely. Tätä kautta voi parantua myös lasten motoristen taitojen kokemuspohjainen harjaantuminen. (Fjørtoft & Gundersen 2007.) Tutkielman tulos voi antaa tieteellistä tukea sille, että metsäympäristössä liikkuminen on edullista lasten korkeamman fyysisen aktiivisuuden tason ja motorisen kehityksen kannalta. Esimerkiksi koulujen opettajat voivat tulevaisuudessa hyödyntää tätä tutkimustietoa enemmän omassa opetustyössään. Lisäksi voidaan pohtia, millainen esimerkiksi välituntialueen tulisi olla, jotta lasten motorista kehitystä sekä fyysisen

aktiivisuuden määrää ja laatua tuettaisiin parhaiten. Tämän oletuksen vahvistamiseksi olisi tärkeää tutkia suuremmilla otannoilla lapsille ominaisia fyysisen aktiivisuuden muotoja, kuten kävelyä ja juoksua, lihasaktiivisuuksien perusteella.

Kun tarkastellaan lasten yleistä motorista taitotasoa kuvaavia KTK-taitotestien tuloksia (kuva 15) huomataan, että tulokset jakaantuivat ainoastaan kolmeen eri taitoluokkaan: normaaliin, hyvään ja korkeaan. Suurin osa tuloksista (N=6) sijoittui ”hyvään” -taitoluokkaan. Sukupuolen mukaan tarkasteltuna tutkittavista huomattavasti suurempi osa oli tyttöjä (N=7) kuin poikia. Nämä seikat ovat todennäköisesti vaikuttaneet tuloksiin, kun tutkittiin lasten kävelyn koordinaation ja tasapainon yhteyttä yleiseen motoriseen taitotasoon: koska tulokset jakaantuivat vain muutamaankin taitoluokkaan, ei hajontaa ole luultavasti ollut riittävästi. Tutkimuksen tulosten mukaan kävelyn symmetrisyys tai kävelyn tasapainoisuus eivät korreloineet selvästi lasten KTK-testissä saamien pisteiden kanssa. Tässä tutkimuksessa havaittiin vain heikkoja viitteitä siitä, että lapsen kävelyn koordinaatio olisi yhteydessä hänen yleiseen motoriseen taitotasoonsa. Tutkielman tulos ei siis tukenut hypoteeseja, joiden mukaan KTK-taitotesteissä korkeammat pisteet saaneella lapsella kävelyn symmetrisyys muuttuisi vähemmän eri alustoilla kävelyssä, ja korkeammat pisteet saaneilla lapsilla kävely olisi tasapainoisempaa. Asian tutkimiseksi tarvittaisiin kuitenkin laajempia lihasaktiivisuusmittauksia suuremmilla otannoilla. Myös motorisilta taidoilta heikkojen lasten tutkiminen olisi tärkeää.

Vaikka tämän tutkielman tulosten mukaan alaraajojen yhteenlasketut lihasaktiivisuudet eivät muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi siirryttäessä tasaiselta alustalta epätasaisella alustalla kävelyyn sekä kävelyyn polulla, tukivat tulokset kolmatta tutkielman hypoteesia: alaraajojen lihasaktiivisuudet kasvoivat selvästi, kun siirryttiin tasaisella alustalla kävelystä pehmeälle epätasaiselle alustalle ja edelleen kävelyyn pihapolulla (kuva 17). Korkeimmat keskimääräiset lihasaktiivisuudet keskiarvojen mukaan syntyivät polulla kävelyssä, kun taas maksimaaliset lihasaktiivisuudet nousivat eniten epätasaisella alustalla kävelyssä. Keskiarvojen mukaan polulla kävelyn lihasaktiivisuudet olivat 21,5 % korkeammat kuin tasaisella alustalla kävelyssä, ja 11,8 % korkeammat kuin pehmeällä epätasaisella alustalla. Maksimiarvojen mukaan epätasaisella alustalla kävelyn lihasaktiivisuudet olivat hiukan korkeammat (1,7 %) kuin polulla

kävelyn lihasaktiivisuudet. Pehmeän epätasaisen alustan ero tasaisella alustalla kävelyyn oli suurempi, 18,6 %. Myös tämä tulos tukee Fjørtoftin & Gundersenin (2007) käsitystä siitä, kuinka vaihtelevat ympäristöt niin sisällä kuin ulkona ovat tärkeimpiä liikuntaympäristöjä, kun tarkastellaan lasten fyysistä leikkimistä sekä motorista kehitystä (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 202). Normaalin motorisen kehityksen edellytyksenä ovat uusien ja riittävien hermoratojen muodostuminen riittävän vaihtelun sekä valinnan mahdollisuuden kautta motorisissa tehtävissä (Hadders-Algra 2010). Liikunnallisesti monipuolinen ja aktiivinen lapsuus auttavat myös huippu-urheilijaksi kasvamista: Kun lapsi harrastaa useampaa eri lajia, motoriset, fyysiset sekä tekniset taidot kehittyvät mahdollisimman monipuolisesti. Tällöin uusien lajien omaksuminen ja niissä kehittyminen helpottuu. Kun lapsena on saanut vapaasti valita kuinka liikkuu, on liikunnasta ja urheilusta myös helpompi nauttia. (Piispa 2015, 23.)

Myös tasainen alusta-polku ja tasainen alusta–epätasainen alusta -muutosten välinen tilastollisesti merkitsevä ero tukee tutkielman hypoteesia lihasaktiivisuuksien muutoksista eri alustoilla kävelyssä. Vaikka tässä tutkielmassa ei löydetty selvää yhteyttä lasten kävelyn ja motorisen taitotason väliltä, on kuitenkin muistettava, että lapsen päivittäisellä liikkumisella on havaittu olevan selvä yhteys motorisen kehityksen kanssa (Jaakkola 2013; Robinson ym. 2015; STM 2005; Stodden ym. 2008). Eivätkö selkeästi korkeammat lihasaktiivisuudet polulla kävelyssä kuin tasaisella alustalla kävelyssä kerro korkeammasta fyysisen aktiivisuuden tasosta? Kun tarkastellaan polulla ja pehmeällä epätasaisella alustalla kävelyssä syntyneitä lihasaktiivisuuksia huomataan, että erot eivät ole huomattavan suuria. Tulos tukee Tervon ja Pehkosen (2012) ajatusta siitä, kuinka myös sisäliikuntaympäristöistä voidaan erilaisia apuvälineitä käyttäen tehdä lasten motorista kehitystä tukevia vaihtelevia liikuntaympäristöjä. Tässä tutkielmassa epätasainen alusta rakennettiin jumppamattojen ja KTK-taitotesteissä käytettyjen superlonlevyjien avulla.

8.1 Tutkimusmenetelmien kriittinen analysointi

Tämän tutkielman suurimmaksi rajoittavaksi tekijäksi muodostui aineiston pieni koko (N=11). Aineiston kokoon vaikutti ennen kaikkea se, että mittauksen toteuttaminen yhdelle

tutkittavalle vei suhteellisen paljon aikaa: jokaiselle lapselle varattiin yksi päivä, jonka aikana mittaukset toteutettiin (6.3.2 ”Datan keräys ja analysointi”). Jokaisen mittauspäivän jälkeen EMG-shortsit tuli pestä ja kuivata ennen seuraavan tutkittavan lapsen mittauksia. Alun perin tutkittavia oli yhteensä 17, mutta EMG-mittausten epäonnistuminen kuuden ensimmäisen tutkittavan kohdalla johti aineiston määrän pienenemiseen. EMG-signaalin huono laatu johtui todennäköisesti EMG-shortsien elektrodien kuivumisesta mittauspäivän aikana. Aineiston koon lisäksi voidaan pohtia sitä, miten tutkittavien joukko muodostui. Tutkielmaan osallistuminen perustui lasten vapaaehtoisuuteen. Tutkimus, johon kuuluu liikuntaleikkejä ja -testejä, on voinut innostaa eniten niitä lapsia, jotka pitävät liikunnasta ja ovat liikunnallisesti lahjakkaita. Kaikkien tutkittavien yleistä motorista taitotasoa kuvaavien KTK-testien tulokset sijoituivatkin kolmeen ylimpään taitoluokkaan: normaaliin, hyvään ja korkeaan (kuva 15). Liikunnallisesti lahjakkaiden lasten voidaan olettaa kokevan motorista pätevyyttä, jolla on todettu olevan positiivinen yhteys niin lapsen fyysiseen aktiivisuuteen kuin motoriseen taitotasoon (Robinson ym. 2015; Stodden ym. 2008). Tutkimusilmoitus jaettiin yhteensä 63:lle ensimmäisen luokan oppilaalle. Yhteensä 35 % oppilaista halusi osallistua tutkimukseen.

Koska tutkielma oli ensimmäisiä lapsilla tehtyjä EMG-housumittauksia, huomattiin vasta seitsemännen tutkittavan kohdalla, kuinka elektrodipastaa tulee lapsille laittaa huomattavasti enemmän kuin aikuisille tutkittaville, jotta EMG-signaalin laatu olisi hyvä. EMG-signaalin laatu oli parasta, kun EMG-shortsit olivat tutkittavalle täysin sopivat, ja lihasaktiivisuuksia rekisteröivät elektrodit pysyivät hyvin paikoillaan. Koska käytössä oli ainoastaan yhdet shortsit (koko 120 cm), ja tutkittavien pituudet vaihtelivat välillä 122 cm–132 cm (taulukko 3), osan tutkittavien kohdalla shortsit pääsivät mittauspäivän aikana liikkumaan. Tästä johtuen EMG-signaali oli ajoittain osan tutkittavien kohdalla laadultaan niin huonoa, että kanavia jouduttiin jättämään pois lopullisesta analyysistä tulosten luotettavuuden parantamiseksi (kuva 12). Tämä pienensi tulosten analysoinnissa käytettävää aineistoa entisestään. Lisäksi voidaan pohtia tutkielmassa käytettyjen tilastollisten testien (toistomittausten ANOVA, Pearsonin korrelaatiokerroin, Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin, parittainen T-testi ja WRS-testi) so-

pivuutta pienelle aineistolle (N=8–10). Aineiston ollessa pieni ja jakauman ollessa tuntematon, yksittäiset poikkeavat havainnot vaikuttavat helposti lopullisiin tuloksiin. Tällöin parametrittomien testien käyttö olisi suositeltavaa. (Metsämuuronen 2004, 14.)

Pienestä aineiston koosta johtuvien virhelähteiden lisäksi mahdollisia tuloksiin vaikuttaneita tekijöitä ovat KTK-taitotesteissä, EMG-mittauksissa, sekä tulosten analysoinnissa tapahtuneet mittaus- ja laskuvirheet. Tutkielmassa käytettiin paljon mekaanisia laskutoimituksia, joita tehdessä yksittäiset laskuvirheet ovat mahdollisia. Mittausvälineisiin (muun muassa EMG-shortsit ja ajanotto) liittyvät virhelähteet tulee myös ottaa huomioon. Lisäksi on muistettava lapsiin liittyvät tekijät, jotka ovat voineet vaikuttaa mittausten tuloksiin. Lapsia tutkittaessa suurin haaste onkin päättää, mitä ja miten mitataan. (Sherar ym. 2011.) Muiden ihmisten ja erityisesti vanhempien läsnäolo voi helposti vaikuttaa esimerkiksi lasten motivaatioon ja tätä kautta yrittämiseen. Esimerkiksi KTK-taitotesteissä osalla tutkittavista oli vanhemmat mukana. Koska mittaukset tapahtuivat julkisella paikalla, toisinaan paikalla oli myös muita ihmisiä. Muiden ihmisten läsnäolo ja taustääänet ovat voineet vaikuttaa osan tutkittavien lasten testisuorituksiin. Lisäksi KTK-taitotestit tehtiin erikokoisissa ryhmissä aikataulujen sopivuuden vuoksi. Ryhmäkoko ja kavereiden läsnäolo ovat voineet helposti vaikuttaa muun muassa lasten keskittymiskykyyn. Mittaukset toteutettiin jokaisen tutkittavan lapsen ja lasten perheen aikatauluun sopivana vuorokauden aikana. Näin ollen myös lapsen vireystila on saattanut vaikuttaa mittaustuloksiin. Lisäksi jännittäminen ja päivittäinen vaihtelu suorituksissa ovat tekijöitä, joita lasten kanssa tulee ottaa huomioon tutkielman tuloksia tarkasteltaessa. Toisinaan lapset saattoivat myös kokea kävelytestit ”kilpailuna”, jolloin kävely muuttui helposti juoksemiseksi (kuva 13).

Tutkielman luotettavuutta lisäävät ennen varsinaisia mittauksia tehdyt pilottimittaukset, joissa toinen tutkimuksen ohjaajista oli paikalla. Kaikki mittaukset olivat siis ohjaajien tarkastamia. Myös EMG-signaalin sekä tulosten analysointi tapahtui ohjaajien ohjeiden ja mallin mukaisesti. Mittaukset tehtiin asianmukaisilla ja vakioituilla mittausvälineillä, ja ne suoritettiin jokaiselle tutkittavalle samassa ympäristössä. Useamman aikaisemman tutkimuksen perusteella

EMG-housuihin integroidut tekstiiliset elektrodit ovat luotettava keino tutkia lihasaktiivisuuksia sekä energiankulutusta (Finni ym. 2007; Scilingo ym. 2005; Tikkanen ym. 2014). Tutkielman luotettavuutta paransi lisäksi se, että kaikki tutkittavat olivat mittaushetkellä suhteellisen saman ikäisiä (taulukko 3).

8.2 Tutkimusmenetelmien eettinen pohdinta

Ennen tutkimukseen osallistumista tutkittaville lapsille ja heidän vanhemmilleen järjestettiin tiedotustilaisuus, jossa tutkijat pääsivät tutustumaan lapsiin ja valmistamaan heitä tutkimukseen. Valmistaminen tarkoittaa tietojen antamista ja tulevista tapahtumista etukäteen kertomista. Sen tavoitteena on muun muassa selvittää lapsille, mitä tutkimuksessa tullaan tekemään, ja tätä kautta ehkäistä esimerkiksi lasten pelkoja tutkimukseen liittyen. Tiedotustilaisuus pidettiin muutamaa viikkoa ennen tutkimusten alkua, jotta lapsilla oli aikaa miettiä tulevaa ja halutessaan vielä jättäytyä pois tutkimuksesta. Tiedotustilaisuudessa pyrittiin tutkimusvälineitä esittelemällä havainnollistamaan lapsille, mitä tutkimuksissa tullaan tekemään. Mittausten aikana otettiin huomioon se, että jokaisen lapsen ymmärryskyky on erilainen. Mittausten aikana jokaiselle lapselle pyrittiin antamaan samat, yksinkertaiset ja innostavat suoritusohjeet. (Jokinen, Kuusela & Lautamatti 1999, 35; Minkkinen, Jokinen, Muurinen & Surakka 1997, 107–110.)

Mittausten suorittaminen perustui lasten omaan tahtoon ja vanhempien suostumukseen. Lisäksi lapsella oli mahdollisuus kieltäytyä mittauksista missä tahansa tutkimuksen vaiheessa. Yksi tutkittavista lapsista ilmoitti tutkimuspäivän aamuna, ettei halua olla mukana tutkimuksessa. Tutkijan suostutteluista huolimatta lapsi jättäytyi pois tutkimuksesta. Lapsia keuhuttiin ja kannustettiin mittausten aikana. Tutkijat pyrkivät tekemään mittaustilanteesta tutkittavalle lapselle innostavan ja miellyttävän olemalla itse innostuneita ja kiinnostuneita lapsesta. Jokaiselle tutkittavalle lapselle jaettiin pieni palkinto tutkimukseen osallistumisen jälkeen. Näiden tekijöiden toivotaan vaikuttaneen lapsen motivaatioon sekä tutkimus- ja liikuntamyönteisyyteen. Esimerkiksi opettajien liikuntamyönteisyyden ja oppilaiden kannustamisen koulussa on todettu vai-

kuttavan oppilaiden liikuntamyönteisyyteen positiivisesti (Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7–18 -vuotiaille 2008). Mittaukset suoritettiin lapsen ja kahden tutkijan läsnä ollessa, ja mittaustilanteista pyrittiin luomaan lapsille mahdollisimman rauhalliset.

8.3 Tutkimuksen teoriataustan kriittinen analysointi

Tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että liikuntaympäristöllä on merkitystä lapsen fyysisen aktiivisuuden laatuun ja määrään. Tulevaisuudessa voitaisiin pohtia, kuinka ympäristön vaikutus ja pienet arkiset valinnat otettaisiin paremmin huomioon lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden suosituksissa. WHO:n (World Health Organizationin 2011) antamien liikunnan suositusten mukaan 7-vuotiaan lapsen ja nuoren tulisi liikkua päivittäin vähintään 60 minuuttia. Kyseisten suositusten mukaan liikunnan tulisi olla pääasiassa keskirasasta mutta sisältää myös raskaita jaksoja. Lihasten ja luuston kuntoa harjoittavaa liikuntaa, niin sanottua luuliikuntaa, tulisi harrastaa vähintään kolme kertaa viikossa. (WHO 2011.) Myös U.S. Department of Health and Human Services (2012) tekemien amerikkalaisille suunnattujen fyysisen aktiivisuuden suositusten mukaan yli kuusivuotiaiden tulisi harrastaa keskirasasta liikuntaa vähintään tunti päivässä. Kolmena päivänä viikosta liikunnan olisi hyvä olla kuormittavaa. (U.S. Department of Health and Human Services 2012.) Esimerkiksi suomalaisiin varhaiskasvatuksen liikunnansuosituksiin verrattuna nämä kaksi kansainvälistä fyysisen aktiivisuuden suositusta jättävät lapsen kokonaisvaltaisen kehittymisen lähes huomiotta. Lapsen kehittyminen on kokonaisvaltainen, ympäristön kanssa vuorovaikutuksessa tapahtuva kehitysprosessi, jossa liikunnalla on tärkeä rooli (STM 2005). Siksi olisikin hyvin tärkeää, että myös kansainvälisesti lapsen kokonaisvaltaisen kehittymisen sekä liikunnan laadun kokonaisvaltaisen arvioiminen ja mittaaminen otettaisiin huomioon. Huomionarvoista on myös ero suositellussa kokonaisliikunnan määrässä: suomalaisten suositusten mukaan yksi tunti liikuntaa päivässä ei riitä, vaan lapsen tulisi liikkua vähintään kaksi tuntia päivässä (STM 2005; U.S. Department of Health and Human Services 2011; WHO 2012).

Stoddenin ym. (2008) mukaan motoristen perustaitojen kehittyminen vaatii hermolihasjärjestelmän kehittymistä. Aikaisemmat tutkimukset ovat mitanneet motoristen taitojen ja fyysisen

aktiivisuuden välistä yhteyttä puutteellisin keinoin: motorisia taitoja on arvioitu ainoastaan suoritusten tuloksellisuuden perusteella ottamatta huomioon itse kehitysprosessia, joka tulokseen on johtanut. Lisäksi fyysisen aktiivisuuden mittaamiseen käytetyt suorat ja epäsuorat menetelmät, kuten kiihtyvyyssmittarit, askelmittarit ja kirjalliset kyselyt voivat antaa puutteellista tietoa fyysisestä aktiivisuudesta. (Stodden ym. 2008.) Muun muassa pienempien lasten päiväkotileikeissä ei voida rekisteröidä suuria eri suuntiin tapahtuvia kiihtyvyyksiä. Kuitenkin lattiatasossa tapahtuva leikkiminen ja eri tasojen käyttäminen vaativat paljon lihastyötä. (Finni ym. 2011; Finni 2012; Soini 2015.) Voitaisiinko tämä lihasaktiivisuuksiin perustuva lihastyö käsittää reippaaksi liikkumiseksi juuri lihasaktiivisuuksien perusteella (Finni 2012; Soini 2015)?

Lapset tekevät todennäköisesti paljon lihastyötä opetellessaan uusia taitoja, koska liikkuminen ei vielä uuden taidon opetteluvaiheessa ole taloudellista. Taidon kehittyminen näkyy suorituksen paranemisena: kehon koordinaatio paranee ja suoritus taloudellistuu. (Jaakkola 2013.) Finnin (2012) mukaan päiväkodeissa tehdyt lasten fyysistä aktiivisuutta selvittäneet tutkimukset ovat saaneet kiihtyvyyssmittarilla mitattuna lasten fyysisen aktiivisuuden tasoiksi matalia lukemia. Lihasaktiivisuudet sen sijaan ovat nousseet suhteessa enemmän. (Finni 2012.) Tämä voi olla seurausta siitä, että lasten leikkiminen on pääasiassa matalatehoista (Soini ym. 2014) esimerkiksi kyykkimistä hiekkalaatikolla, kiipeilyä telineissä ja ryömimistä lattialla. Näissä leikeissä kiihtyvyydet eivät nouse korkealle, mutta lapset tekevät suhteellisen paljon lihastyötä (Finni ym. 2011; Finni 2012).

Finni (2012) toteaa, että jo pienistäkin aktiivisuuksista voi kertyä päivän mittaan merkittävä energiankulutus. Suomalaisten varhaiskasvatuksen liikunnan suositusten (2005) mukaan 3–6-vuotiaiden lasten tulisi liikkua päivittäin määrällisesti vähintään kaksi tuntia. Päivittäinen liikunta voi koostua useammista lyhyemmistä aktiivisista ajanjaksoista. Liikkumisen tulisi olla monipuolista, reipasta ja aiheuttaa hengästymistä. Suosituksissa todetaan liikunnan tärkeä merkitys lapsen hermostolliselle kehitykselle sekä tätä kautta kehon hahmottamiselle, hallinnalle ja puolisuudelle. Suosituksissa todetaan myös vanhempien merkittävä rooli lastensa liikuttajina ja esimerkkinä. (STM 2005.) Koulumatkaliikunnan merkitystä lasten fyysiselle

aktiivisuudelle, kunnolle ja terveydelle niin lapsena kuin myöhemmin aikuisuudessa (Roberts 1996) ei saa unohtaa. Kouluun kävelemisellä nähdään lisäksi olevan psykologista (Shirley 2011) ja sosiaalista hyötyä lapsille (Turpeinen, Lakanen, Hakonen, Havas & Tammelin 2013). On tutkittu, että tytöt kävelevät kouluun poikia enemmän. Pojat sen sijaan suosivat pyöräilyä. (Turpeinen ym. 2013.) Tässä tutkimuksessa ei vertailtu tyttöjen ja poikien välisiä eroja kävelyssä. Tutkimuksen tutkittavien pieni määrä ja epäsuhte sukupuolten välillä (seitsemän tyttöä ja neljä poikaa) olivat syitä siihen, että sukupuolten välisiä eroja ei voitu luotettavasti tutkia. Tulevaisuudessa voitaisiin lihasaktiivisuuksien avulla selvittää, korreloiko aktiivinen koulumatkaliikunta lasten kävelyn tasapainoon ja koordinaation tai jopa kokonaisvaltaiseen motoriseen taitotasoon.

Liikunnan kokonaismäärän lisäksi on otettava huomioon myös fyysisesti inaktiivinen aika. Koster ym. (2012) ovat todenneet, että intensiivisenkään liikunnan harrastaminen ei suojaakaan terveysriskeiltä, jos henkilö esimerkiksi istuu liikaa. Liikkuva koulu hankkeen ”Oppilaiden fyysinen aktiivisuus” -raportin mukaan kahden tunnin ruutu-aika viihdemedian ääressä ylittyi suomalaisilla koululaisilla selvästi (LIKES 2013). Finnin ym. (2011) tekemän, Arkiliikunta -projektiin kuuluneen tutkimuksen mukaan lihakset ovat päivästä inaktiivisina noin 70 % huolimatta siitä, sisältyykö päivään liikuntaa vai ei. Tutkimus tehtiin aikuisilla koehenkilöillä. Tulisiko Suomalaisten varhaiskasvatuksen liikunnansuositusten (STM 2005) ottaa tarkemmin huomioon esimerkiksi ruutuajan negatiivinen vaikutus? Olisiko suosituksissa painotettava enemmän perheen yhteisen arkiliikunnan ja myös kevyen liikkumisen merkitystä lapsen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärässä? Tulevaisuudessa tarvitaan lisää tutkimuksia lasten päivittäisistä lihasaktiivisuusmääristä. Näin voidaan muodostaa todellinen kuva lasten fyysisestä aktiivisuudesta päivän aikana ja luoda lasten kokonaisvaltaisen kehityksen huomioivat liikunnan suositukset.

Motoristen perustaitojen kehittyminen, kehitykseen liittyvät teoriat, vaiheet ja luokittelu ovat vakiinnuttaneet paikkansa kirjallisuudessa ja tutkimuksissa. Vaikka esimerkiksi motorisen kehityksen vaiheet voidaan jaotella hiukan eri tavoin, kuten Gallahue ja Ozmun (2002) sekä Jaakkola (2013) ovat todenneet, ovat nämä teoriat yleisesti hyväksytyjä suomalaisessa kirjallisuudessa ja koulutuksessa. Myös niiden mittaamiseen löytyy useita kotimaisia ja ulkomaisia

testistöjä, esimerkiksi Nummisen (1995) APM -testistö ja Ulrichin (1985) TGMD-testistö, joita käytetään paljon myös kansainvälisesti. Puhtaasti dynaamista motorista taitotasoa mittaavaa testiä ei Suomesta löydy (Kalaja ym. 2009). Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin dynaamisia tasapainotaitoja mittaavaa saksalaista KTK-testistöä (Körperkoordination Test für Kinder) (Kiphard & Schilling 1974, 2007). Testi todettiin monipuoliseksi ja kattavaksi motorisen taitotason mittariksi. Testin toteutus oli selkeä, ja sen tekemiseen löytyy kattavat suomenkieliset ohjeet (Laukkanen ym. 2014). Lisäksi testistö oli helppo valmistella ja toteuttaa pienissä ryhmissä. Kävelyn oppimiseksi lapsen on hallittava riittävä asentokontrolli, joka vaatii ennen kaikkea dynaamista tasapainoa. Myös tästä syystä juuri KTK-testistö sopi hyvin tähän kävelyn analysointiin keskittyvään tutkielmaan. (Das & McCollum 1988; Patla 1991; Patka 1997.) Tutkimusten mukaan KTK-testistön luotettavuus on osoitettu korkeaksi (Kiphard & Schilling 2007). Motoristen perustaitojen lisäksi KTK-testistöllä on mahdollista mitata myös motorista kuntoa (Vandorpe ym. 2011).

Motoristen perustaitojen yhteydestä fyysiseen aktiivisuuteen löytyy useampia eri malleja. Stoddenin ym. (2008) luoma malli antaa kattavan kuvan fyysisen aktiivisuuden taustalla olevista tekijöistä ja siitä, kuinka ne vaikuttavat fyysisen aktiivisuuden tasoon. Stoddenin ym. (2008) malli yhdistyy hyvin dynaamisten systeemien teoriaan ja nykykäsitykseen motorisen kehityksen etenemisestä: kehitys on kokonaisvaltainen prosessi ja sen eri tekijät ovat dynaamisessa vuorovaikutuksessa keskenään (Jaakkola 2010, 76–79; Numminen 2005, 95–98). Stoddenin ym. (2008) malli huomioi lapsen varhaislapsuudessa (2–5 -vuotta) sekä myöhemmin lapsuudessa (5–18 -vuotta). Fyysisten ominaisuuksien lisäksi myös koetun pätevyyden merkitys fyysiseen aktiivisuuteen otetaan huomioon. Pohdin kuitenkin Stoddenin ym. (2008) mallin lasten ikäjaottelua varhaislapsuuteen ja myöhempään lapsuuteen: motorisen kehityksen vaiheista Stoddenin ym. (2008) mallissa myöhäislapsuuden aikaan ajoittuu jaottelutavasta riippuen 3–4 vaihetta (Gallahue & Ozmun 2002; Jaakkola 2013). Vielä kattavammassa mallissa näiden kehitysvaiheiden mahdollinen vaikutus voitaisiin ottaa paremmin huomioon.

Viimeisien vuosien aikana useat tutkijat ovat olleet kiinnostuneita Stoddenin ym. (2008) mallin tekijöiden, motorisen pätevyyden, koetun motorisen pätevyyden, fyysisen aktiivisuuden ja

kunnon sekä lihavuusriskin, välisistä suhteista. Robinsonin ym. (2015) tekemän systemaattisen katsauksen mukaan motorisen kehityksen ja koetun motorisen pätevyyden välillä on selvä positiivinen yhteys. Lisäksi monet terveyteen liittyvät tekijät, fyysinen aktiivisuus ja kunto, lihasvoima ja -kestävyys sekä kehonpaino, vaikuttavat motorisen kehityksen etenemiseen. Edelleen on kuitenkin epäselvää, millä mekanismeilla nämä mallin eri tekijät vaikuttavat toisiinsa ja kuinka voimakkaita yhteydet ovat. Yksilön kehitys on monimutkainen prosessi, johon vaikuttavat useat jatkuvasti muuttuvat tekijät. Vaikka jatkotutkimuksia tarvitaan edelleen, on selvää, että motorisen kehityksen ja terveellisen kehon painon välillä on molempiin suuntiin vaikuttava yhteys. Lisäksi motorisen kehityksen ja fyysisen kunnon sekä lihaskunnon välinen positiivinen vaikutus näyttää vahvistuvan iän myötä. (Robinson ym. 2015.)

Kuten tutkimukset ovat osoittaneet, motoristen perustaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on havaittu selkeä yhteys. Erilaisia tutkimuksia on viime vuosina tehty useampia. Lloydin ym. (2014) Kanadassa tehdyn seurantatutkimuksen mukaan 6-vuotiaan hyvät motoriset taidot ovat yhteydessä 26-vuotiaan raportoimaan fyysiseen pätevyyteen sekä keskiraskaan liikunnan harrastamisen määrään. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lapsen motoristen perustaitojen yhteyttä fyysiseen aktiivisuuden tasoon aikuisena. Tutkimus antaa positiivisia viitteitä siitä, että lapsena hankitut hyvät motoriset taidot ennustavat fyysistä aktiivisuutta myöhemmällä iällä. Tutkimukseen osallistui kuitenkin ainoastaan 17 koehenkilöä, ja fyysistä aktiivisuutta määritettiin subjektiivisten menetelmien avulla. Telama ym. (2014) ovat tehneet vastaavanlaisen kotimaisen fyysistä aktiivisuutta tutkineet seurantatutkimuksen, joka kesti vuodesta 1980 vuoteen 2007. Seuranta-aika oli siis yhteensä 27 vuotta, eli seitsemän vuotta pidempi kuin Lloydin ym. (2014) tekemän tutkimuksen aika. Lisäksi tutkittavina oli yhteensä 3596 suomalaista 3–18 -vuotiasta lasta ja nuorta. Tulokset perustuivat nuorimpien lasten kohdalla äitien antamiin raportteihin ja myöhemmässä iässä tutkittavien omiin vastauksiin fyysisen aktiivisuuden määristä. Telaman ym. (2014) huomattavasti suuremmalla otannalla ja hiukan pidemmällä seurannalla tehdyn tutkimuksen tulokset tukivat Lloydin ym. (2014) Kanadassa tekemän tutkimuksen tuloksia: fyysisesti aktiivinen elämäntapa alkaa kehittyä jo hyvin aikaisin lapsuudessa ja on kohtalaisen tai erittäin pysyvää läpi elämän. (Telama ym. 2014.)

Eräs merkittävä kotimainen seurantatutkimustutkimus on Lasten Sepelvaltimotaudin Riskitekijät (LASERI) -tutkimus, jossa tutkitaan sydän- ja verisuonitautien syntyyn vaikuttavia tekijöitä lapsuudesta alkaen. Tutkimus on alkanut vuonna 1980 ja jatkuu edelleen. Mukana on viisi suomalaista yliopistosairaala ja 3596 tutkimushenkilöä, jotka ovat iältään 3–18 -vuotiaita. Tutkimuksessa selvitetään lapsen elintapojen, biologisten ja psykologisten vaaratekijöiden sekä perimän yhteyksiä valtimotautien sairastumisriskiin aikuisena. Myös tämän laajamittaisen tutkimuksen eräs selvitys toteaa lapsuuden liikunnallisen elämäntavan positiivisen yhteyden fyysisen aktiivisuuteen aikuisena. (LASERI 2013.) Niin LASERI (2013) kuin Telaman ym. (2014) tekemä suomalainen seurantatutkimus ovat kotimaisia taidonnäytteitä siitä, kuinka fyysistä aktiivisuutta, sen vaikutuksia ja merkityksiä tulee tarkastella kokonaisvaltaisesti ja laajamittaisesti pidemmällä ajanjaksoilla. Samalla on huomioitava myös muutokset, joita liikuntakulttuurissa on tapahtunut viimeisten vuosikymmenien aikana: esimerkiksi erilaiset vaihtoehtolajit, kuten parkour ja skeittaus, ovat tulleet mukaan perinteisten lajien rinnalle rikkomaan liikunnan totuttua suunnitelmallisuutta sekä järjestystä (Liikanen & Rannikko 2015). Tulevaisuudessa näihin seurantatutkimuksiin voitaisiin yhdistää objektiivisia fyysisen aktiivisuuden mittareita, kuten kiihtyvyyssantureita sekä lihasaktiivisuuksia mittaavia EMG-menetelmiä, entistä monipuolisemman ja kokonaisvaltaisemman tutkimustiedon hankkimiseksi. Lisäksi voitaisiin kiinnittää huomiota myös lapsena hankittujen hyvien motoristen taitojen vaikutukseen arki-, hyöty- ja työmatkaliikunnan määrään.

Iivosen ym. (2013) 4-vuotiailla suomalaislapsilla (N=37) tekemän tutkimuksen mukaan myös kevyellä liikunnalla on positiivinen yhteys motoristen taitojen oppimiseen. Tutkimuksen mukaan lasten motoristen perustaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välillä on vahva yhteys. Tutkimuksessa lapsia tutkittiin viiden päivän ajan, ja fyysisen aktiivisuuden määrää mitattiin kiihtyvyyssmittarin avulla. Vaikka tutkimus tarjoaakin vahvan tieteellisen todisteen lasten motoristen perustaitojen ja fyysisen aktiivisuuden välisestä yhteydestä, tarvitaan lisää tutkimuksia suuremmilla otannoilla sekä pidemmällä tutkimusjaksoilla. Lisäksi fyysisen aktiivisuuden todellista määrää tulisi tässäkin tapauksessa selvittää kiihtyvyyssmittarin lisäksi monipuolisemmin, esimerkiksi lihasaktiivisuuksien perusteella.

Myös Raudsepp ja Päll (2006) havaitsivat tutkimuksessaan positiivisen yhteyden motoristen perustaitojen ja taitoon pohjautuvan fyysisen aktiivisuuden väliltä. Fyysistä aktiivisuutta tutkittiin sekä observoimalla että kiihtyvyyssmittarin avulla. On muistettava, että ulkopuolisen observoijan tekemät havainnot ovat aina subjektiivisia. Sen sijaan suhteellisen suuri otoskoko (N=133) vaikuttaa tutkimuksen validiteettiin positiivisesti. Tässä tutkimuksessa motoristen perustaitojen yhteys rajoittui tarkkailuun pohjautuvaan fyysiseen aktiivisuuteen. (Raudsepp & Päll 2006.) Fyysinen aktiivisuus tulisi mielestäni nähdä kuitenkin kokonaisvaltaisemmin liikumisen määrän, intensiteetin, arkiliikunnan sekä pienillä lapsilla etenkin hermo-lihasjärjestelmän kehittymisen kannalta. Geenit toki säätelevät pitkälti lapsen hermoston kehittymistä (Numminen 1996, 22; Malina ym. 2004, 196), mutta oppimisen edellytyksenä on myös riittävä hermoston harjoittaminen (Numminen 1996, 97; Jaakkola 2013). Raudseppin ja Pällin (2006) tutkimuksen mukaan pojat saivat korkeampia aktiivisuuslukemia reippaan liikunnan määrässä. Tulos on samansuuntainen suomalaisten koululaisten fyysistä aktiivisuutta tutkineen tutkimuksen kanssa: suomalaiset 1–2. luokan pojat harrastavat reipasta liikuntaa selvästi enemmän kuin tytöt (Tammelin, Laine & Turpeinen 2013).

Kiihtyvyyssmittareiden käyttö on yleistynyt fyysisen aktiivisuuden määrittämisessä viimeisten viidentoista vuoden aikana. Suomeen kiihtyvyyssmittareiden avulla tehdyt fyysisen aktiivisuuden mittaukset sen sijaan ovat tulleet vasta viime vuosina. Kiihtyvyyssantureilla voidaan tehdä monipuolisia fyysisen aktiivisuuden mittauksia, sillä niillä voidaan määrittää fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä, useus, intensiteetti, kesto, eri tehoisen liikunnan määrä, inaktiivinen aika sekä askeleiden määrä. (Tammelin ym. 2013.) Kiihtyvyyssmittarit eivät kuitenkaan rekisteröi osaa lajeista, esimerkiksi hiihto tai pyöräily, fyysiseksi aktiivisuudeksi, sillä näissä lajeissa ei synny pystysuuntaisia kiihtyvyyksiä (Evenson, Catellier, Gill, Ondrak & McMurray 2008; Soini 2015). Vaikka kiihtyvyyssmittarit antavatkin monipuolista objektiivista tietoa tutkittavan fyysisestä aktiivisuudesta, eivät ne välttämättä kerro koko totuutta. EMG-mittaukset mahdollistavat fyysisen aktiivisuuden määrittämisen myös fyysisessä aktiivisuudessa, esimerkiksi kävelyssä ja yleisemmin arkiliikunnassa, jossa suuria kiihtyvyyksiä ei synny. (Finni ym. 2011; Finni 2012.)

Kävely on tärkeä osa jokapäiväistä arkea (Steele ym. 2015). Terveet ihmiset kävelevät usein paikasta toiseen ajattelemattaan, ja näin ollen lihasaktiivisuutta syntyy usein kuin huomaamatta. Kävelemisen oppimista voidaan pitää merkittävänä virstanpylväänä lapsen motorisessa kehityksessä: lapsen liikkuminen muun muassa helpottuu ja nopeutuu, ja lapsi pystyy osallistumaan uusiin tehtäviin, toimintoihin ja leikkeihin (Steele ym. 2015). Liikkumistaidot ovat myös edellytys monien erilaisten lajitaitojen oppimiselle (Numminen 1996, 24–28). Vanhempien sekä kasvattajien tulee ymmärtää oma tärkeä roolinsa lapsen liikkumistaitojen oppimisessa. Jo pienille lapsille tulee luoda sellaiset olosuhteet, joissa on tarpeeksi fyysisiä virikkeitä, ja joissa lapsi pääsee vapaasti tutustumaan ympäristöönsä oman kehonsa kautta. Liikkumisen ja leikkien kautta lapsi oppii tuntemaan niin itsensä kuin ympäristönsä. Samalla hän pääsee harjoittamaan kaikkia aistejaan. Liikkuminen voidaan nähdä välttämättömänä tekijänä lapsen persoonallisuuden kehittymiselle. Liikkuminen on inhimillisten toimintojen perusta. (Heleinius 1993, 9–12; Koljonen 2005, 73, 76; Salpa 2007, 9; Wegloop Vainer & Spliid 2008, 12; Zimmer 2009, 26.). Tämän kaksoistutkielman pohjana oli kiinnostus siihen, voidaanko lapsen fyysisen aktiivisuuden määrään ja ennen kaikkea laatuun vaikuttaa muokkaamalla ympäristöä, joissa lapsi liikkuu? Tulisiko esimerkiksi kouluissa pohtia aikaisempaa enemmän välituntien viettopaikan merkitystä lasten fyysiselle aktiivisuudelle ja motoriselle kehitykselle?

Useat tutkijat, kuten esimerkiksi tässä tutkielmassa kävelyn teoriataustana käytetyt Enoka, Shumway-Woollacot, Winter sekä suomalaisista nimistä Numminen, ovat selvittäneet kävelyn oppimisen edellytyksiä, kävelyaskeleen muodostumista sekä kävelylle ominaisia piirteitä. Tutkijat ovat suhteellisen yksimielisiä kävelyyn vaadittavista lihastyötavoista sekä lihasaktiivuuksista (Enoka 2008, 141; Numminen 2005, 123; Shumway-Woollacot 2012, 316–317; Winter 1990). Kävelyä voidaan toki tutkia ja analysoida useasta eri näkökulmasta käsin ja monen eri menetelmän avulla (Shumway-Woollacot 2012, 317). Yleisesti ottaen kävelyn voidaan ajatella olevan jo suhteellisen hyvin tunnettu motorinen taito. Sen sijaan, kun tutkitaan synergistien toimintaa kävelyn aikaa, tutkimustulokset perustuvat suurelta osin jonkin motorisen vajaatoiminnan, esimerkiksi CP-vamman kautta saatuihin tutkimustuloksiin (Houx ym. 2014; McGibbon ym. 2009; Steele ym. 2015). Tulevaisuudessa kävelyä voitaisiin tarkastella

enemmän lihasryhmien koaktivaation kautta: miten muutos yhdessä synergistilihaksessa vaikuttaa muihin lihasryhmän lihaksiin tai esimerkiksi kävelyn koordinaatioon? Tekstiilisten elektrodien avulla on mahdollista tutkia näiden synergistilihasten yhtäaikaista lihasaktiivisuuksia (Finni ym. 2007).

Vaikka seitsemänvuotiaan kävelyn oppimiseen vaikuttavat tekijät, vaiheet sekä kävelyn piirteet ovat yleisesti hyvin tunnettuja (Numminen 2005, 214; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537; Sutherland ym. 1980), kävelyalustan vaikutusta etenkin lasten kävelyyn on tutkittu erittäin vähän. Esimerkiksi Lejeune ym. (1998) sekä Pinnington ym. (2001 & 2005) ovat tutkineet aikuisten kävelyä hiekalla. Leicht ym. (2007) ovat selvittäneet alustan vaikutusta aikuisten kävelynopeuteen. Myös EMG-shortseilla tehdyt tutkimukset painottuvat aikuisilla mitattuihin lihasaktiivisuuksiin. EMG-housujen vaivattomuuden ja luotettavuuden (Finni ym. 2007) perusteella voidaan tässä uudessa sovelluksessa nähdä mahdollisuus lasten kävelyn tarkempaan analysointiin ja laajamittaisempiin alustan vaikutusta selvittäviin tutkimuksiin. Tätä kautta voitaisiin esimerkiksi selvittää, ovatko enemmän metsäympäristössä leikkivät lapset fyysisesti aktiivisempia tai motorisesti taitavampia kuin pääsääntöisesti tavallisella pihalla leikkivät lapset. Tällainen tutkimustieto olisi arvokasta esimerkiksi koulujen opettajille, jotka ohjaavat oppilaita liikkumaan välitunneilla sekä koulun liikuntatunneilla. Tulevaisuudessa voitaisiin keskittyä enemmän myös oppituntien aikaisen taukoliikunnan hyödyntämiseen oppilaiden fyysisen aktiivisuuden kokonaisuuden kasvattamiseksi. Kuten jo aikaisemmin mainittiin, Fjørtoftin & Gundersenin (2007, 202) mukaan ympäristöllä on vaikutusta lasten motoriseen kehitykseen. Liikuntaympäristöinä ulkoliikuntaympäristöt ovat lasten fyysisissä leikeissä tärkeimpiä. Kasvattajien, opettajien ja vanhempien tulisi ymmärtää tämä ympäristöjen vaikutus lasten motorisen kehityksen edistymiselle ja motoristen taitojen omaksumiselle. (Fjørtoftin & Gundersenin 2007, 202–204.)

8.4 Jatkotutkimusaiheita

Lasten kävelyn lihasaktiivisuuksia erilaisilla alustoilla kävelyssä on tähän mennessä tutkittu erittäin vähän. Aikuisilla tehtyjä tutkimuksia löytyy muutamia, esimerkiksi Leichtin ja

Growtherin (2007) ja Slaughter ym. (2012) -tekemät tutkimukset. Lapsen kävely on kehittynyt aikuisen kävelyä vastaavalle tasolle tavallisesti noin seitsemään ikävuoteen mennessä (Dierick ym. 2004; Shumway-Cook & Woollacot 2012, 356–537). Uuden lajitaidon, esimerkiksi kävelyn, opettelu vaatii lapselta edeltävien motoristen perustaitojen hallintaa ja edellyttää hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksien riittävää kehittymistä (Mero ym. 1997). Esimerkiksi kävelyssä kehittyvän lapsen voidaan siis olettaa tekevän aikuisia enemmän lihastyötä. Lasten lihasaktiivisuuksien tarkempi tutkiminen niin uusien motoristen perustaitojen kuin lajitaitojenkin opetteluvaiheessa voi tulevaisuudessa antaa tärkeää tietoa lasten liikkumisesta ja motorisen kehityksen etenemisestä. Matalatehoinen liikunta, jossa lihasaktiivisuustasot nousevat suhteessa korkealle (Finni ym. 2011; Finni 2012), voi olla erittäin merkityksellistä lapsen motorisen kehityksen ja uusien taitojen oppimisen kannalta. Tästä syystä tällainen ”lihasaktiivinen liikkuminen” tulisi tulevaisuudessa laajemmin huomioida esimerkiksi lasten liikunnan suosituksissa.

Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista selvittää, eroavatko lihasaktiivisuudet tyttöjen ja poikien välillä. Kuten jo aikaisemmin mainittiin, tämän tutkimuksen tutkittavien pieni määrä ja epäsuhte sukupuolten välillä (seitsemän tyttöä ja neljä poikaa) olivat syinä siihen, että sukupuolten välisiä eroja ei voitu luotettavasti tutkia. Raudseppin ja Pällin (2006) tutkimuksen mukaan pojille kertyi enemmän reipasta liikuntaa kuin tytöille. Tulos on samansuuntainen suomalaisten koululaisten fyysistä aktiivisuutta tutkineen tutkimuksen kanssa, jonka mukaan suomalaiset 1–2. luokan pojat liikkuvat reippaasti selvästi enemmän kuin tytöt (Tammelin ym. 2013). Molemmissa tutkimuksissa tutkimuskohteena on ollut reippaan liikunnan määrä. Tulevaisuudessa voitaisiinkin keskittyä enemmän siihen, löytyykö sukupuolten väliltä eroja myös kevyemmässä arkiliikunta-aktiivisuudessa. Voitaisiin myös tutkia vielä tarkemmin, onko poikien ja tyttöjen kävelyn lihasaktiivisuuksien välillä eroja. Lisäksi voitaisiin selvittää, ovatko kävelyn lihasaktiivisuudet yhteydessä juoksun lihasaktiivisuuksien kanssa. Tässä tutkielmassa keskityttiin ainoastaan lasten kävelyssä syntyviin lihasaktiivisuuksiin.

Tulevaisuudessa tarvitaan lisää fyysistä aktiivisuutta tutkivia mittauksia, joissa käytetään monipuolisesti niin subjektiivisia kuin objektiivisiakin mittareita. Useiden eri mittareiden käyttäminen lasten fyysisen aktiivisuuden tutkimuksissa parantaa tulosten luotettavuutta (Soini ym. 2014). Kiihtyvyyksimittarin ja EMG-menetelmien avulla tehdyt fyysisen aktiivisuuden mittaukset voivat olla keino kokonaisvaltaisen ja luotettavan lasten fyysistä aktiivisuutta selvittävän tutkimustiedon hankkimiseksi. Tämän tiedon pohjalta voidaan esimerkiksi tarkentaa nykyisiä varhaiskasvatuksen liikunnansuosituksia. Kuten Finnin ym. (2007) tutkimuksesta kävi ilmi, EMG-housujen avulla lihasaktiivisuuksien määrittäminen on entistä vaivattomampaa. Lisäksi reaali- ja pitkäaikainen lihasaktiivisuuksien määrittäminen helpottuvat. Etenkin lapsilla tehtyjä EMG-housumittauksia löytyy vielä vähän. Tulevaisuudessa tulisikin tehdä laajempia lapsia tutkivia ja EMG-mittaukset muihin fyysisen aktiivisuuden mittareihin yhdistäviä tutkimuksia. Lisäksi lasten motorisia taitoja voitaisiin selvittää monipuolisemmin esimerkiksi yhdistämällä KTK-mittarin tulokset uudempaan Test of Gross Motor Development – 2 -mittariin (TGMD-2, Ulrich 2000). TGMD-2 -mittari on yksi käytetyimmistä motorisia perustaitoja mittaavista mittareista. Mittari koostuu kuudesta liikkumistaitoja määrittävästä ja kuudesta välineenkäsittelytaitoja testaavasta testiosiosta, joita ovat muun muassa juokseminen, laukkaaminen, kiinniottaminen ja potkaiseminen. Motoristen perustaitojen tutkimisen lisäksi TGMD-2 -testiä käytetään kliinisenä testinä motorisen kehityksen poikkeavuuksien tunnistamisessa. (Capio, Equia & Simons 2016.) Barnett, Robinson, Webster ja Ridgers (2015) selvittivät TGMD-2 -mittarin luotettavuutta kahdessa sosioekonomisesti, etnisesti ja rodullisesti poikkeavassa ryhmässä (N=111 ja N=110). Tulosten mukaan, vaikka TGMD-2 -mittari mittaa motorisia perustaitoja luotettavasti, tarvitaan lisää vastaavanlaisia tutkimuksia erilaisilla tutkimusjoukoilla. (Barnett ym. 2015.)

Lasten kokonaisvaltaisen kehityksen huomioiva tutkimus luo tietopohjaa vanhemmille, kasvatäjille ja koulujen opettajille. Esimerkiksi koulujen opettajien tulisi huomioida oma merkittävä roolinsa lasten motorisen kehityksen sekä fyysisesti aktiivisen elämäntavan edistäjinä. Jotta voidaan antaa kattavia fyysisen aktiivisuuden suosituksia, on myös tutkimustiedon pohjauttava fyysisen aktiivisuuden ja sen mittaamisen kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen. Tulisiko

nykyisten liikunnansuositusten paremmin huomioida arkiaktiivisuuden sekä kevyemmän liikumisen merkitys lasten päivittäiseen fyysisen aktiivisuuden määrään? Tulisiko kasvattajien, niin vanhempien kuin koulujen opettajien, nähdä aikaisempaa enemmän liikkumisympäristöjen merkitys lasten motoriselle kehitykselle sekä fyysiselle aktiivisuudelle? Pienillä teoilla voi olla suuri merkitys lapsen fyysisen aktiivisuuden määrään (Finni 2012) ja tätä kautta motorisen kehittymisen etenemiseen (Robinson ym. 2015; Stodden ym 2008).

LÄHTEET

- Ahola, M. 2013. Vasara-kirveskansaa. *Opettaja* 20, 22–27.
- Aittasalo, M., Tammelin, T. & Fogelholm, M. 2010. Lasten ja nuorten fyysisen aktiivisuuden arviointi – Menetelmät puntarissa. *Liikunta & Tiede* 47 (1), 11–21.
- Autio, T. 2001. *Liiku ja leiki. Motorisia perusharjoitteita lapsille*. Helsinki: Gummerus.
- Barnett, L., Robinson, L., Webster, E. & Ridgers, N. 2015. Reliability of the pictorial scale of perceived movement skill competence in 2 diverse samples of young children. *Journal of Physical Activity & Health* 12 (8), 1045–1051.
- Breniere, Y. & Bril, B. 1998. Development of postural control of gravity forces in children during the first 5 years of walking. *Experimental Brain Research* 121, 255–262.
- Carley, M. 2010. The relationship between fundamental motor skill development and life time participation in physical activity. *Pennsylvania Journal of Health, Physical Education, Recreation & Dance* 80 (1), 31–33.
- Capio, C., Equia, K. & Simons, J. 2016. Test of gross motor development-2 for Filipino children with intellectual disability: validity and reliability. *Journal of Sports Sciences* 34 (1), 10–17.
- Casey, G., Gibbons, R., Larouche, R., Beate, E., Sandseter, H., Bienenstock, A., Brussoni, M., Chabot, G., Herrington, S., Janssen, I., Pickett, W., Power, M., Stanger, N., Sampson, M. & Tremblay, M. 2015. What is the relationship between outdoor time and physical activity, sedentary behaviour, and physical fitness in children? A

systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (6), 6455–6474.

Caspersen, C.J., Powell, K. & Christenson, G.M. 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 100, 12631.

Clark, J.E. & Metcalfe, J.S. 2002. The mountain of motor development: A metaphor. Teok-sessa J.E. Clark & J.H. Humphrey (toim.) *Motor development: research and reviews*. 2. painos. Reston: National Association of Sport and Physical Education, 163–190.

Das, P. & McCollum, G. 1988. Invariant structure in locomotion. *Neuroscience* 25, 1023–1034.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., Verstuyf J., Vaeyens, R., Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2014. A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity* 22 (6), 1505–1511.

Dierick, F., Lefebvre, C., van den Hecke, A. & Detrembleur, C. 2004. Development of displacement of centre of mass during independent walking in children. *Developmental Medicine & Child Neurology* 46, 533–539.

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.

- Eurofit. 1988. European test of physical fitness. Rome: Council of Europe, Committee for the development of sport.
- 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 Sports Sciences* 26 (14), 1557–1565.
- Ferris, D., Louie, M. & Farley, C. 1998. Running in the real world: adjusting leg stiffness for different surfaces. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 265 (1400), 989–94.
- Ferris, D.P., Liang, K. & Farley, C.T. 1999. Runners adjust leg stiffness for their first step on a new running surface. *Journal of Biomechanics* 32, 787–794.
- 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., Sääkslahti, A., Laukkanen, A., Pesola, A. & Sipilä, S. 2011. Family based tailored counselling to increase non-exercise physical activity in adults with a sedentary job and physical activity in their young children: Design and methods of a year-long randomized controlled trial. *BMC Public* 11:944.
- Finni, T. 2012. Ne pienet päivittäiset lihasaktiivisuusteot. *Liikunta & Tiede* 40 (5), 41–43.
- Finni, T., Laukkanen, A., Pesola, A. & Sääkslahti, A. 2013. Arjen pienet valinnat kartuttavat perheen liikuntaa. *Liikunta & Tiede* 50 (2–3), 32–35.

- Fjørtoft, I. 2001. The natural environment as playground for children: the impact of outdoor play activities pre-primary school children. *Early Childhood Education Journal* 29 (2), 111–117.
- Fjørtoft, I. & Gundersen, K. 2007. Promoting motor learning in young children through landscapes. Teoksessa J. Liukkonen, Y. Auweele, B. Vereijken, D. Alfermann & Y. Theodorakis (toim.) *Psychology for physical educators: student in focus*. 2. painos. USA: Human Kinetics, 201–218.
- Fox, M. & Delp, S. 1993. Contributions of muscles and passive dynamics to swing initiation over a range of walking speeds. *Journal of Biomechanics* 43, 1450–1455.
- Fransen, J., D'Hondt, E., Bourgois, J. Vaeyens, R., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2014. Motor competence assessment in children: Convergent and discriminant validity between the BOT2 Short Form and KTK testing batteries. *Research in Developmental Disabilities* 35, 1375–1383.
- Gallahue, D. & Ozmun, J. 2002. *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. 5. painos. New York: McGraw-Hill Companies.
- Gallahue, D. & Donnelly, F. C. 2003. *Developmental physical education for all children*. 4. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Goodway, J.D. & Branta, C.F. 2003. Influence of a motor skill intervention on fundamental motor skill development of disadvantaged preschool children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 74, 36–46.
- Gottscha, J. & Kram, R. 2003. Energy cost and muscular activity required for propulsion during walking. *Journal of Applied Physiology* 94, 1766–1772.

- Gross, R., Leboeuf, F., Hardouin, J., Lempereur, R., Perrouin-Verbe, B., Remy-Nersis, O. & Brochard, S. 2013. The influence of gait speed on co-activation in unilateral spastic cerebral palsy children. *Clinical Biomechanics* 28 (3), 312–317.
- Hadders-Algra, M. 2010. Variation and variability. Key words in human motor development. *Physical Therapy* 90 (12), 1823–15.
- Haubenstricker, J. & Seefeldt, V. 1986. Acquisition of motor skills during childhood. Teoksessa V. Seefeldt (toim.) *Physical Activity & Well-being*. 1. painos. Reston: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, 42–102.
- Haywood, K.M. 1993. Life span motor development. Champaign IL: Human Kinetics.
- Helenius, A. 1993. Leikin kehitys varhaislapsuudessa. Tampere: Kirjayhtymä.
- Hof, A., Elzinga, H., Grimmius, G. & Halbertsma, J. 2002. Speed dependence of averaged EMG profiles in walking. *Gait and Posture* 16, 78–86.
- Horak, F. & Macpherson, J. 1996. Postural orientation and equilibrium. Teoksessa J. Shepard & L Rowell (toim.) *Handbook of physiology*. New York: Oxford University, 255–292.
- Houx, L., Lempereur, R., Remy-Neris, O., Gross, R. & Brochard, S. 2014. Changes in muscle activity in typically developing children walking with unilaterally induced equinus. *Clinical Biomechanics* 29 (10), 1116–1124.
- Huotari, P., Nupponen, H., Laakso, L. & Kujala, U. 2010. Secular trends in aerobic fitness performance in 13–18 -year-old adolescents from 1976 to 2001. *British Journal of Sports Medicine* 44 (13), 968–972.

- 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: Physical Development & Measurement* 117 (2), 627–646.
- Inkinen, T. 2005. Johdettava polku lasten tietoyhteiskuntaan. Teoksessa A-R. Lahikainen, P. Hietala, T. Inkinen, M. Kangassalo, R. Kivimäki & F. Mäyrä (toim.) *Lapsuus maailmassa – Näkökulmia lasten tietoyhteiskuntaan*. Helsinki: Gaudeamus, 9–18.
- Jaakkola, T. 2010. *Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu*. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Jaakkola, T. 2013. Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen, A. Sääkslahti (toim.) *Liikuntapedagogiikka*. Jyväskylä: PS-kustannus, 162–184.
- Jokinen, S., Kuusela, A. & Lautamatti, V. 1999. ”Sattuuko se?” Lasten kliiniset tutkimukset. Tampere: Tammerpaino Oy.
- Jämsen A., Villberg, J., Mehtälä, A., Soini, A., Sääkslahti, A. & Poskiparta, M. 2013. 3–4 -vuotiaiden fyysinen aktiivisuus päiväkodissa eri vuodenaikoina sekä varhaiskasvattajan kannustuksen yhteys lasten fyysiseen aktiivisuuteen. *Journal of Early Childhood Education Research* 2 (1), 63–82.
- Kalaja, S., Jaakkola, T. & Liukkonen J. 2009. Motoriset perustaidot peruskoulun seitsemäsluokkalaisilla oppilailta. *Liikunta & Tiede* 46 (1), 36–44.
- Fyysisen aktiivisuuden suositus kouluikäisille 7–18 -vuotiaille. 2008. Lasten ja nuorten liikunnan asiantuntijaryhmä, Opetus- ja kulttuuriministeriö ja Nuori Suomi.

- Kangasniemi, A. & Kauravaara, K. 2014. Toimiiko terveystuokuntasuositus vähän liikkuvien aikuisten kannustimena? *Liikunta & Tiede* 51 (4), 25–31.
- Kautiainen, S., Koivisto, A., Koivusilta, L., Lintonen, T., Virtanen, S. & Rimpelä, A. 2009. Sociodemographic factors and a secular trend of adolescent overweight in Finland. *International Journal of Pediatric Obesity* 4, 360–370.
- Kepple, T., Siegel, K. & Stanhope, S. 1997. Relative contributions of the lower extremity joint moment to forward progression and support during gait. *Gait Posture* 6, 1–8.
- 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.
- Keskinen, E. 1995. Taitojen oppiminen. Teoksessa J. Kuusinen (toim.) *Kasvatuspsykologia*. 4. painos. Juva: WSOY, 70–94.
- Kiphard, E. & Schilling, F. 1974. *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz Test.
- Kiphard, E. & Schilling, F. 2007. *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz-Test.
- Kiphard, E. & Schilling, F. 2007. *Ergänzung zum Körperkoordinationstest für Kinder*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Klein, C., Peterson, L., Ferrekk, 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.

- Koljonen, M. 2005. Psykomotorisen harjaannuttamisen mahdollisuudet. Teoksessa P. Rintala, T. Ahonen, M. Cantell, A. Nissinen (toim.) *Liiku ja opi. Liikunnasta apua oppi liikkumisvaikeuksiin*. Keuruu: Otava.
- Koster, A., Caserotti, P., Patel, K., Matthews, C., Berrigan, D., Van Domelen, D., Brychta R., Chen, K. & Harris, T. 2012. Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. *PLoS One* 7 (6), 37696.
- Kowalski, K., Crocker, P. & Donen, R. 2004. *The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual*. Saskatoon, SK: University of Saskatchewan.
- Larson, L., Green, G. & Cordell, H. 2011. Results and implications of the national kids survey. *Journal of Park and Recreation Administration* 29 (2), 1–20.
- LASERI. 2013. Lasten Sepelvaltimotaudin Riskitekijät -projekti. Viitattu 12.1.2015. <http://youngfinnsstudy.utu.fi/suomeksi.html>
- 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.
- Leicht, A. & Growther, R. 2007. Pedometer accuracy during walking over different surfaces. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39 (10), 1847–1850.
- Lejeune, T., Willems P. & Heglund N.C. 1998. Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *The Journal of Experimental Biology* 201, 2071–2080.

- Levine, J., Schleusner, S. & Jensen, M., 2000. Energy expenditure of nonexercise activity. *The American Journal of Clinical Nutrition* 72 (6), 1451–1454.
- Liikanen, V. & Rannikko, A. 2015. Vaihtoehtolajit nuorten liikunnallisena elämäntapana. *Liikunta & Tiede* 52 (1), 47–54.
- Lloyd, M., Saunders, T., Bremer, E. & Tremblay, M. 2014. Long-Term importance of fundamental motor skills: A 20-year follow-up study. *Adapted Physical Activity Quarterly* 31, 67-78.
- Magill, R. 2011. *Motor learning and control: Concepts and applications*. Boston: McGraw-Hill.
- Maksimovic, A., Hanewinkel, R., Verlinden, V., Ligthart, S., Hofman, A., Franco, O., Doorn, P., Tiemeier, H., Dehghan, A. & Ikram, M. 2015. Gait characteristics in older adults with diabetes and impaired fasting glucose: The Rotterdam Study. *Journal of Diabetes and its Complications*. 30 (1): 61–6. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2015.10.006.
- Malina, R., Bouchard, C. & Bar-Or, O. 2004. *Growth, Maturation and Physical Activity*. 2. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McGibbon, N., Benda, W., Duncan, B. & Silkwood-Sherer, D. 2009. Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 90 (6), 966–974.
- McMahon, T. 1984. *Muscles, reflexes and locomotion*. Princeton, NJ: Princeton University.

- Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. 1997. Nykyaikainen Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Mero Oy.
- Minkkinen, L., Jokinen, S., Muurinen, E. & Surakka, T. 1997. Lasten Hoitotyö. 4. painos. Tampere: Tammerpaino Oy.
- Mäki, P., Hakulinen-Viitanen, T., Kaikkonen, R., Koponen, P., Ovaskainen, M., Sippola, R., Virtanen, S. & Laatikainen, T., LATE-työryhmä. 2010. Lasten terveys -tutkimuksen perustulokset lasten kasvusta, kehityksestä, terveydestä, terveystottumuksista ja kasvuympäristöstä. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Helsinki: Yliopistopaino.
- Nicol, V., Avela, J. & Komi P.V. 2006. The stretch-shortening cycle: A model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. *The American Journal of Sports Medicine* 36 (11), 977–999.
- Neptune, R., Kautz, S. & Zajac, F. 2001. Contributions of the individual ankle plantar flexor to support, forward progression and swing initiation during walking. *Journal of Biomechanics* 34, 1387–1398.
- Numminen, P. 1995. Alle kouluikäisten lasten havaintomotorisia ja motorisia perustaitoja mittaavan APM-testistön käsikirja. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 98. Jyväskylä: LIKES-Research Reports on Sport and Health 98.
- Numminen, P. 1996. Kuperkeikka varhaiskasvatuksen liikunnan didaktiikkaan. Helsinki: Lasten Keskus.
- Numminen, P. 2005. Avaa ovi lapsen maailmaan. Kysellään, ihmetellään ja liikutaan yhdessä. Tampere: Pilot-kustannus.

- Nupponen, H., Soini, H. & Telama, R. 1999. Koululaisten kunnan ja liikehallinnan mittaaminen. Jyväskylä: LIKES–Research Reports on Sport and Health 118.
- Nupponen, H. 2004. Kuntotestaus koulussa. Teoksessa K. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156, 197–203.
- Oliver, M., Schofield, G. & Kolt, G. 2007. Physical activity in preschoolers: Understanding prevalence and measurement issues. *Sports Medicine* 37, 1045–1070.
- Patla, A. 1991. Understanding the control of human locomotion: a prologue. Adaptability of human gait. Amsterdam: North-Holland, 3–17.
- Patla, A. 1997. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. *Gait Posture* 5, 54–69.
- Perry, J. 1992. *Gait Analysis. Normal and pathological gait*. Thorofare: SLACK Incorporated.
- Perry, J. & Burnfield, J. 2010. *Normal and Pathological function*. Thorofare, NJ: Slack.
- Pinnington, H. & Dawson, B. 2001. Running economy of elite surf iron men and male-runners, on soft dry beach sand and grass. *European Journal of Applied Physiology* 86 (1), 62–70.
- Piispa, M. 2015. “Vapaasti olen saanut valita eikä mihinkään ole pakotettu” – katsaus suomalaisen huippu-urheilijan elämäntilanteeseen. Teoksessa M. Piispa & H. Huhta (toim.) *Epätavallisia elämäntilanteita – Huippu-urheilijat ja -taiteilijat 2000-luvun Suomessa*. Nuorisotutkimusverkosto/Nuorisotutkimusseura julkaisu 134, 13–56.

- Pinnington, H., Lloyd, D., Besier, T. & Dawson, B. 2005. Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. *European Journal of Applied Physiology* 94, 242–253.
- Pyykkönen, T., Perähuhta, M., Högström, H. & Lehtinen, P. 2013. Mikä tekee liikuntaympäristöstä merkittävän? Teoksessa T. Pyykkönen (toim.) *Liikuntaympäristöt kulttuuriperintönä -opas arviointiin*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 170, 34–43.
- Raudsepp, L. & Päll, P. 2006. The relationship between fundamental motor skills and outside-school physical activity of elementary school children. *Pediatric Exercise Science* 18 (4), 426–435.
- Roberts, I. 1996. Children and sport. Walking to school has future benefits. *British Medical Journal* 312 (7040), 1229.
- Robinson, L., Stodden, D., Barnett, L., Lopes, V., Logan, S., Rodrigues, L. & D'Hondt, E. 2015. Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine* 45 (9), 1273–1284.
- Roncesvalles, M., Woollacot, M. & Jensen, J. 2000. The development of compensatory stepping skills in children. *Journal of Motor Behavior* 32, 100–111.
- Roth, K., Ruf, K., Obinger, M., Mauer, S., Ahnert, J., Schneider, W. & Hebestreit, H. 2010. Is there a secular decline in motor skills in preschool children? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 20 (4), 670–678.
- Salpa, P. 2007. *Lapsen liikkumisen kehitys. Ensimmäinen ikävuosi*. Helsinki: Tammi.

- 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. *Bio-Med Central Public Health* 11, 485–498
- Schmidt, R. & Lee, T. 1999. *Motor control and learning*. 3. painos. Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt, R. & Wrisberg, C.. 2004. *Motor learning and performance: a problem-based learning approach*. Champaign,IL: Human Kinetics.
- Scully, D. & Newell, K. 1985. Observational learning and the acquisition of motor skills: towards a visual perception perspective. *Journal of Human Movement Studies* 11, 169–186.
- Shirley, A. 2011. Walking to school may help kids lower stress. *Fitness Journal* 8 (1), 83.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. 2012. *Motor control. Translating research into clinical practice*. 4. painos. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Slaughter, S., Butler, P., Capozzella, H., Nguyen, A. & Hutcheson, L. 2012. The comparative gait effects of select walking surfaces using kinetic and EMG analyses. *Human Movement* 13 (3), 198–203.

- Soini, A., Kettunen, T., Mehtälä, A., Sääkslahti, A., Tammelin, T., Villberg, J. & Poskiparta, M. 2012. Kolmevuotiaiden päiväkotilasten mitattu fyysinen aktiivisuus. *Liikunta & Tiede* 49 (1), 52–58.
- Soini, A. 2015. Always on the move? Measured physical activity of 3-year-old preschool children. University of Jyväskylä. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 216.
- Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), Opetusministeriö, Nuori Suomi ry. 2005. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita. Varhaiskasvatuksen liikunnan suositukset. Helsinki: Yliopistopaino.
- Steele, K., Rozumalski, A. & Schwartz, M. 2015. Muscle synergies and complexity of neuromuscular control during gait in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*: doi:10.1111/dmcn.12826.
- 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 physical activity: An emergent relationship. *Quest* 60 (2), 290–306.
- Sutherland, D., Olshen, R., Cooper, L. & Woo, S. 1980. The development of mature gait. *Journal of Bone and Joint Surgery* 62, 336–353.
- Sutherland, D. 2001. The evolution of clinical gait analysis Part I: Kinesiological EMG. *Gait and Posture* 14, 61–70.
- Sutherland, D. 2002. The evolution of clinical gait analysis Part II: Kinematics. *Gait and Posture* 16, 159–179. Physical activity, sedentary behavior and academic perfor-

mance in Finnish children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45 (11), 2098–2104.

Tammelin, T., Laine, K. & Turpeinen, S. (toim.) 2013. Oppilaiden fyysinen aktiivisuus. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 272. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES.

Telama, R., Xiaolin, Y., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., Viikari, J. & Raitakari, O. 2014. Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46 (5), 955–962.

Tervo, E. & Pehkonen, M. 2002. Telinevoimistelu. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson, T. Huovinen & L. Kytökorpi (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. Porvoo: WSOY, 245–262.

Thelen, E. & Smith, L. 1994. A dynamic system approach to the development of cognition and action. Cambridge: MIT Press.

Tikkanen, O., Haakana, P., Kärkkäinen, S., Kallinen, M., Pullinen, T. & Finni, T. 2014. EMG, heart rate and accelerometer as estimators of energy consumption in locomotion. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 46 (9), 1831–1839.

Turpeinen, S., Lakanen, L., Hakonen, H., Havas, E. & Tammelin, T. 2013. Matkalla kouluun. Peruskoululaisten koulumatkat ja aktiivisten kulkutapojen edistäminen. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 271. Jyväskylä: Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö LIKES.

Ulrich, D. 1985. *Test of gross motor development*. Austin, TX: Pro-Ed.

- Ulrich, D. 2000. Test of gross motor development. 2. painos. Austin, TX: Pro-Ed.
- U.S Department of Health and Human Services. 2012. Physical activity guidelines for Americans midcourse report. Strategies to increase physical activity among youth. Viitattu 28.8.2014. www.health.gov.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R. & Matthys, S. 2011. The KörperkoordinationsTest für Kinder: Norms and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 21, 378–388.
- Vandroppe, B., Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2012. The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *Journal of Sports Sciences* 30 (5), 497–455.
- Vlutters, M., Boonstra, T., Schouten, A. & Kooij, H. 2015. Direct measurement of the intrinsic ankle stiffness during standing. *Journal of Biomechanics* 48 (7), 1258–1263.
- Wang, Y. & Lobstein, T. 2006. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity* 1, 11–25.
- Waxman, J., Schmitz, R. & Shultz, R. 2015. The interday measurement consistency of and relationships between hamstring and leg musculo-articular stiffness. *Journal of Applied Biomechanics* 31, 340–348.
- Wegloop Vainer, M. & Spliid, L. 2008. Leikitä vauvaa. Liikuntaleikkejä 0–12 kuukauden ikäisille. Helsinki: WSOY.

- Williams, H., Pfeiffer, K., O'Neill, J., Dowda, M., McIver, K., Brown, W. & Pate, R. 2008. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity* 16 (6), 1421–1426.
- Winter, D. 1984. Kinematic and kinetic patterns of human gait: variability and compensating effects. *Human Movement Science* 3, 51–76.
- Winter, D. & Yack, H. 1987. EMG profiles during normal human walking: stride-to-stride and inter-subject variability. *The Journal Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 67 (5), 402–411.
- Winter, D. 1990. *Biomechanics and motor control of human movement*. New York, Wiley: 80–84.
- World Health Organization (WHO). 2011. *Global recommendations on physical activity for Health*. WHO:n julkaisu 2010. Viitattu 28.8.2014. www.who.int.
- Xiong, Q., Wu, X., Nong, X., Zeng, S., Wan, X., Zheng X & Hou W. 2015. Antagonist muscle co-activation of limbs in human infant crawling: A pilot study. 37th Annual International Conference of the IEEE. Engineering in Medicine and Biology Society: doi: 10.1109/EMBC.2015.7318806; 2115–2118.
- Zimmer, R. 2011. *Psykomotoriikan käsikirja – Teoriaa ja käytäntöä lasten psykomotoriseen tukemiseen*. Keuruu: Otava.

LIITTEET

Jyväskylän yliopisto

Liite 1

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 Mäkäräinen, valmennus- ja testausopin sekä liikuntapedagogiikan pääaineopiskelija
- Elina Heikkinen, valmennus- ja testausopin sekä liikuntapedagogiikan pääaineopiskelija

2 Tutkimuksen taustatiedot

Tutkimuksessa pyritään selvittämään 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 haittaa lapsen luonnollista liikkumista ja leikkimistä. Se toimii äänettömästi, 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:

Lihasakiivisuuden mittaus: Lapsille on käytettävissä 120 cm kokoa olevat shortsit, joiden sisäpinnalla on lihasaktiivisuutta mittaavia EMG elektrodeja. Elektrodien ja ihon väli-pintaan laitetaan signaalin kulkua helpottavaa voidetta. Voide voi harvoin aiheuttaa al-lergisen reaktion. Voiteena voidaan käyttää myös Erioil-perusrasvaa, 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 mi-tään seuraamuksia. Tutkimuksen järjestelyt, tulosten käsittely ja raportointi ovat luottamuk-sellisia. 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 ta-hansa.

9 Vakuutukset

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

Fyysisen aktiivisuuden mittaaminen EMG-housuilla 7-vuotialta lapsilta

HUOLTAJIEN SUOSTUMUS LAPSEN OSALLISTUMISESTA TUTKIMUKSEEN

Lapsen huoltajana olen perehtynyt tutkimuksen tarkoitukseen ja lapseen kohdistuviin mittauksiin (liikunta-aktiivisuuden mittaus vyötärölle kiinnitettävällä kiihtyvyyssantu-rilla 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 _____

Osoite _____

Päiväys

Huoltajan1 allekirjoitus

Nimen selvennys

Päiväys

Huoltajan2 allekirjoitus

Nimen selvennys

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus

Haluaisimme mitata 1. luokan lasten liikkumista yhden päivän ajan syksyllä 2014 ja toisen päivän kevättalvella 2015. Etsimme noin kahtakymmentä vapaaehtoista lasta Keski-suomalaisen koulun ensimmäiseltä luokalta. Tavoitteenamme on saada tietoa lasten fyysisen aktiivisuuden laadusta tarkastelemalla jalkojen lihasten lihasaktiivisuuksia. Tutkimuksemme kuuluu yksi alkumittauskertaa, 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-housut 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 henkilöllisyystiedot pidetään hyvän tutkimusetiikan mukaisesti salassa.

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



EMG-housut



Referenssi-
Elektrodi

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
LAPSENI EI SAA OSALLISTUA TUTKIMUKSEEN

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

Elina Heikkinen
Liikuntabiologian ja liikuntapedagogiikan opiskelija
Jyväskylän yliopisto

TASAPAINOILU TAAKSEPÄIN

Valmistautuminen

Ohjaaja asettaa valmiiksi kolme palkkia (leveys 6 cm, 4,5 cm, 3 cm). Ensin tehtävässä käytettävän 6 cm leveän palkin pätyyn kiinnitetään tehtävän 4 levy.

Laita palkit noin **metrin** päähän seinästä (aloituspaikka)

Testin suoritus

Kutakin palkkia pitkin kuljetaan takaperin 3 hyväksytyä suorituskertaa. Ohjaaja *demonstroi* tehtävän tasapainoilemalla *etuperin* 6 cm:n levyisellä palkilla päätylevylle asti, jolla seisoo hetken jalat yhdessä ja sitten tasapainoilee *takaperin* palkkia pitkin.

Kullakin eri levyisellä palkilla lapsi harjoittelee ohjaajan mallin mukaan; kerran *etuperin* ja *takaperin*.

Testiä harjoiteltaessa lapsen tulee kulkea taaksepäin palkin päähän asti (jos astuu lattiaan, jatkaa samasta kohdasta), jotta hän oppii arvioimaan palkin pituuden ja tottuu tasapainoiluun.

Mutta jos lapsi 3 varsinaisen testikerran aikana astuu sivuun palkilta tai kiinnikkeille toisella tai molemmilla jaloilla, hänen on siirryttävä takaisin päätylevylle ja aloitettava seuraava yritys, Kutakin palkkia kohden esiharjoituskertoja on 1 eteenpäin ja 1 taaksepäin, suoritusta mittaessa tasapainoillaan 3 x taaksepäin. Yhteensä siis arvioidaan 9 hyväksytyä suoritusta.

Ohjeistus

- harjoitellaan ensin tasapainoilua
- kulje palkkia *etuperin* levyllä asti
- jää sinne rauhassa seisomaan, jalat vierekkäin
- sitten kuljet varovasti *takaperin* palkkia pitkin ja yrität olla astumatta sivuun
- kun on harjoiteltu, menet taas levyllä seisomaan ja kuljet palkkia *takaperin*
- minä lasken montako askelta pääset astumatta sivuun
- jos kosket jalalla lattiaa tai palkin alla olevia kiinnikkeitä, siirryt heti takaisin levyllä ja aloitat alusta

Arviointi

Takaperin kuljettaessa askelten lukumäärä lasketaan seuraavasti:

- lapsi seisoo rauhassa päätylevyllä
- ensimmäisen jalan siirtoa ei lasketa pisteeksi
- vasta kun toinen jalka siirtyy levyllä palkille (varsinainen tasapainoilu alkaa), ohjaaja laskee ääneen pisteet (askeleet)
- askeleet lasketaan kunnes jompikumpi jalka osuu sivuun tai lapsi pääsee 8 pisteeseen (130 lapsesta ei kukaan kulkenut 3 metrin palkkia alle 8 askeleella)

- jos lapsi kulkee palkin alle 8 askeleella hänelle merkitään 8 pistettä

Tulokset

Tulokset kolmesta hyväksytystä suorituksesta per palkki kirjataan testauspäiväkirjaan ja lasketaan yhteen. Kunkin palkin summat lisätään lopuksi tutkimuslomakkeen kokonaispistemäärään.

Kutakin suorituskertaa ja palkkia kohti voi saada max 8 pistettä, kokonaispistemäärä on siis $3 \times 3 \times 8 = 72$.

Jos ohjaajalla on syytä epäillä, että lapsi on astunut sivuun esim. epähuomiossa ennen kuin hänen taitonsa edellyttäisivät, voidaan suoritus uusida, mutta vain 1-2 kertaa.

YHDELLÄ JALALLA HYPPELY

Valmistautuminen

Ohjaaja asettaa 12 superlonlevyä valmiiksi.

Testin suoritus

Hypätään yhdellä jalalla yhden tai useamman superlonlevyn yli.

Ohjaaja näyttää tehtävän hyppäämällä superlonlevyn yli yhdellä jalalla. Vauhtia otetaan noin 1.5 metriä ja levy on poikittain hyppysuuntaan nähden.

Arvioitavien suoritusten aloituskorkeus riippuu esiharjoitusten tuloksesta ja lasten iästä. Näin eri-ikäisille lapsille tulee suunnilleen sama määrä yrityksiä ennen kuin he saavuttavat max. suoritustasonsa. Molemmilla jaloilla esiharjoitellaan 1-2 kertaa.

Yli 6-vuotiailla 1-2 esiharjoituskertaa 5cm:n korkeudelta (1 superlonlevy) molemmilla jaloilla erikseen. Jollei harjoitushyppy onnistu, 1. testihypyn aloituskorkeus = 0 cm; jos harjoitushyppy onnistuvat, lapsi aloittaa testihypyt iälle suositeltavasta aloituskorkeudesta.

Jollei 1. testihyppy onnistu suositellusta aloituskorkeudesta, yritys mitätöidään ja lapsi aloittaa 1. hyväksytyt yrityksen 5 cm:stä.

Suosittelvat aloituskorkeudet:

7v 10cm kaksi levyä

8v 15cm kolme levyä

9v 20cm neljä levyä

10v 25cm viisi levyä

Lapsi tarvitsee noin 1.5 m vauhdinottoon ennen hyppyä. Ohjaaja painaa levyä aluksi näkyvästi, niin että lapsi ymmärtää tehtävän olevan vaaraton. Lapsen on hypättävä **ylityksen jälkeen vähintään 2 x samalla jalalla**, vasta tämän jälkeen tehtävä katsotaan hyväksytyksi. Jos ohjaaja arvelee, ettei lapsi ole ymmärtänyt kahden jälkihypyn kuuluvan suoritukseen, suoritus voidaan mitätöidä ja uusida, kun se on vielä kerran ohjeistettu ymmärrettävästi.

Kukin korkeus korkeintaan 3 yritystä per jalka.

Ohjeistus

- Ala hyppiä yhdellä jalalla tästä
- hyppää vauhdilla yhdellä jalalla superlonien yli ja jatka vielä sen jälkeen vähintään 2 hyppyä samalla jalalla
- Koko aikana et saa koskea toisella jalalla maahan, se katsotaan virheeksi

Arviointi

Kussakin korkeudessa suoritus arvioidaan seuraavasti:

- onnistunut 1. yritys 3 pistettä
- onnistunut 2. yritys 2 pistettä
- onnistunut 3. yritys 1 piste

5cm ja korkeammissa aloituskorkeuksissa:

- jos 1. yritys onnistuu, kaikista alemmista korkeuksista annetaan 3 pistettä, koska oletetaan, että myös ne olisivat ylittyneet
- näin vanhempien lasten ei tarvitse hypätä selvästi useampia kertoja kuin nuorempien

Miinusta

- jos toinen jalka koskee maata
- jos superlonit kaatuvat
- alle 2 hyppyä ylityksen jälkeen

Jos 3 yritystä epäonnistuu tietyssä korkeudessa, tehtävää jatketaan vain, jos kahdesta aiemmasta korkeudesta on saatu yhteensä vähintään 5 pistettä. Muuten tehtävä lopetetaan. Tämä koskee erikseen vasenta ja oikeaa jalkaa. Pisteet kirjataan testauspäiväkirjaan ja lasketaan lopuksi yhteen.

Mikäli lapsi hyppää yli 12 superlonlevystä, niin (60cm) maksimipistemäärä on 39 per jalka eli yhteensä 78 pistettä.

SIVUTTAINEN TASASJALKAHYPPELY

Valmistautuminen

Ohjaaja asettaa kumimaton lattialle ja ottaa sekuntikellon esille.

Testin suoritus

Hypitään tasajalkaa edestakaisin sivuttain puuriman yli mahdollisimman nopeasti 15 sekunnin aikana.

Ohjaaja näyttää suorituksen asettumalla maton toiselle puolelle riman viereen ja hyppimällä tasajalkaa edestakaisin sen yli.

Esiharjoitus 5 hyppyä.

Huomioi

- jalkojen eriaikaista lattiasta irtautumista tai alastuloa on vältettävä, mutta sitä ei katsota virheeksi, jos molemmat jalat kuitenkin viedään riman yli toiselle puolelle

- ohjaaja kuitenkin tällöin neuvoo tehtävän suorituksen lapselle uudelleen ymmärrettävästi
- jos lapsi koskettaa rimaa, astuu ulos matolta tai keskeyttää hetkeksi, suoritusta ei keskeytetä, vaan ohjaaja kehottaa lasta välittömästi jatkamaan ("Jatka, jatka")
- jollei lapsi edelleenkaan noudata ohjeita, suoritus keskeytetään, ohjeistus ja demonstraatio toistetaan, minkä jälkeen lapsi yrittää uudestaan
- jos suoritukseen vaikuttavat ulkoiset häiriötekijät (esim. yhtäkkinen melu), suoritus mitätöidään ja toistetaan, max 2 mitätöityä suoritusta

Yhteensä 2 hyväksyttyä suoritusta

- asetu jalat yhdessä riman viereen seisomaan
- kun annan merkin, ala hyppiä sivuttain riman yli edestakaisin niin nopeasti kuin pystyt
- lopeta kun sanon SEIS
- jos astut vahingossa rimalle, älä lopeta vaan jatka hyppimistä

Arviointi

Testauspäiväkirjaan merkitään kahden hyväksytyyn 15 sekunnin pituisen suorituskerran hyppyjen määrä (hyppy yhteen suuntaan = 1 piste, takaisin = 2. pist jne)

Kahden hyväksytyyn suorituksen hyppyjen määrät lasketaan yhteen.

SIVUTTAINEN SIIRTYMINEN

Valmistautuminen

Levyt asetetaan lattialle vierekkäin, väliin jää noin ½ levyn leveyttä. Siirtymissuunnassa on oltava 3-4 metriä tilaa. Sekuntikello valmiina.

Testin suoritus

Tehtävään kuuluu 2 hyväksyttyä suoritusta, kumpikin 20 sekuntia

- levyjä siirretään mahdollisimman monta kertaa sivuttain toistensa yli
- ohjaaja näyttää ensin:
 - ohjaaja asettuu (edessään olevalle) oikeanpuoleiselle levyille
 - ottaa **molemmilla käsillä** kiinni vasemmanpuoleisesta levystä ja siirtää sen oikealle puolelleen
 - sitten hän siirtyy tuolle oikeanpuoleiselle levyille, tarttuu vasempaan levyyn jne.
- **lapsi saa päättää onko siirtymissuunta oikealle vai vasemmalle, mutta se on sama kummallakin suorituskerralla**
- ohjaaja korostaa, että kyse on ennen kaikkea nopeudesta, esim. levyn asettaminen liian kauan/lähelle/suoraan voi hidastaa suoritusta
- 2 suoritusta peräkkäin, kumpikin 20 sekuntia
- suoritusten välillä ainakin 10 sekunnin tauko
- ohjaaja laskee pisteet ääneen
- ohjaaja on kasvokkain lapsen päin (miehellään max 2 metrin päässä) ja siirtyy mukana lapsen valitsemaan suuntaan

- näin levyt siirtyvät sivusuunnassa eivätkä eteenpäin
- voit käyttää hyväksesi myös lattiassa olevia viivoja, jotta suoritus varmasti siirtyy sivusuunnassa
- ohjaajan demonstraation jälkeen seuraa harjoitteluvaihe, jossa lapsi siirtää levyä 3-5 kertaa

Huomioitavaa

- jos ulkoiset häiriötekijät vaikuttavat merkittävästi lapsen tarkkaavaisuuteen, suoritusta ei arvostella ja se uusitaan
- jos lapsi ottaa tukea kädellä, koskee lattiaan jalalla, kompuroi, kaatuu tai siirtää levyä yhdellä kädellä, ohjaaja kehottaa lasta jatkamaan ("JATKA, JATKA")
- jos lapsi käyttää toistuvasti vain yhtä kättä levyn siirtämiseen, ohjaaja korjaa heti "Käytä molempia käsiä"
- jollei lapsi edelleenkään noudata ohjeita, suoritus keskeytetään ja toistetaan ohjeistuksen tai demonstraation jälkeen
- max 2 mitätöityä suoritusta

Ohjeistus

- nyt siirrytään ison vesilammikon yli kastelematta jalkoja
- astu tälle levyille
- tartu molemmin käsin toiseen levyyn ja siirrä se toiselle puolellesi
- sitten siirryt sille levyille, jonka siirsit, ja siirrä ensimmäisen levyn sen yli viereesi
- harjoitellaan ensin
- minä lasken pisteet ääneen
- yritä siirtää levyjä mahdollisimman monta kertaa, koska kerrat lasketaan
- jalat eivät saa osua lattiaan
- kun olen antanut merkin, ala siirtää levyjä niin nopeasti kuin pystyt, kunnes sanon SEIS

Arviointi

- lasketaan sekä vanerilevyn että vartalon siirtokerrat kummankin 20 sekunnin suorituksen aikana
 - 1. piste kun vasemmalta siirretty levy koskee lattiaa lapsen ollessa oikealla puolella
 - 2. piste kun lapsi on siirtänyt molemmat jalkansa seuraavalle levyille
 - 3. piste kun lapsi on taas siirtänyt levyn vasemmalta oikealle
- jne.
Kahden hyväksytyyn suorituksen pisteet merkitään testauspäiväkirjaan ja lasketaan yhteen.

KYSELYLOMAKE:

Liite 4

Nimi _____

Koulu _____

Luokka _____ (esim. 1C)

Ikä _____ vuotta

Lomakkeen täyttöpäivämäärä _____

1. Sukupuoli

· poika

· tyttö

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



kävellen



polkupyörällä



autolla

muuten, miten? _____

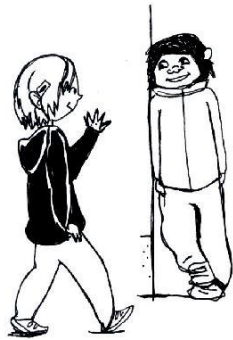
3. Mitä teit viimeisellä välitunnilla? Valitse vain yksi vaihtoehto.



istuin



juoksin pelissä/leikissä



kävelin



pallottelin

jotain 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 liikunta-
harrastuksessa

jotain muuta, mitä? _____

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



tein läksyjä



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

kuvaamataidetta

käsityötä

liikuntaa, mitä? _____

jotain muuta, mitä?

7. Montako kertaa viikossa sinulla on liikuntaharrastuksia?

0	1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

