

**KOORDINAATIO, KETTERYYS JA DYNAAMINEN TASAPAINO SUOMALAISIL-  
LA URHEILUSEURASSA URHEILEVILLA NUORILLA**

Toni Ruokanen & Juhani Salo

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma

Liikuntakasvatuksen laitos

Jyväskylän Yliopisto

Kevät 2016

## TIIVISTELMÄ

Ruokanen, T. & Salo, J. 2016 Koordinaatio, ketteryys ja dynaaminen tasapaino suomalaisilla urheiluseurassa urheilevilla nuorilla. Liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma, 63 s.

Liikuntataitojen oppiminen on yksi liikuntakasvatuksen tärkeimmistä tavoitteista. Hyvät liikuntataidot auttavat liikunnallisen elämäntavan omaksumisessa ja arjessa selviytymisessä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia suomalaisten urheiluseurassa urheilevien lasten ja nuorten koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa KTK-testillä (Körperkoordinationstest für Kinder) mitattuna.

Tutkimuksen aineistona käytettiin sekundaariaineistoa, jossa 8–19-vuotiaita (n=1097, poikia 364, tyttöjä 733, ka  $12,58 \pm 1,80$  vuotta) urheiluseurassa urheilevia lapsia ja nuoria oli mitattu KTK-testillä. Aineisto kerättiin syksyn 2013 ja kevään 2014 aikana ja kyseessä on poikkileikkaustutkimus. Aineiston keräämiseen käytetyt koulut olivat ala- ja yläkouluja Helsingin, Espoon ja Hyvinkään kaupungeista. Lisäksi aineistoa saatiin Kisakallion urheiluopistolla pidentyistä jääkiekon Pikkupohjola -kartoitustapahtumista. Tutkimuksessa vertailtiin eroja KTK-testin tuloksissa neljän eri lajin välillä, jotka olivat uinti, voimistelu, jääkiekko ja jalka- ja koripallo. Eroja verrattiin myös sukupuolten välillä KTK-testin tuloksissa sekä iän yhteyttä KTK-testin tulokseen.

Tutkimuksen päätulokseksi saatiin, että uimarit ja voimistelijat erosivat tilastollisesti merkitsevästi muista ryhmistä paremmilla pisteillä KTK-testin kokonaistuloksessa ( $p < 0.001$ ). Sukupuolten välisessä vertailussa tytöt menestyivät tilastollisesti merkitsevästi poikia paremmin KTK-testin kokonaistuloksessa, sekä osatesteistä esteen yli kinkkauksessa, sivuttaissiirtymisessä sekä tasapainoilussa takaperin, kun taas pojat olivat parempia sivuttaishyppelyssä. Iän lisääntyessä KTK-testin kokonaistulos kasvaa, mutta saavuttaa 11–14-vuoden kohdalla tasanvaiheen jonka jälkeen jatkaa jälleen kasvua.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että eri urheilulajien harrastaminen kehittää koordinaatiota eri tavoin. Yllättävä tulos oli uimareiden hyvä menestyminen KTK-testissä. Tämä selittyy uimareiden korkealla kilpailutasolla. Sukupuolen yhteyttä koordinaation kehittymiseen perustellaan poikien ja tyttöjen erilaisilla harrastustaustoilla. Iän yhteyttä koordinaation kehittymiseen pohditaan lasten ja nuorten motorisella kehittymisellä sekä harjoitustuntien kertymisellä. Kuitenkin tutkimuksen rajoitusten takia, tuloksia ei voida yleistää. Lisää tutkimusta tarvitaan urheilulajin ja koordinaation yhteydestä.

Asiasanat: motoriset taidot, KTK-testi, koordinaatio, ketteryys, dynaaminen tasapaino

## ABSTRACT

Development of motor skills is one of the prime goals of physical education. Good motor skills help adopting physically active lifestyle and coping everyday life. The aim of this research is to study coordination skills, agility and dynamic balance of Finnish children and youngsters participating in sports clubs measured by KTK-test (Körperkoodinationstest für Kinder).

This study was a cohort study. Data of this study was secondary data, of which 8—19-year old children and youngsters involved in sports club activity (n=1097, boys 364, girls 773, mean  $12,58 \pm 1,80$  years) were measured with KTK-test. Data was gathered during autumn 2013 and spring 2014. Data was gathered from primary and secondary schools from area of Helsinki, Espoo and Hyvinkää. In addition, data was received from Pikkupohjola talent identification events, which were held in Kisakallio sports academy. Differences in the results of KTK-test were studied between four sport categories, which were swimming, gymnastics, soccer + basketball and ice hockey. Differences between genders and age in KTK-test were also studied.

The main result of this study was that swimmers and gymnasts differed statistically from other groups by having scored better in KTK-test ( $p < 0.001$ ). Comparing genders, the girls scored statistically better than boys in mean of overall result of KTK-test and also in hopping for height, moving sideways and walking backwards, while boys scored better in jumping sideways. Increase of age increased the overall score of KTK-test, but between ages of 11—14 the increase is smaller and after this the increase is more rapid.

The conclusion is different sports develop motor coordination in different ways. Surprising result was the good success of swimmers in overall KTK-test result. This is explained by swimmers high competitive level. Effects of gender on the development of coordination are based on differences of sport activities of boys and girls. Connection of age and development of coordination is based on the motor development of children and youngsters and the increase of hours used for training. However, due to lack of outer validity of this research, the results cannot be exploited wide. More research is required to further study connection between type of sports and motor coordination.

Keywords: motor skill, KTK-test, coordination, agility, dynamic balance

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 MOTORINEN TAITO .....	3
3 MOTORINEN KONTROLLI .....	5
3.1 Avoimet ja suljetut luopit.....	5
3.2 Schmidtin skeemateoria .....	6
3.3 Dynaamisten systeemien teoria.....	7
4 MOTORINEN OPPIMINEN .....	11
4.1 Newellin taitojen oppimisen malli .....	11
4.2 Siirtovaikutus .....	14
5 KTK-TESTILLÄ MITATTAVIA OMINAISUUKSIA.....	17
5.1 Koordinaatio .....	17
5.2 Ketteryys .....	20
5.3 Tasapaino .....	23
5.3.1 Staattinen tasapaino.....	24
5.3.2 Dynaaminen tasapaino .....	24
6 AIEMPIA KTK-TESTIIN LIITTYVIÄ TUTKIMUKSIA .....	26
6.1 Motorisen koordinaatiokyvyn yhteys urheilumenestykseen ja lahjakkuuksien tunnistamiseen KTK-testillä mitattuna .....	26
6.2 Kehonkoostumuksen yhteys KTK-testin tulokseen.....	28
6.3 Spesifien taitojen ja lajiharjoittelun yhteys KTK-testin tulokseen, sekä KTK-testin käyttö koordinaatiohäiriöiden tunnistamisessa .....	29
6.4 KTK-testin tuloksen yhteys koulumenestykseen ja kognitiivisiin toimintoihin.....	30
6.5 Erot sukupuolten välillä KTK-testin tuloksissa .....	31
7 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	32
8 MENETELMÄT.....	33
8.1 Tutkittavat.....	33

8.2 Tutkimuksessa käytettävä motorista koordinaatiokykyä mittaava KTK-testi .....	34
8.2.1 Tasapainoilu takaperin .....	34
8.2.2 Esteen yli kinkkaus.....	35
8.2.3 Sivuttaishyppely .....	36
8.2.4 Sivuttaissiirtyminen.....	36
8.3 Validiteetti ja reliabiliteetti .....	37
8.4 Tutkimusaineiston analysointi .....	38
9 TULOKSET.....	39
9.1 KTK-testin osatestien yhteys kokonaistulokseen .....	39
9.2 Eri urheilulajien harrastajien väliset erot KTK-testin tuloksissa .....	39
9.3 Sukupuolten väliset erot KTK-testin tuloksissa.....	42
9.4 Ikäryhmien väliset erot KTK-testin tuloksissa .....	42
10 POHDINTA.....	47
10.1 KTK-testin osatestien yhteys kokonaistulokseen .....	47
10.2 Eri lajien harrastajien väliset erot koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa KTK-testillä mitattuna .....	48
10.3 Erot sukupuolten välillä koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa KTK-testillä mitattuna .....	50
10.4 Ikäryhmien väliset erot KTK-testin tuloksessa.....	52
10.5 Tutkimuksen rajoitukset.....	53
10.6 Jatkotutkimusehdotukset ja johtopäätökset.....	54
LÄHTEET .....	56

## 1 JOHDANTO

Liikuntataitojen kehittäminen on yksi liikuntakasvatuksen keskeisimmistä ja perinteisimmistä tavoitteista. Lapsuudessa ja nuoruudessa opitut liikuntataidot antavat mahdollisuuden osallistua monipuoliseen liikuntaan ja harrastustoimintaan koko loppuelämän ajan. Liikunnallisen elämäntavan omaksumisen lisäksi hyvät liikuntataidot auttavat ihmistä selviytymään myös arjen haasteissa elinympäristössään. (Jaakkola 2013, 162.)

Motoristen perustaitojen oppiminen yhtenä liikunnan oppiaineen tehtävänä on mainittu myös opetushallituksen laatimassa peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus 2014, 433). Riittävä motoristen perustaitojen hallinta on edellytys vaativampien lajitaitojen oppimista varten (Jaakkola 2013, 175). Motoristen taitojen kehittäminen pitäisi olla liikunnanopetuksen keskiössä myös sen takia, koska motoristen taitojen oppiminen on suhteellisen pysyvää ja helposti mieleen palautettavaa pitkänkin tauon jälkeen (Jaakkola 2010, 31).

Tässä tutkimuksessa syvennymme erityisesti motoristen taitojen taustalla vaikuttavista ominaisuuksista koordinaatioon, ketteryyteen ja dynaamiseen tasapainoon. Näitä ominaisuuksia mittaamaan on Saksassa 1970-luvulla kehitetty KTK-testi (Körperkoordinationstest für Kinder). KTK-testin avulla on pyritty löytämään muun muassa urheilulahjakkuuksia (Davids ym. 2000; Vandorpe ym. 2012a) ja koordinaatiohäiriöitä lapsilla (Giagazogloun ym. 2015). KTK-testin avulla on myös tutkittu koordinaatiokyvyn yhteyttä kognitiivisiin toimintoihin ja koulumenestykseen (Lopez ym. 2013; Luz ym. 2015), kehonkoostumukseen (D'Hondt ym. 2013), harjoitusmääriin (Opstoel ym. 2015), varhaiseen ja myöhäiseen erikoistumiseen, liikunta-aktiivisuuteen (Vandorpe ym. 2012b) sekä spesifimpiin taitoihin (Zeuwts ym. 2015). Eroja näiden ominaisuuksien kehityksessä on myös tutkittu sukupuolten välillä (Luz ym. 2015).

Tässä tutkimuksessa tutkitaan, kuinka KTK-testin osatestit ovat yhteydessä testin kokonaistuloksen kanssa. Tätä ei ole aiemmin tutkittu Suomessa. Tarkoituksena on selvittää, mittaavatko osatestit samoja taitojen taustalla vaikuttavia ominaisuuksia. Tällä saadaan myös tietoa KTK-testin luotettavuudesta suomalaisilla lapsilla ja nuorilla

Aiempi eri urheilulajien välinen vertailu KTK-testin tuloksissa on meidän tietojemme mukaan ollut todella vähäistä. Opstoel ym. (2015) tutkimuksessa oli paljon 9–11-vuotiaita eri urheilulajeja harrastavia lapsia mukana, mutta tulokseksi saatiin että vain kamppailulajien harrastajat erosivat muiden lajien harrastajista huonommilla pistemäärillä. Pion ym. (2014) tutkivat eroja pelkästään kolmen eri kamppailulajin välillä. Meidän tutkimuksessamme vertaillaan eroja voimistelijoiden, uimareiden, jalka- ja koripalloilijoiden sekä jääkiekkoilijoiden välillä. Näiden lajien harrastajat harjoittelevat toisistaan erilaisia taitoja ja hyvin erilaisissa ympäristöissä. Tarkoituksemme on selvittää, minkä lajin harjoittelulla voidaan parhaiten kehittää KTK-testissä mitattavia ominaisuuksia, eli koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa. Tutkimme myös, löytyykö eroja sukupuolten välillä KTK-testin tuloksissa ja onko ikäryhmien välillä eroja KTK-testin tuloksissa.

Tätä aihetta on tärkeää tutkia, sillä koordinaatiokyvyllä on havaittu positiivinen yhteys esimerkiksi liikunta-aktiivisuuteen, terveyteen ja koulumenestykseen. Täten koordinaatiota kehittäviä harjoitteita on suotavaa teettää lapsilla urheiluseuroissa ja kouluissa.

## 2 MOTORINEN TAITO

Magill (2007, 3) määrittelee motorisen taidon toiminnaksi tai tehtäväksi, joka vaatii pään, vartalon tai raajojen liikettä tavoitteen saavuttamiseksi. Toiminnan täytyy myös olla vapaaehtoista ja tämän takia tahdosta riippumattomia refleksejä ei lasketa motorisiksi taidoiksi (Jaakkola 2010, 46). Motorinen taito näkyy urheilijoiden suorituksissa ja kaikessa muussa fyysistä aktiivisuutta vaativassa liikkumisessa. Motorisen taidon määritelmään kuuluu myös, että taito opitaan. (Jaakkola 2010, 46.) Suorituksella tarkoitetaan taidon näkyvää ilmentymistä tehtävän suoritushetkellä (Jaakkola 2010, 34). Esimerkiksi ihminen oppii ajamaan pyörää harjoittelun seurauksena, urheilijoiden taitoa vaativat suoritukset paranevat taitoharjoittelulla ja onnettomuudessa liikkumiskykynsä menettänyt henkilö voi saada sen takaisin harjoittelun avulla.

Taito rinnastetaan usein kykyihin ja tekniikkaan mutta sekoitetaan liikkeen käsitteeseen. Liikkeellä tarkoitetaan raajojen liikkeitä, ja vasta kun liikkeet tehdään jonkin tehtävän suorittamiseksi ja niistä muokataan taidolla kokonaisuus, niin voidaan puhua motorisesta taidosta. (Jaakkola 2010, 46.) Eri liikuntamuotojen ja urheilulajien perusliikkeet ovat tekniikoita. Monet lajit ja suoritukset sisältävät erilaisia tekniikoita jotka yhdistyvät sarjoiksi ja kokonaisuorituksiksi. (Jaakkola 2010, 46–47.) Termillä tekniikka on kuitenkin hyvin biomekaaninen painotus joka korostaa optimaalista suorittamista ja tehokkuutta (McGinnis 2005, Jaakkolan 2010 mukaan). Taidosta puhuttaessa on huomioitava myös ympäristön asettamat vaatimukset. Taitava urheilija valitsee kilpailutilanteen kannalta parhaan tekniikan onnistuneen suorituksen toteuttamiseksi.

Oikein suoritettuna tekniikan lisäksi suoritukseen vaikuttaa myös urheilijan kyvyt taitojen taustalla (Jaakkola 2010, 48). Kyvyillä tarkoitetaan suhteellisen pysyviä periytyviä ominaisuuksia, jotka Schmidt ja Wrisberg (2008, Jaakkolan 2010, 81 mukaan) ovat jakaneet havaintomotorisiin ja fyysisiin kykyihin. Esimerkki fyysisestä kyvystä on räjähtävä voima ja havaintomotorisesta kyvystä on reagoit nopeus. Kykyjen yhteyttä motoristen taitojen oppimiseen on tutkittu eri yhteyksissä. Cigrovski ym. (2012) tutkivat motoristen kykyjen yhteyttä laskettelutaitojen oppimiseen kokemattomilla ( $22,76 \pm 1,15$ -v) laskettelijoilla, jotka osallistuivat viikon mittaiselle, aloittelijoille tarkoitettulle laskettelukurssille. He testasivat tutkittavilta ketteryyttä, tasapainoa, staattista ja räjähtävää voimaa sekä liikkuvuutta rinteen ulkopuolisilla testeillä ja vertasivat niitä viikon laskettelukurssin aikana opittuihin laskettelutaitoihin. Tulokseksi saatiin,



että näistä kykytekijöistä ketteryys, staattinen voima sekä tasapaino olivat eniten yhteydessä laskettelutaitojen oppimiseen. (Cigrovski ym. 2012.) Tasapainokyvyn yhteyttä urheilumenes-tykseen on myös tutkittu useissa eri lajeissa. Kivääriammunnassa, jalkapallossa ja golfissa lajinsa huipuilla oli tasapainokyky merkitsevästi parempi kuin lajissaan vähemmän menesty-neillä. Tasapainokyvyllä on myös huomattu olevan suora yhteys kivääriammunnan tarkkuu-teen, jousiammunnan tarkkuuteen sekä luistelun maksiminopeuteen. (Hrysomallis 2011.)

Motorisissa taidoissa voidaan havaita tiettyjä erityispiirteitä sukupuolten välillä. Temple ym. (2014) tutkivat varhaiskasvatusikäisten lasten motorisia perustaitoja sekä eroja tyttöjen ja poi-kien välillä (n=74, poikia 41). Motoriset perustaidot testattiin lapsilta motoristen perustaitojen testistöllä, johon kuului muun muassa juoksemista, hyppimistä, heittämistä, kiinniottamista ja flamingoseisontaa. Liikkumistaidoissa ei ollut eroa sukupuolten välillä, mutta pojat olivat parempia välineenkäsittelyssä ja tytöt staattisessa tasapainossa. Kalaja ym. (2009) saivat lähes vastaavia tuloksia myös omassa tutkimuksessaan, jossa tutkittiin motoristen perustaitojen ero-ja poikien ja tyttöjen välillä, ja joka toteutettiin seitsemännen luokan oppilailla (n=377, poikia 195). Erot välineenkäsittelyssä ja staattisessa tasapainossa olivat samanlaisia tytöillä ja pojilla, mutta myös liikkumistaidoissa pojat olivat tyttöjä parempia. (Kalaja ym. 2009.) Tätä osittain selittänee seitsemännelle luokalle mennessä kertynyt ero fyysisessä kehityksessä poikien ja tyttöjen välillä. Eroa välineenkäsittelyssä ja staattisessa tasapainossa selitetään poikien ja tyt-töjen erilaisilla harrastuksilla. Pojat harrastavat enemmän joukkuelajeja ja pallopelejä mitkä sisältävät välineenkäsittelyä, kun taas tytöt harrastavat enemmän yksilölajeja kuten voimiste-lua ja tanssia, jotka ovat esimerkkejä hyvin tasapainoa kehittävästä lajeista (Halme & Laine 2005).

Taidolla tarkoitetaan siis suorituksen kannalta oikea-aikaista sekä onnistunutta tekniikan va-lintaa ja suorittamista. Taidon voidaan vielä ajatella koostuvan kyvyistä ja tekniikasta, joita väärittävät suorittajan henkilökohtaiset ominaisuudet sekä aiempi kokemusmaailma. (Jaakkola 2010, 48.) Tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita erityisesti taitojen taustalla vaikuttaviin ominaisuuksiin kuten koordinaatioon, ketteryyteen ja dynaamiseen tasapainoon joita mitataan KTK-testillä.

### **3 MOTORINEN KONTROLLI**

Motorisella kontrollilla tarkoitetaan hermo-lihasjärjestelmän toimintaa lihasten ja raajojen koordinoinnissa motoristen taitojen suorittamisen aikana (Magill 2007, 439). Motorisen kontrollin toimintamekanismeista voidaan löytää kaksi eri teoriasuuntaa. Toisessa painotus on keskushermoston sisäisessä toiminnassa (informaatioprosessointi). Tätä teoriasuuntaa edustavat useat erilliset teoriat sekä niiden pohjalta luotu Schmidtin skeemateoria motorisesta kontrollista. Toisessa teoriasuunnassa motorista kontrollia tarkastellaan dynaamista vuorovaikutusta kehon, raajojen, keskushermoston ja liikkumisympäristön välillä. Tätä teoriasuuntaa edustaa dynaamisten systeemien teoria. (Jaakkola 2010, 33.)

#### **3.1 Avoimet ja suljetut luupit**

Useimmat motorisen kontrollin teorioista perustuvat liikkeiden säätelyn kahteen perusmekanismiin jotka ovat avoimet ja suljetut luupit. Nämä kaksi systeemiä kuvaavat miten hermolihaskjärjestelmä suunnittelee, toteuttaa ja säätelee liikkeitä. (Magill 2007, 86.) Molemmat näistä systeemeistä sisältävät toiminnan toimeenpanevan osan sekä sen toteuttavan osan (Schmidt & Wrisberg 2004, 96). Toiminnan toimeenpanevan osan tehtävänä on suunnitella liikkeitä, jotka sitten lihakset ja raajat toteuttavat liikkeeksi (Jaakkola 2010, 70).

Avointen ja suljettujen luoppien systeemit eroavat kahdella tavalla. Suljetuissa luupeissa hyödynnetään suorituksen aikaista palautetta, kun taas avoimissa luupeissa ei (Magill 2007, 86). Ihmisen kehossa olevat aistireseptorit keräävät informaatiota suorituksesta ja tämän palautteen afferentit hermot vievät takaisin toimeenpanevaan keskukseen, josta efferentteja hermoja pitkin menee uusi viesti lihaksille muokata toimintaa. Suljettujen luoppien taitoja voidaan siis muokata niiden toteuttamisen aikana. (Jaakkola 2010, 70.)

Pesäpallon lyöminen mailalla on esimerkki avoimen luopin taidosta, koska siinä suoritukseen ei voida enää vaikuttaa sen jälkeen kun lyöntiliike on jo aloitettu suuren suoritusnopeuden takia. Päätös liikkeen suorittamisesta on siis tehtävä etukäteen. Yli 200 ms:n kestäviä suorituksia pidetään suljetun luopin taitoina. Uinti on esimerkki suljetun luopin taidosta, sillä siinä uimari pystyy kokoajan vaikuttamaan suoritustekniikkaansa kinesteettisen aistin antaman pa-

lautteen perusteella. Kinesteettinen palaute ei ole kuitenkaan ainoa palautteen muoto jota hyödynnetään motorisessa kontrollissa (Jaakkola 2010, 70). Myös näkö- ja kuuloaistilla on tärkeä rooli motorisessa kontrollissa ja motorisessa oppimisessa niin suljettujen kuin avoimienkin luoppien taidoissa.

Avoimet ja suljetut luopit eroavat myös sillä tavalla, että avoimissa luupeissa toimeenpanevasta keskuksesta lihaksiin lähtevä toimeenpaneva viesti sisältää kaiken informaation suoritettavaa liikettä varten. Avointen luoppien suoritukset ovat niin nopeita, että palautetta ei ehditä kerätä eikä hyödyntää enää saman suorituksen aikana. Suljetuissa luupeissa toimeenpanevasta keskuksesta lähtee ainoastaan liikkeen alulle paneva informaatio ja suorituksen aikana palauttejärjestelmän avulla liikkeestä kerätään tietoa, jota sitten hyödynnetään liikkeen korjaamisessa ja tehokkaammassa toteuttamisessa. Suljetuissa luupeissa toimeenpanevan keskuksen lähettämä informaatio muuttuu koko ajan palautteen perusteella. (Jaakkola 2010, 70.)

### **3.2 Schmidtin skeemateoria**

Skeemalla tarkoitetaan kaavaa, kaaviota tai suunnitelmaa ja skeema on myös jostain ilmiöstä luotu abstrakti käsitys, mikä on tallennettuna pitkäkestoiseen muistiimme. Skeemat syntyvät ja muokkautuvat ympäristön vaikutuksesta. Ihminen luokittelee asioita ja ympäristöstä saatua tietoa tiedostamattomasti eri skeemoihin. (Kauranen 2011, 37.) Esimerkiksi kun olemme keränneet oppineet miltä koira näyttää, niin tunnistamme erirotuiset koirat koiraksi vaikka ne vaihtelisivat ulkonäöltään merkitsevästi.

Skeemateorian mukaan harjoittelun aikaansaaman motorisen oppimisen seurauksena aivojen hermoverkko laajenee ja tihenee. Tämä tihentynyt hermoverkosto voidaan ajatella henkilön ajattelua, havaintoja ja suoritusta ohjaavaksi tiedostoksi, ja sitä kutsutaan taitoskeemaksi. (Eloranta 2003, 87–88.) Tämän skeeman pohjalta syntyy mielikuvia liikkeistä, jotka sisältävät niiden suorittamisen kannalta keskeisiä ydinkohtia, mutta eivät täysin tarkkoja yksityiskohtia. (Eloranta 2003, 87–88.) Tällaista yleistä motorista ohjelmaa ei ole sidottu tiukasti yhteen tiettyyn liikkeeseen ja ympäristöön, vaan sitä voidaan soveltaa useissa samankaltaisissa liikkeissä ja tilanteissa. Skeemateorian perusteella liikkeiden suunnitteluun tarvitaan muutamia esitietoja, jonka jälkeen motorinen ohjelma voidaan suunnitella tietyn skeeman kautta. Tietoa tarvi-

taan liikkeen aloittamista, nopeuden- ja voimansäätelyä varten. Liikkeen jatkamista varten tietoa kerätään tuloksista aistien havaitseman palautteen perusteella. (Kauranen 2011, 37–38.)

Yleisten motoristen ohjelmien teoriaan kuuluu sekä muuttuvia että muuttumattomia suorituksen piirteitä. Muuttumattomilla suorituksen piirteillä tarkoitetaan niitä kaikkia yleisen motorisen ohjelman sisältämien liikkeiden yhteisiä ominaispiirteitä, jotka pysyvät samanlaisina eri liikkeiden välillä. (Jaakkola 2010, 94.) Esimerkiksi hiihtämisessä ja luistelemisessä yhteinen piirre on painon siirto jalalta toiselle. Muuttuvilla suorituksen piirteillä tarkoitetaan yleisen motorisen ohjelman eroavuuksia liikkeiden erityispiirteissä (Jaakkola 2010, 94). Liikeradat esimerkiksi hiihdossa ja luistelussa vaihtelevat jonkin verran, jolloin myös eri lihakset työskentelevät osittain. Motorisen ohjelman parametrit, kuten liikkeen suoritusnopeus tai voimakkuus vaihtelevat myös ympäristön mukaan (Schmidt & Wrisberg 2004, 150). Esimerkiksi sulkapallopelaaja voi lyönnin voimakkuutta säätelämällä määrittää kuinka pitkälle pyrkii lyöntinsä sijoittamaan vastustajan sijoittumisesta riippuen. Mitä monipuolisemman harjoittelun seurauksena motorinen ohjelma on muodostunut, sitä paremmin ihmisen hermolihaskärjestelmä pystyy vastaamaan erilaisiin haasteisiin erilaisissa ympäristöissä (Jaakkola 2010, 94). Esimerkiksi koripallon heittämistä kannattaa harjoitella useilla eri etäisyyksillä ja erilaisissa pelitilanteissa, jolloin motorisesta ohjelmasta muodostuu laajempi ja pelaaja pystyy suoriutumaan paremmin pelin vaatimuksissa ja muuttuvissa ympäristöissä.

Hyvä esimerkki saman tehtävän suorittamisesta eri lihaksilla ja eri ympäristössä samaa yleistä motorista ohjelmaa mukaillen on nimikirjoituksen kirjoittaminen shekille ja liitutaululle. Shekille kirjoitettaessa työskentelee pääasiassa ranteen lihakset kun taas liitutaululle kirjoitettaessa tarvitaan enemmän isompien lihaksien työtä. Käsiala on kuitenkin lähes samanlainen kirjoitustavasta riippumatta. (Schmidt & Wrisberg 2004, 149.)

### **3.3 Dynaamisten systeemien teoria**

Dynaamisten systeemien teoria motorisesta kontrollista perustuu monialaiseen teoreettiseen näkökulmaan sisältäen fysiikkaa, biologiaa, kemiaa, matematiikkaa ja liikuntatieteitä. Tämän teorian edustajat näkevät ihmisen motorisen kontrollin monimutkaisena systeeminä joka käytäytyy samalla tavalla kuin biologian ja fysiikan systeemit. Motorinen kontrolli nähdään epälinearisena systeeminä jossa motorisen kontrollin muutokset eivät etene lineaarisesti vaan

muuttuvat äkillisesti. (Magill 2007, 94.) Taitojen oppiminen voi muuttaa motorista kontrollia hyvinkin äkillisesti suuntaan tai toiseen ja järjestelmän monimutkaisuutta lisää entisestään motorisen kontrollin dynaaminen vuorovaikutus ympäristön kanssa (Jaakkola 2010, 150).

Liikkumisen ja liikkeiden oletetaan syntyvän eri järjestelmien yhteisvaikutuksen ja toiminnan integroituna tuloksena (Kauranen 2011, 33–34). Nämä järjestelmät voivat olla esimerkiksi yksilön neuraalisia, hormonaalisia, biomekaanisia tai psykologisia tekijöitä (Davids ym. 2008, 31). Tässä teoriassa keskitytään tarkastelemaan erityisesti järjestelmien keskinäistä integrointia. Järjestelmät tukevat toistensa toimintaa ja mukauttavat omaa toimintaansa yhteistoiminnan hyväksi ilman erillistä ulkopuolista ohjeistusta tai kontrollointia pyrkimyksensä suoriutua yhdessä paremmin. Liikkeet ja liikkuminen voivat mukautua useiden järjestelmien integraation seurauksena ilman neuraalisen järjestelmän ohjausta. (Kauranen 2011, 33–34.)

Dynaamisten systeemien teorian keskeisin periaate on, että liikkeet syntyvät ihmisen säädellessä suorituksen toteuttamisessa tarvittavia kehon osia. Taitoa pidetään sitä vaikeampana, mitä useampia kehonosia kuten raajoja, niveliä ja lihaksia liikkeen tuottamisessa tarvitaan. (Jaakkola 2010, 150–151.) Bernstein (1967, Jaakkolan 2010, 151 mukaan) käytti liikkeiden säätelyssä termiä vapausaste (degrees of freedom). Sillä tarkoitetaan sitä, että kuinka paljon liikkeen suorittamiseen tarvitaan eri nivelten, lihasten ja raajojen yhteistyötä. Mitä vaikeammasta liikkeestä on kyse, niin sitä enemmän vapausasteita tarvitaan liikkeen suorittamiseen. Uutta taitoa opetellessa on tyypillistä, että ihminen käyttää huomattavasti suurempaa määrää vapausasteita kuin liikkeen optimaalinen suorittaminen vaatisi. Liikkeen suorittaminen on aluksi myös epätarkkaa ja epävarmaa. Harjoittelun seurauksena ylimääräiset liikkeet karsiutuvat ja vapausasteiden määrä pienenee suorituksen hioutuessa optimaalisempaan suuntaan. (Jaakkola 2010, 151.)

Hermolihasjärjestelmä pyrkii muokkaamaan suoritusta optimaalisempaan suuntaan sillä, että se vähentää liikkuvien nivelten määrää taidon oppimisen alkuvaiheessa ja yhdistelee eri nivelten toiminta-ajoituksia. Koordinaation parantuessa kehon eri osia voidaan käyttää eriaikaisesti liikkeiden tuottamisessa eivätkä ne ole niin sidoksissa toisiinsa kuin aiemmin. Pitkälle edenneen taitoharjoittelun seurauksena pyritään hyödyntämään myös ympäristön ja välineiden ominaisuuksia liikkeiden tehostamisessa. (Jaakkola 2010, 151–152.) Taitava jääkiekkoilija osaa hyödyntää jääkiekkomailan elastista ominaisuutta ja vipuvartta saaden lyöntilaukauk-

seensa merkittävästi lisää tehoa. Suoritukset tulevat harjoittelun ja oppimisen seurauksena tehokkaammiksi ja sujuvammiksi (Jaakkola 2010, 152).

Vereijkenin ym. (1992) tutkimuksessa tutkittiin vapausasteiden ilmentymistä taidon oppimisessa. Tutkimuksen viisi koehenkilöä harjoittelivat hiihtosimulaattorilla pujottelun kaltaista liikettä viikon ajan. Tulokseksi saatiin, että harjoittelun alkuvaiheessa alaraajojen ja ylävartalon nivelten liikkeet olivat vähäisiä, kun taas harjoittelun loppuvaiheessa kaikkien edellä mainittujen nivelten liikkeet olivat laajempia. (Vereijken ym. 1992.) Tämä tutkimus demonstroi hyvin sitä, kuinka taidon oppimisen alkuvaiheessa keho pyrkii jäädyttämään kehonsa koordinaatiota mutta taitoa oppiessaan vapauttamaan sitä (Jaakkola 2010, 152). Samanlaisen tulokseen päätyivät myös Verrel ym. (2013) kun he vertasivat tutkimuksessaan kymmentä edistynyttä ja kymmentä aloittelevaa sellon soittajaa. Dataa analysoitiin sellon soitossa käytettävän jousen liikesuuntien, nopeuden ja ajoituksen, sekä josta pitävän käden nivelten liikkeiden mukaan. Aloittelevilla soittajilla jousen hallinta oli heikompaa ja heidän ranteensa ja kyynärpänsä liikkuvat vähemmän kuin edistyneillä soittajilla. Edistyneet soittajat pystyivät siis hyödyntämään enemmän vapausasteita mahdollistaen hallitumman jousen käytön.

Dynaamisten systeemien teoriassa toinen keskeinen käsite on liikkeiden itsejärjestäytyminen (Magill 2007, 98). Se tarkoittaa sitä, että kun ihminen kohtaa liikkumiseen liittyvän haasteen, niin ihminen pyrkii koordinoimaan kehonsa ja raajojensa yhteistoiminnan ja ajoituksen automaattisesti selviytyäkseen kyseisestä haasteesta. Haasteesta suoriutuminen on monen eri tekijän tulosta ja raajojen, kehon ja ympäristön dynamiikka ratkaisee järjestäytymistavan. (Jaakkola 2010, 153.) Yksinkertainen esimerkki itsejärjestäytymisestä ja dynaamisten systeemien teorian epälineaarisuudesta on, kun ihmisen kävelee ja kiihdyttää vauhtia, niin tietyssä pisteessä kävely muuttuu juoksuksi. Tässä esimerkissä kävely toimii yksittäisenä parametrina ja kun se saavuttaa riittävän nopeuden, niin se muuttaa ihmisen motoriikkaan vaikuttavaa toimintaa. Toiminnan muutoksen seurauksena liikemalli muuttuu ja kävely vaihtuu juoksuksi. Teorian mukaan jokaisella toiminnalla on ominainen suoritusnopeus, jolla se on taloudellisinta ja luontevinta suorittaa. Kun suoritusnopeus on lähellä tätä luontevinta nopeutta, niin sitä on vaikeaa ja työlästä vaihtaa toiseksi. Kun taas suoritusnopeus on kaukana tästä optimitilanteesta, niin liikemalli muuttuu epävakaaaksi ja muutosherkäksi. Ihmisen dynaaminen toiminta siis usein vaikuttaa positiivisesti liikkumisen ja liikesuorituksen seuraavaan vaiheeseen. (Kauranen 2011, 33–34.)

Tässä tutkimuksessa käytettävällä KTK-testillä, jolla pyritään mittaamaan taitojen taustalla vaikuttavia ominaisuuksia koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa, motorisella kontrollilla on iso merkitys. KTK-testissä menestymiseen vaikuttaa kuinka testin suorittaja pystyy hyödyntämään aiempia motorisia ohjelmiaan ja kuinka hänen systeeminsä itsejärjestytyy havaintojen perusteella annettuun tehtävään. Taitavan liikkujan itsejärjestäytyminen on tehokkaampaa ja hän pystyy hyödyntämään paremmin tehtävän kannalta tarvittavan määrän vapausasteita.

## **4 MOTORINEN OPPIMINEN**

Motorisella oppimisella tarkoitetaan muutosta henkilön potentiaalisissa suorittaa motorista taitoa vaativa tehtävä. Muutos on myös suhteellisen pysyvä parannus suorituksessa ja se tarkoittaa myös harjoittelun tai kokemuksen seurausta. (Magill 2007, 247.) Hermolihasjärjestelmä pyrkii muokkaamaan suoritusta optimaalisempaan suuntaan aistihavaintojen ja ympäristöstä saaman palautteen perusteella motorisen kontrollin teorioiden mukaisesti (Jaakkola 2010, 151–152). Oppimista ei voi suoraan nähdä, sillä se on kehon sisäinen prosessi. Sen sijaan suorituksia havainnoidessa nähdään henkilön taidon toteuttamista erityisenä aikana ja erityisessä tehtävässä. (Jaakkola 2010, 34.) Taidon parantuminen nähdään suoritusten yhdenmukaistumisena, ajoitusten parantumisena, taloudellisuuden lisääntymisenä ja kyseisen taidon onnistuneena suorittamisena myös eri ympäristöissä (Davids ym. 2008, 81–103).

Taitojen oppimisen ja motorisen kontrollin tutkimuksissa käytetään kenties eniten tänä päivänä viitekehyksenä Newellin taitojen oppimisen mallia (Newell 1986, Jaakkolan 2010, 41 mukaan). Tämän mallin lisäksi siirtovaikutus on todennäköisesti tutkituin ilmiö motoristen taitojen oppimisen kirjallisuudessa. Siirtovaikutusta hyödynnetään myös liikuntatuokioiden ja taitoharjoittelun suunnittelussa, jotta harjoitteet tukisivat toisiaan mahdollisimman hyvin, sekä sen avulla taitojen oppimista pystytään myös ymmärtämään paremmin. (Jaakkola 2010, 92.)

### **4.1 Newellin taitojen oppimisen malli**

Karl Newellin vuonna 1986 kehittämässä motorisen oppimisen mallissa puhutaan rajoitteista, jotka voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan: yksilö, tehtävä ja ympäristö (Newell 1986, Davidsin ym. 2008, 40 mukaan). Lisäksi malliin kuuluu havainto-toimintakehä, jolla tarkoitetaan sitä, kuinka yksilö säätelee ja oppii motorisia toimintoja havaintojensa ja niistä saadun palautteen perusteella. (Kauranen 2011, 313.)

Newellin mallissa yksilön ominaisuudet tarkoittavat yksilöllisiä biologisia ja toiminnallisia rajoitteita (Jaakkola 2010, 41). Näitä ovat muun muassa ruumiinrakenne, fyysiset ominaisuudet sekä aiemmat harjoittelukokemukset. Yksilön ominaisuudet ovat sekä synnynnäisiä että seurausta harjoittelusta ja kehityksestä. (Jaakkola 2010, 41.)



Tehtävään liittyvät rajoitteet sisältävät tehtävän tavoitteen, sen toteuttamiseen liittyvät säännöt sekä siihen tarvittavat välineet. Tehtävällä tarkoitetaan myös kaikkia niitä tavoitteita, jotka liittyvät toimintaan. (Jaakkola 2010, 42.) Tällaisia tavoitteita voivat olla esimerkiksi oikean voimakkuuden valinta tai suoritusnopeus.

Ympäristöllä tarkoitetaan Newellin mallissa kehon ulkopuolisia rajoitteita, jotka vaikuttavat liikuntatilanteeseen (Jaakkola 2010, 41). Tällaisia ovat esimerkiksi sää, suoritusväline, suoritusalueen kitka tai kaltevuus, muut kanssapelaajat ja tekijät, jotka eivät ole pysyvä osa suoritettavaa tehtävää. Taitava liikkuja osaa hyödyntää ympäristöään tehtävää suorittaessaan (Jaakkola 2010, 41).

Yksilöön, ympäristöön ja tehtävään liittyvät rajoitteet ovat jatkuvassa dynaamisessa vuorovaikutuksessa keskenään. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi yksilön henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat myös muihin rajoitteisiin. (Jaakkola 2010, 42.) Fyysisen suorituskyvyn kehittyessä yksilö pystyy suorittamaan tehtävän tehokkaammin, ja harjoituskokemuksen seurauksena havainnoimaan ympäristöä tarkemmin ja hyödyntämään sitä paremmin. Hazarin (2009) tutkimus on hyvä esimerkki fyysisten ominaisuuksien (yksilö) yhteydestä ketteryydestä (tehtävä) menestymiseen. Tutkimukseen osallistui 50 (25 poikaa ja 25 tyttöä) 13-vuotiasta lasta ja heiltä testattiin jalkojen räjähtävää voimantuottoa vertikaalihypyillä, sekä ketteryyttä siihen valitulla testillä, jossa hypitään edestakaisin kuusikulmaisen esteen yli. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että ketteryydestä menestymisellä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys jalkojen räjähtävään voimantuottoon molemmilla ryhmillä.

Newellin mallissa keskiössä on myös havainto-toimintakehä (Davids ym. 2008, 40). Yksilö tekee jatkuvasti havaintoja ympäristöstään ja kerää informaatiota eri aistien, pääasiassa näköaistin avulla, ja näiden havaintojen avulla valitsee tehtävään parhaiten soveltuvan toimintamallin (Jaakkola 2010, 42). Havaintojen avulla kerätyn informaation avulla suoritusta voidaan muokata myös suorittamisen aikana suljettujen luoppien teorian mukaan (Magill 2007, 86). Oudejans ym. (2002) tutkivat näköaistin merkitystä koripallon hyppyheiton tarkkuuteen kymmenellä huippupelaajalla. Pelaajien näköyhteyttä kohteeseen vaihdeltiin niin, että välillä pelaajat näkivät kohteen joko koko suorituksen ajan, eivät ollenkaan, pystyivät aikaiseen havainnointiin (350 ms:iin asti ennen pallon irtoamista) tai myöhäiseen havainnointiin (viimeisen 350 ms:n ajan pallon irtoamiseen). Myöhäinen havainnointi näytti olevan yhtä tehokasta kuin se, että kohde nähtiin koko suorituksen ajan. Tämä johtuu siitä, että huippupelaaja pystyy

säätlemään suoritustaan loppuhetkille asti havainnoillaan keräämänsä informaation avulla. (Oudejans ym. 2002.) Erityisesti avointen taitojen harjoittelussa informaation kerääminen ympäristöä havainnoimalla on tärkeää, jotta yksilö pystyy suhteuttamaan oman toimintansa ympäristön vaatimuksiin. (Jaakkola 2010, 42.)

Näköaisti voidaan jakaa tarkkaan näköön ja ääreisnäköön ja näillä molemmilla on tärkeä rooli liikkeiden säätelyssä. Tarkka näkö joka on 2–5 astetta näkökentän keskuksessa kertoo mitä näemme, ja ääreisnäkö joka on yli 5 astetta näkökentän keskuksesta kertoo missä näemme. Tarkka näkö on tärkeää tilanteiden ennakoinnissa, sillä liikkuja voi havaita esimerkiksi muutoksia vastustajan asennossa jo ennen varsinaista suoritusta ja näin saada enemmän aikaa omaan suoritukseensa. Ääreisnäkö antaa informaatiota ympäristöstä, kehon asennosta ja raajojen liikkeistä joita kaikkia tarvitaan liikkeen säätelyssä. (Vickers 2007, 11.)

Näköaistin dominoivuuden vuoksi motorista oppimista ja motorista kontrollia tutkitaan nykyään näön ja toiminnan yhteyksiin liittyvän quiet eye -tutkimuksen avulla. Näissä tutkimuksissa tarkastellaan sitä, mihin suorittajan katse kohdistuu juuri suorituksen kannalta kriittisenä hetkenä. Tämä hetki on yleensä juuri ennen suorituksen loppua ja katseen kohdistumisesta tällä ratkaisevalla hetkellä käytetään termiä quiet eye. (Vickers 2007, 11.) Quiet eye -hetki on lajinsa huipuilla merkittävästi pidempi kuin vähemmän taitavilla henkilöillä. Tämä quiet eye – hetki alkaa myös huipuilla aiemmin, joten heillä on enemmän aikaa prosessoida havaitsemaansa informaatiota ja näin he pystyvät ennakoimaan tilanteita paremmin ja säätämään suoritustaan tarkemmiksi. (Vickers 2009.) Suorituksen kannalta olennaiset katseen kohdistuspisteet vaihtelevat myös vähemmän taitavilla henkilöillä enemmän kuin lajinsa huipuilla (Jaakkola 2010, 63–64).

Havaintoinformaatiolla on keskeinen merkitys motoriselle oppimiselle. Yksilö tekee jatkuvasti havaintoja omasta suorittamisestaan ja aistien avulla saaman palautteen perusteella muokkaa suoritustaan tehtävän tavoitteen suuntaisesti. Teoria korostaa aktiivista kokeilua ja kokeilujen avulla saatavien havaintojen analysointia ja yhdistämistä uusiin motorisiin yrityksiin ratkaista aikaisempi motorinen tehtävä. (Kauranen 2011, 314.)

KTK-testissä menestyminen Newellin motorisen oppimisen teorian mukaan riippuu siitä, kuinka hyvin yksilö pystyy havaintojensa perusteella muokkaamaan suoritustaan erilaisissa tehtävissä (KTK-testin osatestit) ja eri ympäristöissä (osatestien olosuhteet). Aluksi yksilö

valitsee tehtävään havaintojensa perusteella toimintamallin, jota sitten muokataan suorituksen edetessä havainnoimalla saadun informaation perusteella. KTK-testissä keskeisiä asioita ovat muun muassa etäisyyksien havainnointi, voimantuoton suuruuden ja suunnan valitseminen sekä tasapainon ylläpitäminen.

## 4.2 Siirtovaikutus

Siirtovaikutuksella tarkoitetaan aiemmin opittujen taitojen vaikutusta taidon suorittamiseen uudessa ympäristössä kuin missä se on alkuperin opeteltu tai uuden taidon opettelussa. Siirtovaikutus voi olla positiivista, negatiivista tai neutraalia. (Magill 2007, 291.) Positiivinen siirtovaikutus tarkoittaa sitä, että aiemmin opitut taidot auttavat uuden taidon oppimisessa tai suorittaminen on helpompaa aiemmin opittujen taitojen ansiosta (Jaakkola 2010, 94). Esimerkki positiivisesta siirtovaikutuksesta on rannelaukauksen välillä jääkiekossa ja salibandysa. Kun henkilö on ensin opetellut toisen näistä taidoista, niin toisen oppiminen on helpompaa, koska aikaisemmasta harjoittelusta on muodostunut keskushermostoon mielikuva rannelaukauksesta, sekä tarvittavat hermoyhteydet ovat vahvistuneet, joita hyödynnetään myös uuden taidon opettelussa (Jaakkola 2010, 94). Uuden taidon oppiminen on nyt helppoa koska tekniikat ovat hyvin lähellä toisiaan.

O'Keeffe ym. (2007) tutkivat siirtovaikutusta motoristen perustaitojen ja spesifimpien lajitaitojen välillä. Hypoteesina oli myös, että spesifi harjoittelu edistäisi harjoiteltavaa taitoa. Motorista perustaitoa tässä tutkimuksessa edusti yliolanheitto ja spesifejä lajitaitoja sulkapallon clearlyönti pään yläpuolelta, sekä keihäänheitto. Tutkimus toteutettiin interventiotutkimuksena Irlannissa lukion ( $15,8 \pm 0,60$  -vuotiailla) kuuden liikuntatunnin aikana. Osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään, joista yksi ryhmä harjoitteli yliolanheittoa, toinen ryhmä sulkapallon clearlyöntiä ja kolmas ryhmä joka osallistui vain normaaleille liikuntatunneille koulussa. Osallistujat testattiin näissä kaikissa suorituksissa alku-, loppu- sekä pysyvyytestillä. Tulokseksi saatiin, että yliolanheitosta oli positiivista siirtovaikutusta sekä sulkapallon clearlyöntiin että keihäänheittoon. Sulkapallon clearlyönnistä oli neutraali siirtovaikutus keihäänheittoon. Motoristen perustaitojen harjoittelulla, jota tässä tutkimuksessa edusti yliolanheitto, oli siis siirtovaikutusta myös spesifimpiin lajitaitoihin, sekä spesifit lajitaidot kehittyivät juuri niitä taitoja harjoittelemalla.

Negatiivisella siirtovaikutuksella tarkoitetaan sitä, että aiemmin opitut taidot hidastavat tai jopa estävät uuden taidon oppimisen (Magill 2007, 291). Urheilijoiden suorituksista pystyy havaitsemaan persoonallisia piirteitä vaikka kaikki suorittaisivatkin samaa tehtävää. Suoritus rakentuu hermoverkkojen sisältämien yleisten motoristen ohjelmien ohjaamana. Ne ovat refleksin kaltaisesti toimivia automaatiotasolle opittuja taitoja, niin kutsuttuja taitorefleksejä. Aiemmat taitorefleksit leimaavat kaikkea urheilijan motorista käyttäytymistä, eli aiemmin opittu taito vaikuttaa toisen taidon koordinointiin. Tästä muodostuu urheilijan henkilökohtainen ”motorinen käsiala”. (Eloranta 2007, 225, Jaakkolan 2010, 114 mukaan.) Hyvä esimerkki tästä on kun telinevoimistelutaustan omaava urheilija suorittaa yleisurheiluharjoittelussa yleistä moniloikkaa. Telinevoimistelussa nilkat ovat ojennettuina kun taas yleisurheilussa nilkan koukistuksella ja esijännityksellä saadaan loikkaan huomattavasti tehoa lisää. Telinevoimistelijalle optimaalisen moniloikan tekniikan opetteleminen saattaa olla vaikeaa. (Jaakkola 2010, 114.) Negatiivista siirtovaikutusta on myös se, että opittuja taitoja ei pystytä hyödyntämään muissa olosuhteissa kuin niissä, missä taidot on alun perin opeteltu (Jaakkola 2010, 95).

Neutraalilla siirtovaikutuksella tarkoitetaan, kun aikaisemmilla taidoilla ei ole vaikutusta uuden taidon suorittamiseen tai sen oppimiseen (Magill 2007, 291). Esimerkiksi juoksemisella ja autolla ajamisella on neutraali siirtovaikutus keskenään.

Bilateraalilla siirtovaikutuksella tarkoitetaan kehon eri puolella sijaitsevien raajojen välistä siirtovaikutusta taidon oppimisessa (Magill 2007, 299). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että taitojen oppiminen on helpompaa jos osaamme kyseisen taidon jo joko toisella jalalla tai kädellä (Magill 2007, 299). Bilateraallinen siirtovaikutus on yleensä asymmetristä, eli taito täytyy opetella ensin toisella raajalla, jotta siitä voi tapahtua siirtovaikutusta toiseen raajaan. Yleensä tämä siirtovaikutus suuntautuu paremmasta raajasta heikomman puolen raajaan. (Jaakkola 2010, 100.)

Siirtovaikutuksia selitetään suoritusten välisillä yhteisillä ominaispiirteillä ja olosuhteilla, motorisen kontrollin ja koordinaation samankaltaisuuksilla, yhteisillä kognitiivisilla vaatimuksilla sekä yleisillä motorisilla ohjelmilla. Mikäli yhtäläisyydet tukevat toisiaan on kyseessä positiivinen siirtovaikutus, ja jos jotkin keskeiset suorituksen piirteet ovat ristiriidassa henkilön aiempaan kokemusmaailmaan, niin siirtovaikutus on negatiivista.

Tässä tutkimuksessa käytettävä KTK-testi on koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa mittaava ei-spesifi testi, jolla pyritään mittaamaan taitojen taustalla vaikuttavia ominaisuuksia (Kiphard & Schilling 2007). Tästä syystä esimerkiksi lajitaitojen siirtovaikutus testiin on pyritty minimoimaan.

## **5 KTK-TESTILLÄ MITATTAVIA OMINAISUUKSIA**

KTK-testi on saksalainen motorisen koordinaation mittari, johon kuuluu neljä mittaussosiota. KTK-testin tavoitteena on pystyä mittaamaan monipuolisesti 5–14 -vuotiaiden nuorten koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa minimoiden fyysisten ominaisuuksien, kuten voimantuoton vaikutukset tuloksiin. (Kiphard & Schilling 2007.)

American College of Sports Medicinen (2010) mukaan ihmisen fyysinen toimintakyky koostuu terveyteen ja motoriseen taitoon liittyvistä kuntotekijöistä. Taitoihin liittyvät kuntotekijät jaetaan ketteryyteen, koordinaatioon, tasapainoon, voimaan ja nopeuteen (American College of Sports Medicine 2010). KTK-testillä mitataan taitoihin liittyvistä kuntotekijöistä erityisesti koordinaatiota, ketteryyttä ja tasapainoa ilman nopeuden ja voiman vaikutusta. Tässä kappaleessa määrittelemme käsitteet koordinaatio, ketteryys ja tasapaino.

### **5.1 Koordinaatio**

Koordinaatio voidaan määritellä yksilön toimintakyvyn ja tehtävän sisällön väliseksi tasapainotilaksi (Burgess-Limerick ym. 2001). Toisaalta koordinaatio on aisti- ja hermolihasjärjestelmiä hyödyntäen tehtävän suorittamista tarkasti ja nopeasti (Manderoos, 2006). Sitä tarvitaan yksittäisten liikkeiden, jatkuvien liikkeiden sekä liikesarjojen suorittamiseen. Koordinaatio voidaan jaotella erillistehtäviin, jatkuviin tehtäviin ja sarjatehtäviin (Schmidt & Lee 2005, 244), tai sen voi jaotella myös karkeasti silmä-pää-käsi -koordinaatioon, raajojen väliseen koordinaatioon ja koko vartalon koordinaatioon (Manderoos 2006). Raajojen väliseen koordinaatioon ja koko vartalon koordinaatioon liittyvät olennaisesti Bernsteinin (1967, Jaakkolan 2010, 151 mukaan) määrittelemät vapausasteet (ks. luku 3.3). Koordinaatiota voi olla myös yksilöiden välillä, jolloin esimerkiksi urheilussa tai työpaikalla koordinoituilla toiminnoilla on usein yhteinen ja hyvin määritelty tavoite. Esimerkiksi autotehtaan työntekijät voivat työstää samanaikaisesti auton eri osia. Eri osien asiantuntijat tekevät työtä omalla vahvuusalueellaan ja tavoitteena on tuottaa mahdollisimman tehokkaasti valmis auto. (Schmidt ym. 1994; Schmidt & Lee 2005, 264.)

Koordinaatio on myös riippuvainen suoritusnopeudesta. Usein tavanomaista nopeammin suoritetuissa liikkeissä on enemmän epätarkkuutta ja virheitä. Poikkeuksellisesti kuitenkin erit-

täin suurella nopeudella ja voimantuotolla tehtävät suoritukset saattavat kärsiä hidastetusta vauhdista. Esimerkiksi jalkapallon potkaisu hitaasti voi olla vaikeaa. (Schmidt & Lee 2005, 246; Schmidt & Lee 2013, 124, 131–133.)

Raajojen välisen-, silmä-pää-käsi-, koko vartalon ja yksilöiden välisen koordinaation lisäksi koordinaatiota voi määritellä tehtävän kautta. Yksi mahdollinen taitoluokittelu on erillis-, jatkuvat ja sarjatehtävät. Erillistehtävät ovat raajojen liikettä, jotka ovat tarkkuutta vaativia ja yleensä lyhyessä ajassa ja suurella tarkkuudella suoritettavia. Esimerkkejä tällaista liikkeitä ovat tarjottimen nostaminen pöydältä, frisbeen heittäminen tai jalkapallon potkaiseminen. Tällaiset liikkeet ovat näennäisen yksinkertaisia, mutta vaativat koordinaatiota useiden eri vartalonosien välillä. KTK-testissä selkeää erillistehtävää ei ole, mutta esteen yli kinkkauksessa tehtävä yksi korkea ponnistus ja alastulo voidaan mieltää erillistehtäväksi tai sarjatehtäväksi.

Jatkuvat tehtävät ovat toistuvia raajojen liikkeitä, kuten esimerkiksi kävely, juoksu, polkupyörällä polkeminen tai uinti. Jatkuvat tehtävät vaativat usein erillistehtäviä vähemmän keskittymistä ja ovat automatisoituneempia, mutta toisaalta haasteita voi tuoda eri raajojen erilaiset jatkuvat tehtävät. Esimerkiksi polynomisen rytmin taputtaminen on haastavaa, koska molemmat kädet suorittavat omaa kuviotaan ja taputtajan pitää jakaa huomiotaan molemmille käsille. (Schmidt & Lee 2005, 244.) KTK-testissä sivuttaishyppely, tasapainoilu takaperin ja sivuttaissiirtyminen ovat jatkuvia tehtäviä.

Erillis- ja jatkuvien tehtävien väliin voidaan vielä sijoittaa sarjatehtävät. Sarjatehtävissä suoritukset toistuvat ja niiden yhdistelmästä tulee taitosuoritus. Selkeä esimerkki on pianon soittaminen, jossa taitosuoritus koostuu peräkkäisistä yksinkertaisista pianon koskettimien painalluksista. (Magill 2007, 9; Diedrichsen 2012.) Sarjatehtävissä useat kehon osat ovat vuorovaikutuksessa keskenään samanaikaisesti edesauttaen kokonaisuutta, vaikka varsinaisesti niiden ei tarvitse tai ne eivät ehdi reagoida toisiinsa (Diedrichsen 2012).

Koordinaatioon tarvittavaa informaatiota saadaan ympäristöä havainnoimalla eri aistien avulla, kuitenkin enimmäkseen näköaistia hyödyntäen. Silmä-pää-käsi -koordinaatio on viestiketju, jossa visuaalinen ärsyke eli näköhavainto prosessoidaan aivoissa, josta viesti siirtyy hermoimpulssina liikkeitä toteuttaville lihaksille. Silmä-pää-käsi -koordinaatiossa tarkkuutta vaativat tehtävät, kuten tähtääminen ja tarttuminen, ovat mahdollisia näköhavaintojen takia

(Schmidt & Lee 2005). Koordinaatiota ohjaavia havaintoja on todettu olevan tehokasta pyrkiä ohjaamaan tarkan näön piiriin, sillä ääreisnäköä käyttämällä liikkeiden koordinointi ja motorinen kontrolli on vaikeampaa (Davids & Stratford 1989). Liikkeiden koordinointi on kuitenkin mahdollista myös ääreisnäön havaintojen perusteella. Esimerkiksi kokeneet jalkapalloilijat saattavat pystyä arvioimaan pallon saapumisen heidän luokseen vain vilkaisusta, jolloin heidän ei tarvitse käyttää tarkkaan näköään välineeseen vaan he voivat havainnoida ympäristöä.

Näköhavaintoon liittyy myös keskeisesti havainnoinnin ohjaaminen, eli tietoinen ja tiedostamaton havainnoinnin suuntaaminen koordinaatioon vaikuttaviin ärsykkeisiin. Tarkkaavaisuus on rajallinen ominaisuus, jota pitää hyödyntää tehokkaasti koordinaation kehittämiseksi. (Magill 2011, 194, 203.) Esimerkiksi jalkapalloa pelatessa rajallista näköhavainnointia on ohjattava koordinaation kehittämiseksi olennaisiin asioihin. Näköhavaintojen tekemistä liikkeen aikana helpottaa merkittävästi vestibulaatio-oculaari -refleksi. Tämä refleksi on koordinaatiota pään ja silmien liikkeen välillä (Schmidt & Lee 2005, 245; Schmidt & Lee 2013, 1). Vaikka pään asento muuttuu nopeasti, niin silmät pystyvät silti kohdentamaan huomiota tarkasti.

Koordinaation kannalta keskeistä on liikkeestä saatava palauteinformaatio, jonka avulla keskushermosto säätelee ja muokkaa liikkeitä tarkoituksenmukaisiksi koko liikesuorituksen ajan (Schmidt & Lee 2005, 97, 206, 221–222; Burgess-Limerick ym. 2001). Esimerkiksi rullalautailija voi putkella liukuessaan havainnoida liikkeen aikana putken, vauhdin ja laudan asennon muutoksia näkö- ja tuntoaistillaan ja korjata asentoaan suorituksen aikana.

Koordinaation ja tasapainon kehittymistä hyppynaruharjoittelun avulla tutkittiin nuorilla jalkapalloilijoilla. Tutkimukseen osallistui 24 henkilöä ja heidät jaettiin kontrolli- ja koeryhmään. Kahdeksan viikon aikana kontrolliryhmä osallistui vain normaaleihin jalkapalloharjoituksiin ja koeryhmällä jalkapalloharjoituksiin sisällytettiin myös hyppynaruharjoittelua. Koordinaatiota mitattiin HTC (Harre circuit test)-testillä ja tasapainoa YBT-LQ (Lower Quarter Y balance test)-testillä. Koeryhmä paransi tulosta molemmissa testeissä tilastollisesti merkitsevästi kun taas kontrolliryhmässä ei vastaavaa parannusta todettu. Lajitaitojen taustalla vaikuttavaa koordinaatiokykyä on täten suotavaa kehittää myös ei-spesifeillä harjoitteilla urheilijan monipuolistamiseksi. (Trecroci ym. 2015.)

Koordinaatio on siis havaintomotorista kehon osien yhteistoimintaa, jolla pyritään suorittamaan haluttu tehtävä. Tästä tutkimuksesta saadaan tietoa suomalaisten urheilevien lasten ja



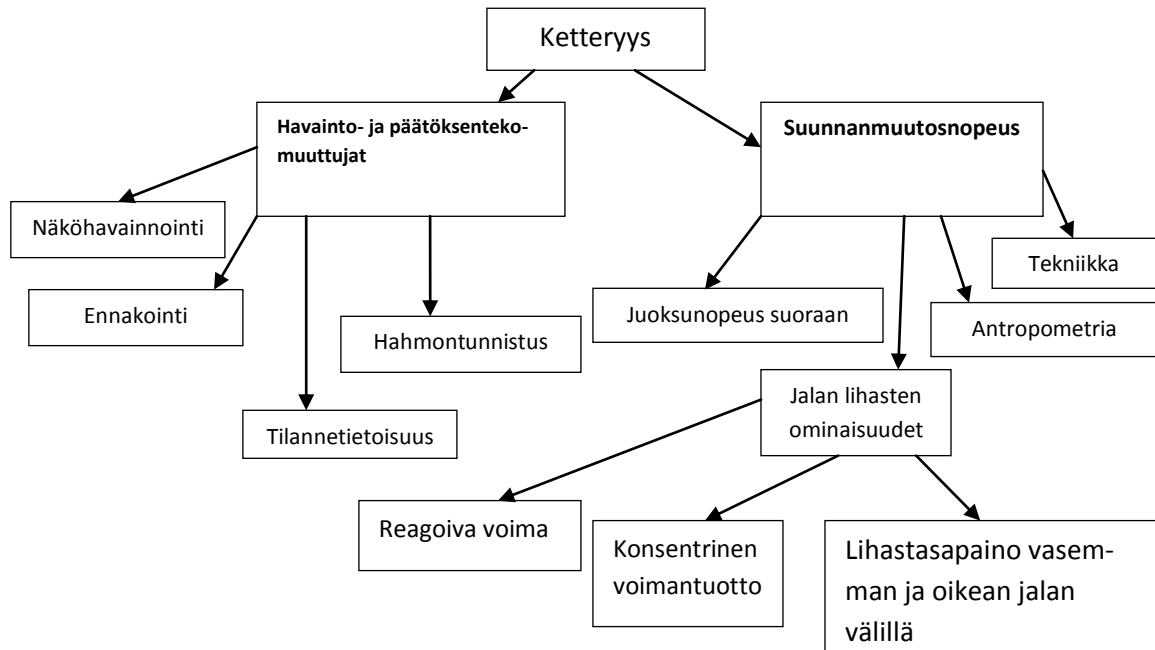
nuorten koordinaatiosta suhteessa ikään, lajitaustaan ja sukupuoleen. KTK-testi on suunniteltu ensisijaisesti koordinaation mittaamiseen ja jokainen testiosioista mittaa koordinaatiota.

## 5.2 Ketteryys

Ketteryys on motorista taitoa muuttaa nopeasti liikkeen suuntaa ja nopeutta, sekä taitoa nopeasti kiihdyttää ja hidastaa liikkeen vauhtia (Sheppard & Young 2005). Sitä on haastavaa määritellä, koska se on riippuvainen monista fyysisistä ominaisuuksista (Verstegen & Marcello 2001), eikä yleisesti hyväksyttyä määritelmää vielä ollut ennen Sheppardin (2006) luomaa määritelmää (Sheppard & Young 2005; Little & Williams 2005).

Välillä on myös käytetty termejä ”vikkelyys” ja ”suunnanmuutosnopeus”, jotka ovat hyvin samankaltaisia ketteryyden kanssa (Moreno 1995; Sheppard & Young 2005). Ketteryyden ero kuitenkin vikkelyyteen ja suunnanmuutosnopeuteen on vaatimus ympäristön havainnoinnista ja kognitiivisista ratkaisuista (Sheppard & Young 2005; Young 2015). Sheppardin (2006) mukaan ketteryys tulee määritellä nopeaksi kokovartaloliikkeeksi suunnan tai kiihtyvyyden muutoksilla ärsykkeeseen reagoiden. Jonkin verran käytössä on myös termi reagoiva ketteryys, joka korostaa fyysisten ominaisuuksien yhdistämistä muuttuvaan tilanteeseen ja ympäristöön (Gabbett 2008; Young 2015).

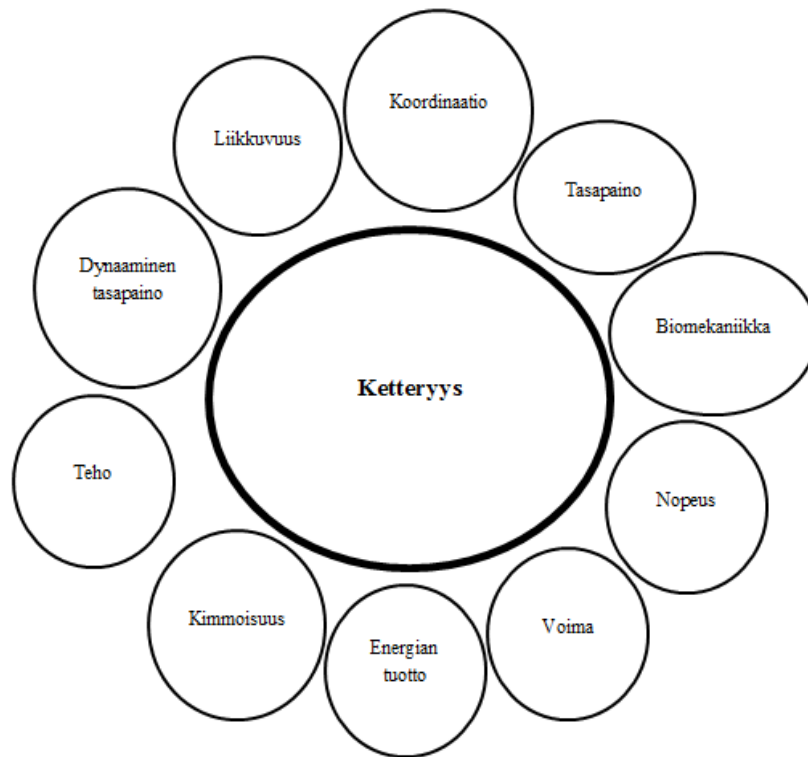
Ketteryyden voi jaotella myös kuvion 1 mukaisesti havainto- ja päätöksentekomuuttujiin sekä liikkujan suunnanmuutosnopeuteen vaikuttaviin tekijöihin (Muokattu Young ym. 2002). Kuvion 1 havainto- ja päätöksentekomuuttajat ovat liikkujan kognitiivisia toimintoja ja suunnanmuutosnopeus liikkujan fyysisiä ominaisuuksia (Young 2002). Kuvion 1 havainto- ja päätöksentekomuuttajat on jaettu ympäristön näköhavainnointiin, muuttuvien tilanteiden ennakkointiin, tilannetietoisuuteen ja nopeaan hahmontunnistukseen. Suunnanmuutosnopeuteen vaikuttaa juoksunopeus suoraan, liikkumistaidot ja -tekniikka, antropometria eli vartalon mitasuhteet sekä jalan lihasten ominaisuudet kuten reagoiva voima, konsentrisen voimantuotto ja lihastasapaino oikean ja vasemman jalan välillä.



KUVIO 1. Ketteryyden yleismaailmalliset osa-alueet (muokattu Young ym. 2002).

Uusia ketteryyttä mittaavia testejä voidaan kehittää luomalla kuviossa 1 määriteltyjen ominaisuuksien mittauksia, joissa mitataan suunnanmuutosnopeuteen vaikuttavia fyysisiä ominaisuuksia kuten juoksunopeutta, tai kognitiivisia ominaisuuksia kuten ennakointia tai hahmontunnistusta (Young 2002; Sheppard & Young 2006). Sheppard ja Young (2006) suosittelevatkin kehittämään uusia ketteryystestejä, joissa huomioidaan sekä kognitiiviset että fyysiset muuttujat samanaikaisesti.

Ketteryyttä on määritelty yleisemmin useita eri fyysisiä ominaisuuksia yhdisteleväksi kokonaisuudeksi. Verstegen ja Marcello (2001) määrittivät ketteryyden koostuvan koordinaatiosta, tasapainosta, biomekaniikasta, nopeudesta, voimasta, energiantuotosta, kimmoisuudesta, tehosta, dynaamisesta tasapainosta ja liikkuvuudesta (kuvio 2). Merkillepantavaa tässä kuvauksessa on, ettei siinä ole huomioitu kognitiivisia toimintoja. Koordinaation ja ketteryyden suhdetta Verstegen ja Marcello (2001) kuvailevat siten, että ketterän suorituksen aikaansaamiseksi tarvitaan oikeanlaisia, opittuja motorisia ratkaisuja ja lihasten, raajojen ja koko vartalon koordinaatiota, jotta haluttu tehtävä voidaan toteuttaa ketterästi (Verstegen & Marcello 2001).



KUVIO 2. Ketteryyden suhde muihin fyysisiin ominaisuuksiin (muokattu Verstegen & Marcello 2001).

Ketteryys on ominaisuus, jota voidaan kehittää. Yasumitsu & Nogawa (2012) tutkivat ketteryyden kehittymistä 7–8-vuotiailla terveillä japanilaisilla lapsilla. Lapset tekivät 26 päivän aikana koordinaatiota kehittäviä harjoitteita kymmenen kertaa. Harjoitteina käytettiin koordinaatiorataa, jossa piti yhdistää havaintomotoriikkaa ja liikkumistaitoja esteiden ylittämiseen ja esineiden nopeaan poimimiseen. Tutkimus osoitti, että lasten ketteryyttä voidaan kehittää koordinaatioharjoittelulla lyhyessäkin ajassa. (Yasumitsu & Nogawa 2012.)

Ketteryys on myös enemmän altis ympäristön muutoksille kuin voima ja dynaaminen tasapaino. Ambegaonkar ym. (2011) tutkivat nilkkatuen vaikutusta dynaamiseen tasapainoon, ketteryyteen ja voimantuottoon. Nilkkatuen ollessa käytössä ainoastaan ketteryyden huomattiin heikentyvän suunnanmuutosjuoksulla mitattuna. Voimantuotto ja dynaaminen tasapaino eivät heikentyneet nilkkatuen vaikutuksesta. (Ambegaonkar ym. 2011.)

Ketteryys on siis nopeaa ja sujuvaa suunnanmuutosta ympäristöön reagoiden. Tässä tutkimuksessa käytettävässä KTK-testissä ketteryyttä mittaa erityisesti sivuttaissiirtyminen, esteen yli kinkkaus ja sivuttaishyppely.

### 5.3 Tasapaino

Tasapaino määritellään yleisesti tilaksi, jossa kappaleen paino jakautuu tukipisteiden suhteen siten, että kappaleen asema pysyy ilman ulkoista vaikutusta muuttumattomana (Rose 2005; Hrysomallis 2007; Kauranen 2011, 180; Shumway-Cook & Woollacott 2012, 162). Ihmisen tasapainoa ei näin kuitenkaan voida määritellä, koska ilman aktiivista lihastyötä ihmiskehon tasapainon säilyttäminen ei olisi mahdollista. Tässä kirjallisuuskatsauksessa tasapainolla tarkoitetaan ihmisen tasapainoa. Tasapainon säilyttämiseksi tarvitaan usean raajan koordinaatiota ja näköaistin sekä tasapainoelimen käyttöä (Shumway-Cook & Woollacott 2012, 162 & Reynard & Terrier 2015) ja tasapainoa voidaan tarkastella esimerkiksi jalan lihasten toiminnan (Pandy 2010), nilkan kontrollin (Rein ym. 2011) ja näköaistin (Reynard & Terrier 2015) kannalta.

Tasapaino voidaan määritellä kyvyksi kontrolloida kehon asentoa, massaa ja painopistettä tukipinnan suhteen lihasvoiman ja saapuvan sensomotorisen informaation avulla kehon stabiiliteettirajojen sisällä (Pandy ym. 2010; Kauranen 2011, 180; Shumway-Cook & Woollacott 2012, 162). Kehon stabiiliteettiraja on avaruudellinen alue, jonka sisällä keho pystyy muuttamaan asentoaan ilman tukipinnan muutosta. Esimerkiksi kahdella jalalla seisten ihminen voi kurottaa edessään olevasta hyllystä tavaroita, mutta hyllyn peräseinältä kurottaminen vaatii hyllyn lähelle askelta ja näin stabiiliteettirajan siirtoa. Stabiiliteettiraja on riippuvainen tehtävästä, yksilön biomekaniikasta ja ympäristöstä. (Shumway-Cook & Woollacott 2012, 162.) Tasapainon saavuttamiseksi tarvitaan koordinaatiota ja koordinaatiokyvyn heikkoudet vaikuttavat negatiivisesti tasapainoa vaativiin tehtäviin (Dorothee 2015). Esimerkiksi laskettelurinteessä laskija voi jännittäessään heiluttaa käsiään holtittomasti, jolloin raajojen välinen koordinaatio on heikkoa ja tasapainon säilyttäminen vaikeaa.

Samankaltainen termi tasapainon kanssa on asennonhallinta ja välillä näitä termejä käytetään toistensa ylä- tai alakäsitteinä (Aartolahti & Halonen 2007, Shumway-Cook & Woollacott 2012). Motorista kontrollia käytetään myös usein synonyyminä tasapainon ylläpitämiselle.

Asennon hallinta on edellytys vaativille motorisille suorituksille. Sillä tarkoitetaan vartalon aktiivista kontrollointia staattisissa ja dynaamisissa tilanteissa. (Dorothee 2015.) Asennon hallinta ilmenee neljällä tavalla; 1) tietoisuutena vartalonosien liikkeestä suhteessa ympäris-

töön tai tehtävään, esimerkiksi vapaiden elementtien hallinta korkeushypyn aikana; 2) vartalon painopisteen hallintana tukipinnan rajoissa, esimerkiksi tasapainon säilyttäminen jalkapallon potkaisun aikana; 3) liikkeeseen tai toimintoon varautuminen ennakoivan asennon säätelyn avulla, esimerkiksi taklaukseen varautuminen painopistettä laskemalla alemmas jääkiekossa; 4) sisäiseen tai ulkoiseen vartalon asennon häiriöön reagoiminen, joka tunnetaan myös reagoivana asennonsäätelynä, esimerkiksi taklauksen jälkeinen palautuminen peliasentoon. (Goldfield 1995; Dusing & Harbourne 2010.)

Tasapaino on kaikkien tahdonalaisten motoristen taitojen perusta (Pollock ym. 2000), ja tasapainotaidot ovatkin yksi osa kolmesta motorisesta perustaidosta (Gallahue 2003, 15; Gabbard 2004, 285–286). Gallahuen (2003, 15) mukaan staattisiin ja dynaamisiin tasapainotaitoihin kuuluvat pystyasennot, pää alaspäin asennot, pyöriminen, heiluminen, pysähtyminen, väistäminen, koukistaminen, ojentaminen ja kiertäminen. Tasapaino voidaan jaotella staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon.

### **5.3.1 Staattinen tasapaino**

Staattinen tasapaino on paikallaan tapahtuvaa tasapainon säilyttämistä, johon ei sisälly vartalon liikettä. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi istuminen ja seisominen. Tärkeää on huomata, että lihaksisto kuitenkin toimii jatkuvasti aktiivisena ja osin dynaamisesti myös näiden staattisten asentojen ylläpitämisen aikana. Esimerkiksi seisoma-asennossa vartalossa tapahtuu huojuntaa, joten asennon ylläpitäminen ei ole täysin liikkumatonta eli staattista. (Aartolahti & Halonen 2007.)

Seisoma-asennossa vartaloon vaikuttavat monet voimat, jotka estävät vartalon romahtamisen painovoiman vaikutuksesta. Lihastonus ylläpitää vartalon asentoa ja siihen vaikuttavat lihaksen sisäinen jäykkyys, lihaksen perustonus ja maan vetovoimaa vastustavien lihasten aktiivointi. (Shumway-Cook & Woollacott 2012, 162.)

### **5.3.2 Dynaaminen tasapaino**

Dynaaminen tasapaino on liikkeen aikana tapahtuvaa tasapainon säilyttämistä tukipinnalla suhteessa liikkeen suuntaan ja nopeuteen. Tukipiste saattaa liikkua koko ajan esimerkiksi

juostessa, jolloin tasapainon säilyttämiseksi vartalon tulee siirtyä tasapainotilaan suhteessa uuteen tukipisteeseen. (Dorothee 2015.) Tukipiste saattaa myös pysyä paikallaan, vaikka vartalossa tapahtuisi liikettä. Tällöin raajojen liikkeet tasapainotetaan vastaliikkeillä, jolloin tukipiste ei muutu (Aartolahti & Halonen 2007; Dorothee 2015). Volshøjn ym. (2011) mukaan alaraajojen voimakkuudella saattaa olla yhteys dynaamiseen tasapainoon, mutta toisaalta Granacherin ja Gollhoferin (2012) mukaan lasten tasapaino-ominaisuudet ovat jalkojen voimantuotosta riippumattomia ominaisuuksia.

Vartalon painopiste saattaa käydä hetkellisesti pitkän matkan tukipinnan ulkopuolella, jolloin dynaamisen tasapainon säätelyllä on suuri merkitys asennon tulevaan ja senhetkiseen ylläpitämiseen (Dorothee 2015). Tukipinnan koko vaihtelee liikkeen vaativuuden mukaan ja haastavissa ja kaukana kehon keskiosista tapahtuvissa suorituksissa tasapainoa on vaikea säilyttää. Esimerkiksi huippukaratekoilla on lajitekniikoissaan selkeästi enemmän ulottuvuutta potkutekniikoissaan kuin harrastetason karatekoilla, jolloin dynaamisen tasapainon hallinta on tärkein suorituksessa määriteltävä taito. (Zago 2015.)

Urheilijoiden erot staattisessa ja dynaamisessa tasapainossa eivät korreloi keskenään. Pau ym. (2015) tutkivat nuorten jalkapalloilijoiden ja ammattilaisjalkapalloilijoiden staattista ja dynaamista tasapainoa. Tutkimus osoitti, että staattinen ja dynaaminen tasapaino jalkapalloilijoilla ovat eri ominaisuuksia. Ammattijalkapalloilijoilla oli nuoria jalkapalloilijoita selkeästi parempi dynaaminen tasapaino. Tämä viittaa siihen, että dynaaminen tasapaino on tärkeä ominaisuus jalkapallossa menestymiseen. (Pau ym. 2015).

Tasapaino on siis vartalon asennon hallintaa liikkeen aikana ja paikallaan pysyessä. KTK-testiosioista dynaamista tasapainoa mittaa erityisesti tasapainoilu takaperin, jossa kapealla tukipinnalla pitää säilyttää vartalon hallinta takaperin kävellen. Myös muissa KTK-testiosiossa tarvitaan dynaamista tasapainoa muiden ominaisuuksien taustalla.

## **6 AIEMPIA KTK-TESTIIN LIITTYVIÄ TUTKIMUKSIA**

KTK-testiä on käytetty 5–14-vuotiaiden lasten ja nuorten motorisen koordinaation tutkimisessa useissa erilaisissa yhteyksissä, kuten muun muassa lahjakkuuksien tunnistamisessa tai synnynäisten koordinaatiohäiriöiden selvittämisessä. KTK-testin tulosten yhteyksiä on myös tutkittu suhteessa ylipainoon ja liikunta-aktiivisuuteen. KTK-testin tuloksen avulla voidaan havaita mahdollisia ongelmia koordinaatiokyvyssä jo varhaisessa vaiheessa ja niihin kannattaa kiinnittää huomiota hyvissä ajoin, jotta lapsi ei jäisi jälkeen muista lapsista leikeissä ja urheilussa. Urheiluseuroissa KTK-testin avulla saadaan tietoja urheilijoiden kyvyistä ilman että erot fyysisissä ominaisuuksissa korostuvat.

### **6.1 Motorisen koordinaatiokyvyn yhteys urheilumenestykseen ja lahjakkuuksien tunnistamiseen KTK-testillä mitattuna**

Hyvä motorinen koordinaatiokyky voi toimia ennustavana tekijänä lahjakkaiden urheilijoiden löytämiseksi. Vanderpe ym. (2012a) tutkivat flaamilaisilla 7–8-vuotiailla naisvoimistelijoilla minkä ominaisuuksien perusteella lahjakkaat voimistelijat erottuvat vähemmän lahjakkaista. Tutkimukseen osallistui 23 tyttöä ja heiltä mitattiin pituus, paino, rasvaprosentti, fyysisiä ominaisuuksia sekä motorinen koordinaatiokyky KTK-testillä. Lisäksi jokaisesta urheilijasta saatiin valmentajan arvio urheilijan teknisestä osaamisesta voimistelussa. Näiden testien tuloksia verrattiin kahden vuoden päästä olevaan urheilumenestykseen voimistelussa ja havaittiin, että KTK-testin tulos selitti parhaiten tulevaa urheilumenestystä, eikä muissa ominaisuuksissa tai valmentajan arviossa löytynyt tilastollista merkitsevyyttä suhteessa tulevaan urheilumenestykseen. (Vanderpe ym. 2012a.)

Erot motorisessa koordinaatiokyvyssä voivat olla ratkaisevia tekijöitä huippu-urheilijoiden ja lähes huipulla olevien urheilijoiden välillä. Pion ym. (2015) tutkivat eroja belgialaisten huipulla olevien nuorten (ikä  $15,3 \pm 1,5$  vuotta) naislentopalloilijoiden ( $n=13$ ) ja lähes huipulla olevien naislentopalloilijoiden ( $n=8$ ) ominaisuuksissa. Vastoin oletuksia eroja ei löytynytkaan pelaajien pituudesta, kehonkoostumuksesta tai fyysisistä ominaisuuksista vaan motorisessa koordinaatiokyvystä KTK-testillä mitattuna. (Pion ym. 2015.)

Callewaert ym. (2015) pyrkivät selvittämään mitkä ominaisuudet nuorilla kilpapurjehtijoilla erottavat huiput matalamman tason purjehtijoista. Tutkimukseen osallistui 47 belgialaista nuorta (10–18v) miespuolista purjehtijaa ja heidät jaettiin kahteen ryhmään menestyksen mukaan. Fyysisiä kunto-ominaisuuksia mitattiin EUROFIT-testillä ja motorista koordinaatiokykyä KTK-testillä. Eliittiryhmään kuuluvat menestyivät tilastollisesti merkitsevästi paremmin KTK-testiin kuuluvissa sivuittasiirtymisessä sekä sivuittain hyppelyssä kuin alemman tason purjehtijat. Tästä saadaan viitteitä siitä, että etenkin nuorten harjoittelussa tulisi kiinnittää huomiota motorisen koordinaatiokyvyn ja perustaitojen kehittämiseen. (Callewaert ym. 2015.)

Liikunta-aktiivisuudella ja hyvällä motorisella koordinaatiokyvyllä vaikuttaa myös olevan yhteys. Vandorpen ym. (2012b) tutkimukseen osallistuneet 6–9-vuotiaat flaamilaiset lapset, jotka pelasivat aktiivisesti urheiluseuroissa omasivat merkittävästi paremman motorisen koordinaatiokyvyn, kuin harvoin tai ei ollenkaan urheiluseurojen toimintaan osallistuneet lapset. Samansuuntaiseen tulokseen päätyivät myös Opstoel ym. (2015) tutkiessaan harjoitusmäärien yhteyttä fyysiseen kuntoon ja motoriseen koordinaatiokykyyn 9–11-vuotiailla flaamilaisilla lapsilla (n=620, poikia 347, tyttöjä 273). Ne lapset, jotka harjoittelivat eniten, olivat fyysisesti parhaimmassa kunnossa ja heillä oli paras motorinen koordinaatiokyky KTK-testillä mitattuna (Opstoel ym. 2015).

Nuorten lahjakkuuksien etsinnässä pelaajien erot biologisessa kehityksessä aiheuttavat yleensä vaikeuksia potentiaalisten pelaajien löytämisessä. Vandendriessche ym. (2012) tutkivat nuorten pelaajien biologisen kehityksen yhteyttä fyysisissä ja motorista koordinaatiokykyä vaativissa testeissä menestymiseen. Tutkimukseen osallistui 78 U16 tai U17 Belgian nuorisomaajoukkueisiin kuuluvaa jalkapalloilijaa ja kummastakin joukkueesta muodostettiin kaksi ryhmää. Ryhmät muodostettiin valmentajan arvion mukaan olivatko pelaajat biologiselta kehitykseltään edellä vai jäljessä keskinäisessä vertailussa. Tulokseksi saatiin, että biologisesti kehittyneemmät pelaajat olivat selvästi parempia fyysistä kuntoa mittaavissa testeissä, mutta ryhmien välillä ei ollut eroa KTK-testin tuloksessa tai jalkapallon lajitaitotestissä. Tästä voidaan päätellä, että lahjakkuuksien etsintään kannattaa käyttää motorista koordinaatiokykyä mittaavia testejä, sillä fyysistä kuntoa mittaavat testit kertovat vain sen hetken suorituskyvystä, johon biologisella kehityksellä on suuri vaikutus. (Vandendriessche ym. 2012.) Samanlaisiin johtopäätöksiin päätyivät myös Deprez ym. (2015) pitkittäistutkimuksessaan, jossa he havaitsivat KTK-testin tuloksella positiivisen korrelaation jalkojen räjähtävään voimantuot-



toon. Tämä antaa paremmin informaatiota pelaajan tulevaisuuden potentiaalista kuin sen hetkistä suorituskykyä mittaava testi. (Deprez ym. 2015.)

KTK-testin antama tulos motorisesta koordinaatiokyvystä näyttäisi toimivan lahjakkuuksien tunnistamiseen nuorilla lapsilla, sekä erottelemaan huiput alemman tason urheilijoista. KTK-testin tulos on yhteydessä lasten liikunta-aktiivisuuteen ja mitä monipuolisemmin liikuntaa harrastetaan, niin sitä paremmin myös motorinen koordinaatiokyky kehittyy. Ei-spesifi motorista koordinaatiokykyä mittaava testi antaa myös tietoa urheilijan kyvyistä ilman että tulokseen vaikuttaa erot biologisessa kehityksessä ja sen hetkinen suorituskyky.

## **6.2 Kehonkoostumuksen yhteys KTK-testin tulokseen**

Kehonkoostumuksen ja ylipainon yhteyttä motoriseen koordinaatiokykyyn on tutkittu useissa eri tutkimuksissa. Graf ym. (2004) tutkivat painoindeksin ja motorisen koordinaatiokyvyn yhteyttä saksalaisilla seitsemän vuoden ( $6,7 \pm 0,42$  vuotta) ikäisillä lapsilla. Tutkimukseen osallistui 668 lasta (51% poikia, 49% tyttöjä) ja heidän motorista koordinaatiokykyä mitattiin KTK-testillä ja fyysistä kuntoa kuuden minuutin juoksutestillä. Korkealla painoindeksillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys huonompaan menestymiseen KTK-testissä ja kuuden minuutin juoksussa sekä pojilla että tytöillä. (Graf ym. 2004.)

D'Hondt ym. (2013) tutkivat ylipainoisten ja normaalipainoisten eroja motorista koordinaatiokykyä mittaavalla KTK-testillä kahden vuoden seurantatutkimuksessa. Osallistujat olivat 6-10 ( $8,2 \pm 1,2$  vuotta) vuoden ikäisiä belgialaisia lapsia (50 ylipainoista ja 50 normaalipainoista, molemmissa ryhmissä puolet tyttöjä ja puolet poikia). Normaalipainoiset lapset kehittivät selvästi enemmän tässä motorista koordinaatiokykyä mittaavassa testissä verrattuna ylipainoisiin kahden vuoden aikana. (D'Hondt ym. 2013.)

Painonpudotuksella voidaan myös parantaa ylipainoisten lasten motorista koordinaatiokykyä. D'Hondt ym. (2011) suorittivat Belgiassa neljän kuukauden interventiotutkimuksen 7–13-vuotiailla lapsilla ( $n=72$ ), joista 36 ylipainoista lasta (12 tyttöä, 24 poikaa) osallistuivat erityiseen ohjelmaan jossa muokattiin heidän ruokavaliotaan ja lisättiin fyysistä aktiivisuutta. Verrokkiryhmänä toimi 36 normaalipainoista lasta ja molemmat ryhmät testattiin KTK-testillä tutkimuksen alussa ja lopussa. Ylipainoisten ryhmä suoriutui testissä selvästi huonommin

kuin normaalipainoiset, mutta he kehittyivät merkitsevästi enemmän neljän kuukauden aikana painonpudotuksen seurauksena.

Ylipainoiset lapset näyttäsivät menestyvän huonommin KTK-testissä normaalipainoisiin lapsiin verrattuna, sekä myös kehittyvän hitaammin KTK-testin mittaamissa ominaisuuksissa pidemmällä aikavälillä. Tutkimukset osoittavat myös, että painonpudotuksella voidaan parantaa KTK-testin tulosta.

### **6.3 Spesifien taitojen ja lajiharjoittelun yhteys KTK-testin tulokseen, sekä KTK-testin käyttö koordinaatiohäiriöiden tunnistamisessa**

Zeuwts ym. (2015) tutkivat pyöräilytaidon, motorisen koordinaatiokyvyn ja painoindeksin välisiä yhteyksiä belgialaisilla yhdeksän vuoden ikäisillä lapsilla (n=40). Motorista koordinaatiokykyä mitattiin KTK-testillä ja pyöräilytaidon mittaamiseen oli valittu useita erilaisia pyörällä suoritettavia tehtäviä. Pyöräilytaitojen ja motorisen koordinaatiokyvyn välille löydettiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen yhteys, ja pyöräilytaitojen ja painoindeksin välille tilastollisesti merkitsevä negatiivinen yhteys. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että lasten motorista koordinaatiokykyä monipuolisesti kehittävä harjoittelu ja leikki on tärkeää, jotta voidaan vähentää esimerkiksi pyöräilyonnettomuuksia liikenteessä.

Rudd ym. (2014) tutkivat interventiotutkimuksessaan voimisteluharjoittelun vaikutusta australialaisten 2.- 4.- ja 6. -luokkalaisten lasten motorisen koordinaatiokyvyn kehittymiseen. Koeryhmä (n=56) osallistui 10 viikon ajan voimisteluharjoitukseen koulun liikuntatuntien aikana ja kontrolliryhmä (n=57) osallistui normaaleille koulun liikuntatunneille kahdeksan viikon ajan. Motorisen koordinaatiokyvyn kehittymistä mitattiin alku- ja loppuvaiheessa KTK-testillä sekä TGMD-2 (Test of Gross Motor Development-2) testillä. Kaikki ryhmät paransivat tilastollisesti merkitsevästi KTK-testissä sivuttain hyppelyssä, sivuttaissiirtymisessä sekä yhden jalan kinkassa, mutta eivät takaperin tasapainoilussa tutkimuksen aikana. Koeryhmästä 4-luokkalaiset menestyivät paremmin takaperin tasapainoilussa ja sivuttain hyppelyssä kuin kontrolliryhmä. (Rudd ym. 2014.)

Montezuma ym. (2011) tutkivat tanssiharjoittelun vaikutusta motorisen koordinaatiokyvyn kehittymiseen brasilialaisilla kuulovammaisilla nuorilla (13–18v) tytöillä (n=5). Alku- ja lop-

putestien välissä viisi tyttöä osallistui 12:lle tanssitunnille. Motorista koordinaatiokykyä mitattiin KTK-testillä ja ryhmän kokonaistulosten keskiarvo nousi alkutestin 171,8:sta 196,4:ään ja kaikki henkilöt paransivat tulostaan tilastollisesti merkitsevästi. (Montezuma ym. 2011.)

Giagazogloun ym. (2015) tutkimuksessa tutkittiin staattisen tasapainon kehittymistä trampoliiniharjoittelun avulla synnyntäisen koordinaatiohäiriön omaavilla kreikkalaisilla lapsilla. Tutkimukseen osallistujat seulottiin 200:n 8–9-vuotiaan (8,43 vuotta  $\pm$  1,85 kk) oppilaan joukosta KTK-testillä ja valituiksi tulivat ne, jotka saivat tulokseksi 85 pistettä tai alle. Nämä 20 oppilasta jaettiin koe- ja kontrolliryhmään. Koeryhmä osallistui 12 viikon ajan interventioharjoitusohjelmaan kolmesti viikossa joka sisälsi vähintään 15 minuuttia trampoliiniharjoittelua joka kerta ja kontrolliryhmä osallistui vain normaaleille liikuntatunneille. Staattista tasapainoa mitattiin tietokonepohjaisella tasapainolaudalla ennen ja jälkeen interventiojakson. Koeryhmä paransi tulostaan staattisessa tasapainossa merkitsevästi kun taas kontrolliryhmällä ei kehitystä ilmennyt. (Giagazoglou ym. 2015.)

Motorinen koordinaatiokyky näyttäisi vaikuttavan taustalla spesifien lajitaitojen oppimiseen. Lyhyilläkin interventiojaksoilla voidaan saada parannusta motorisen koordinaatiokyvyn kehittymiseen. KTK-testiä voidaan käyttää myös koordinaatiohäiriöiden havaitsemiseen lapsilla.

#### **6.4 KTK-testin tuloksen yhteys koulumenestykseen ja kognitiivisiin toimintoihin**

Lopes ym. (2013) tutkivat motorisen koordinaatiokyvyn yhteyttä koulumenestykseen 9–12-vuotiailla portugalilaisilla lapsilla. Tutkimukseen osallistui 596 lasta (poikia 315, tyttöjä 281). motorista koordinaatiokykyä mitattiin KTK-testillä ja koulumenestystä äidinkielen ja matematiikan kansallisilla testeillä. Molemmilla sukupuolilla havaittiin, että heikko menestys KTK-testissä lisäsi todennäköisyyttä huonoon koulumenestykseen verrattuna KTK-testissä paremmin menestyneisiin lapsiin.

Luz ym. (2015) tutkivat motorisen koordinaatiokyvyn yhteyttä kognitiivisiin toimintoihin. Motorista koordinaatiokykyä mitattiin KTK-testillä ja kognitiivisia toimintoja CAS-testillä (Cognitive Assessment System), joka mittaa muun muassa suunnittelua ja tarkkaavaisuutta matemaattisilla tehtävillä ja hahmottamiskykyä vaativilla tehtävillä. Tutkimukseen osallistui 96 portugalilaista tervettä 9–11-vuotiasta (9,99  $\pm$  0,34 vuotta) lasta (poikia 53). Tulokset

osoittivat, että lapset jotka menestyivät paremmin KTK-testissä pärjäsivät paremmin myös kognitiivisia toimintoja mittaavassa testissä. Huomionarvoista oli myös se, että ero oli vielä suurempi monimutkaisempien kognitiivisten tehtävien osalta. (Luz ym. 2015.)

## **6.5 Erot sukupuolten välillä KTK-testin tuloksissa**

Tutkimusten perusteella pojat näyttäisivät menestyvät paremmin KTK-testin kokonaistuloksessa kuin tytöt (Lopes ym. 2013; Olesen ym. 2014; Luz ym. 2015). Pojat menestyivät erityisesti tyttöjä paremmin sivuttain hyppelyssä, esteen yli kinkkauksessa sekä sivuttaissiirtymisessä, kun taas tytöt olivat poikia parempia takaperin tasapainoilussa (Lopes ym. 2013; Laukkanen ym. 2014; Olesen ym. 2014). KTK-testin takaperin tasapainoilu osiossa eroa poikien ja tyttöjen välillä sen sijaan ei löytynyt Luz ym. (2015) tutkimuksessa.

Freitasin ym. (2015) tutkimuksessa tutkittiin 7–10-vuotiaita madeiralaisia lapsia (n=429, poikia 213 ja tyttöjä 216) ja heidän erojaan motorisissa perustaidoissa ja motorisessa koordinaatiokyvyssä. Iällä oli tilastollisesti merkitsevä positiivinen yhteys KTK-testin tulokseen. Tytöt menestyivät poikia paremmin sivuttain hyppelyssä kun taas pojat olivat parempia sivuttaissiirtymisessä. (Freitas ym. 2015.)

Laukkanen ym. (2014) tutkivat 5–8-vuotiaiden suomalaisten lasten (n=84) motorisen koordinaatiokyvyn yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen ja vertailivat eroja tuloksissa sukupuolten välillä. Peruskoulussa olevat lapset menestyvät KTK-testissä paremmin kuin esikoulussa olevat lapset siitä huolimatta että tulokset olivat ikään suhteutettuja. Esikouluikäiset pojat menestyivät tyttöjä paremmin kokonaistuloksessa, sivuittain hyppelyssä ja yhden jalan kinkassa. Peruskouluikäiset pojat olivat parempia sivuttain hyppelyssä kuin tytöt ja tytöt olivat parempia takaperin tasapainoilussa. (Laukkanen ym. 2014.)

Poikien ja tyttöjen eroja motorisessa koordinaatiokyvyssä selitetään yleensä sillä, että poikien leikit ja harrastukset sisältävät enemmän silmä-käsi- tai silmä-jalka-koordinaatiota kehittäviä tehtäviä (erilaiset pallopelit) verrattuna tyttöihin, jolloin heidän motorinen koordinaatiokykynsä kehittyi enemmän (Lopes ym. 2013). Tytöt puolestaan harrastavat enemmän tasapainoa kehittäviä lajeja kuten tanssia ja voimistelua (Halme & Laine 2005).

## 7 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksemme tehtävänä on selvittää, onko eri urheilulajeja harrastavien lasten ja nuorten välillä eroja KTK-testin tuloksissa. Vertailemme myös sukupuolieroja KTK-testin tuloksissa, sekä tarkastelemme eroja ikäryhmien välillä KTK-testin tuloksissa. Erityisesti pyrimme tutkimuksessamme vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Kuinka KTK-testin kokonaistulos ja osatestien tulokset ovat yhteyksissä keskenään  
*Hypoteesimme on, että osatestit mittaavat samoja ominaisuuksia ja ovat hyvin yhteyksissä kokonaistulokseen (Vandorpe ym. 2011).*

2. Onko eri urheilulajien harrastajien välillä eroa KTK-testin tuloksissa  
*Hypoteesimme on, että voimistelua harrastavat lapset menestyvät KTK-testissä paremmin kuin jääkiekkoa, jalka- tai koripalloa tai uintia harrastavat lapset (Rudd ym. 2014).*

3. Onko sukupuolten välillä eroa KTK-testin tuloksissa  
*Hypoteesimme on, että pojat menestyvät paremmin KTK-testin kokonaistuloksessa (Lopes ym. 2013; Olesen ym. 2014; Luz ym. 2015). KTK-testin osatesteistä hypoteesimme on, että tytöt menestyvät paremmin tasapainoilussa takaperin ja pojat esteen yli kinkkauksessa, sivuttaishyppelyssä ja sivuttaissiirtymisessä. (Lopes ym. 2013; Laukkanen ym. 2014; Olesen ym. 2014).*

4. Onko ikäryhmien välillä eroja KTK-testin tuloksissa  
*Hypoteesimme on, että vanhemmissa ikäryhmissä tulokset ovat parempia kuin nuoremmissa ikäryhmissä. (Vandorpe ym. 2012; D'Hondt ym. 2013; Opstoel ym. 2015).*

## 8 MENETELMÄT

### 8.1 Tutkittavat

Tutkimuksessa käytettiin VALO:n syksyllä 2013 ja keväällä 2014 keräämää sekundaariaineistoa. Kyseessä on poikkileikkaustutkimus. Aineisto kerättiin alun perin KTK-testin viitearvojen luomiseksi suomalaisille junioriurheilijoille Kasva urheilijaksi -taitotestiä varten. Aineistoa kerättiin ala- ja yläkouluista Helsingistä, Espoosta ja Hyvinkäältä. Lisäksi aineistoa saatiin Kisakallion urheiluopistolla pidetyistä jääkiekon Pikkupohjola -kartoitustapahtumista. Kaikille tutkittaville kerrottiin, että aineistoa tullaan käyttämään tutkimus- ja urheilun kehittämistarkoitukseen. Mittaajina toimivat VALO:n koulutetut testaajat, Kisakallion koulutetut testaajat sekä jääkiekkoliiton valmentajat.

Tutkimukseen osallistui 1097 8–19-vuotiasta (ka  $12,58 \pm 1,80$  vuotta) lasta tai nuorta, joista tyttöjä oli 733 ja poikia 364. Kaikki tutkittavat kuuluivat johonkin urheiluseuraan ja heille oli määritelty jokin urheilulaji. Taulukossa 1 aineiston analysoinnissa käytettävät urheilulajit ja otoskoot.

TAULUKKO 1. Tutkimuksessa analysoitavien urheilulajien harrastajien määrät.

Laji	sukupuoli		
	n	tytöt	pojat
Jalkapallo	48	10	38
Jääkiekko	303	16	287
Koripallo	15	11	4
Rytminen voimistelu	17	17	-
Uinti	78	43	35
Voimistelu	636	636	-
Yhteensä	1097	733	364

Ryhmät jalkapalloilijat ja koripalloilijat yhdistettiin kuten myös voimistelijat ja rytmiset voimistelijat yhdistettiin keskenään lajien vaatimusten samankaltaisuuden ja kyseisten ryhmien

otoskoon kasvattamisen takia. Näin saatiin jäljelle analysointia varten ryhmät; jääkiekkoilijat, kori- ja jalkapalloilijat, uimarit sekä voimistelijat.

## **8.2 Tutkimuksessa käytettävä motorista koordinaatiokykyä mittaava KTK-testi**

KTK-testi eli Körperkoordinationstest für Kinder on Saksassa kehitetty lapsille ja nuorille suunnattu motoriikkatesti. Sen tarkoituksena on mitata 5–14-vuotiaiden motorista koordinaatiota. Tätäkin vanhempia nuoria voidaan mitata testillä, mutta tällöin testaajan tulee huomioida mitattavan ikä tulosten arvioinnissa. Testiä käytetään sekä normaalien että erityislasten motorisen koordinaation mittaamiseen. (Kiphard & Schilling 2007; Ribeiro 2012; Iivonen 2014.)

Testi koostuu neljästä suorituspaikasta. Esittelemme seuraavaksi nämä paikat, suoritukseen tarvittavat välineet ja suoritusten arvioinnin Kiphardin & Schillingin (2007) KTK-testimanuaalin mukaan. Suorituspaikat ovat tasapainoilu takaperin, esteen yli kinkkaus, sivuttaishyppely ja sivuttaissiirtyminen. Jokaisesta suorituspaikasta saa pistemäärän, joka suhteutetaan testin tekijän ikään KTK-testimanuaalin viitearvojen avulla. Tällöin testistä saadaan summapistemäärä.

Testiin vaadittava tila on n. 4 x 5 metriä, eikä lattia saa olla liian kovaa materiaalia kuten kiveä tai betonia. Tilan on oltava rauhallinen. Suoritukset voi tehdä paljain jaloin, voimistelutossuissa tai sisäpelijalkineissa.

### **8.2.1 Tasapainoilu takaperin**

Tasapainoilussa takaperin kolme 6 cm, 4,5 cm ja 3 cm leveää tasapainorimaa asetetaan testi-alueelle. 6 cm leveän riman päässä on sivuttaissiirtymisessä käytettävä levy lähtöpaikaksi. Jokaisella rimalla toteutetaan kolme yritystä kävellä riman päällä takaperin. Testisuorituksessa jokaisen putoamisen jälkeen pitää palata riman päähän lähtökorokkeelle ja seuraavan yrityksen suorittamiseksi. Putoamiseksi lasketaan jalan kosketus lattiaan tai sivuttaistukeen. Jokaisella rimalla on yksi kokeiluyritys etuperin ja takaperin. Varsinaisia yrityksiä on jokaista rimaa kohden kolme kappaletta, eli testiyrityksiä on yhteensä 9 kappaletta. Testiarvioinnissa

lasketaan takaperin kävelyn askeleet. Ensimmäistä askelta lähtölevyltä ei lasketa. Kun toinen jalka irtoaa lähtölevyltä ja koskee rimaan, aloittaa testaaja askelten ääneen laskemisen. Askelten lukumäärä lasketaan siihen saakka, kun testattava on kävellyt riman päästä päähän tai saavuttanut 8 askelta. Jokainen askel on piste. Jos testattava kävelee riman päästä päähän vähemmällä kuin kahdeksalla askeleella, on pistemäärä tällöin 8.

Maksimipistemäärä on  $3 \times 3 \times 8 = 72$  pistettä. Jos testaajan mielestä testattava pystyy parempaan tulokseen esimerkiksi huolimattomuuden tai tarkkaavaisuuden puutteen takia testin aikana, voidaan testi toistaa uudelleen enintään kaksi kertaa.

### **8.2.2 Esteen yli kinkkaus**

Esteen yli kinkkauksessa 12 vaahtomuovipalaa sijoitetaan hyppysuuntaan nähden poikittain alustalle. Suoritus koostuu yhdellä jalalla ponnistaen vaahtomuovipalan tai palojen yli. Hypyn jälkeisen alastulon pitää tulla samalle jalalle, joka ponnisti. Testaaja tekee esimerkkisuorituksen hyppäämällä vaahtomuovipalan yli. Suoritukseen lähtö tapahtuu noin 1,5 metrin päästä superlon-paloista. Ikä ja kokeiluhypyt määrittelevät aloituskorkeuden. Kokeiluhypyt ovat sallittuja. 5–6-vuotiailla ei käytetä kokeilusuorituksissa vaahtomuovipaloja, vaan heidän tehtävänsä on kinkata viisi kinkkaa.

Suorituspaikkaan tarvitaan 12 vaahtomuovipalaa (60 cm x 20 cm x 5 cm). Testissä on mahdollista myös käyttää voimistelupatjaa vaahtomuovipalojen alla, joka ei kuitenkaan saa haitata liikaa ponnistamista. Sivuttaishyppelyssä lattialle asetetaan turvallisuussyistä kumipohjainen matto (100 cm x 60 cm), jonka keskelle kiinnitetään puurima (4 cm x 2 cm). Lisäksi tarvitaan ajanottokello.

Vanhemmilla testattavilla harjoitushyppy toteutetaan yhden palan yli molemmilla jaloilla. Kokeilukierroksen epäonnistuessa testi aloitetaan 0 cm korkeudesta, mutta onnistuessa aloitetaan suosituskorkeudesta. Jos suosituskorkeuden ylitys epäonnistuu, aloitetaan suoritukset 5 cm korkeudelta. Ikäryhmille suositellut aloituskorkeudet ovat näkyvillä taulukossa 2.



TAULUKKO 2. Eri-ikäisille suositellut aloituskorkeudet (Muokattu Kiphard & Schilling 2007).

Ikä (vuosi)	Korkeus (cm)	Palat
7	10	2
8	15	3
10	25	5
14	35	7

Hyppykorkeuden ylittämisestä ensimmäisellä yrityksellä saa kolme pistettä, toisella yrityksellä kaksi pistettä ja kolmannella onnistumisella yhden pisteen. Kolmen yrityksen epäonnistuksessa hyppäämistä jatketaan vain, jos kahdesta edellisestä suorituksesta on hyppääjä saavuttanut vähintään viisi pistettä. Muuten suoritus on ohi. 12 Vaahtomuovipalalla, jolloin lopullinen yrityskorkeus on 60 cm, on testin maksimipistemäärä 39 pistettä per jalka eli yhteensä 78 pistettä.

### 8.2.3 Sivuttaishyppely

Sivuttaishyppelyssä on tehtävänä tasaponnistuksella ylittää puurima mahdollisimman usein 15 sekunnissa. Testaaja näyttää esimerkkitoiston hyppimällä puuriman puolelta toiselle muutamia toistoja. Testattava voi kokeilla viisi kertaa hyppelyä ennen suoritusta. Hyppyissä pitäisi pyrkiä tasaponnistukseen, eli jalat toimivat yhtäaikaaisesti ponnistaessa ja laskeutuessa. Epärytmisyys ei kuitenkaan ole virhe, jos molemmat jalat käyvät riman molemmilla puolilla. Testaajan kuuluu varmistaa, että testattavat ovat ymmärtäneet ohjeet. Testin tulos saadaan kahdesta kelvollisesta suorituksesta. Testin tulos saadaan, kun kahden suorituskerran hyppy laskeetaan yhteen.

### 8.2.4 Sivuttaissiirtyminen

Lattialle asetetaan kaksi korotettua puulevyä. Sivuttaissuuntaan pitää jättää 3-4 metriä tyhjää aluetta. Tehtävään kuuluu kaksi hyväksytyä 20 sekunnin yritystä, joissa testattava etenee sivuttaissuunnassa levyjä siirtämällä kahdella kädellä. Testaaja näyttää mallisuorituksen. Tavoitteena on siirtää mahdollisimman nopeasti levyjä, eli edettyä matkaa ei mitata. Vauhti on

tärkeää, jota testajan kuuluu korostaa testattaville. Testissä tehdään kaksi peräkkäistä suoritusta, joiden välissä pitää olla vähintään kymmenen sekunnin tauko. Testaaja laskee pisteet ääneen. Sekä levyn että vartalon siirrot lasketaan 20 sekunnin suorituksen aikana. Sivuttaissiirtymiseen tarvitaan kaksi 25 cm x 25 cm puulevyä, joiden kulmissa on ovistopperit. Tällöin levyn korkeus maasta on 3,7 cm. Samoja levyjä käytetään myös tasapainoilussa takaperin lähtöpaikkana. Lisäksi tarvitaan ajanottokello.

### **8.3 Validiteetti ja reliabiliteetti**

Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimustulosten toistettavuutta, eli tutkimusmenetelmien ja -mittareiden kykyä antaa sattumasta riippumattomia tuloksia (Hirsjärvi ym. 2004, 216). Validiteetti tarkoittaa tutkimusmenetelmien ja -mittareiden kykyä mitata tutkittavaa ominaisuutta mahdollisimman tarkasti. Validiteettia on sisäistä ja ulkoista. Sisäinen validiteetti arvioi tutkimuksen onnistumista tutkittavan ominaisuuden mittaamisessa. Ulkoinen validiteetti arvioi tutkimuksen yleistettävyyttä tutkimusasetelman ulkopuolelle (Metsämuuronen 2005, 57).

KTK-testiä pidetään erittäin luotettavana ja pätevänä testinä lasten ja nuorten motoriikan arvioinnissa (Kiphard & Schilling 2007; Vandorpe ym. 2011; Ribeiro 2012). Testi on helposti toistettavissa ja nopeasti järjestettävissä. KTK-testiä hyödynnetään myös muiden lasten motoriikkaa mittaavien testien validiteetin arvioinnissa (Cools ym. 2009). Testistä voi jopa saada viitteitä lapsen ja nuoren tulevasta menestyksestä urheilussa (Davids ym. 2000, Vandorpe ym. 2012a, Vandorpe ym. 2012b).

Testiosioista tasapainoilussa tasaperin ja sivuttaissiirtymisessä korostuu koordinaatio, kun sivuttaishyppelyssä ja esteen ylikinkkauksessa mukana on myös voimantuotto-ominaisuuksia (Kiphard & Schilling 2007; Vandorpe ym. 2011). Yleensä lasten koordinaatiotesteissä pyritään minimoimaan voimantuotto-ominaisuuksien vaikutus tulokseen, jolloin saadaan mahdollisimman todenmukaista tietoa lapsen koordinaatistasosta riippumatta lapsen fyysisestä kehitysvaiheesta. KTK-testin osalta sivuttaishyppelyssä ja esteen yli kinkkaamisessa tämä voi aiheuttaa haasteita validiteetin suhteen, koska lasten fyysiset eroavaisuudet esimerkiksi kasvuvaiheissa saattavat antaa vääristyneitä tuloksia koordinaation tasosta.

Testi soveltuu koordinaation arvioimiseen myös erilaisille lapsiryhmille, esimerkiksi Down-syndrooman tai koordinaation kehityshäiriön omaaville lapsille (Ribeiro 2012). Kuitenkin testin vertailuarvot 5–14-vuotiaille perustuvat usein saksalaisiin mittaustuloksiin, joten testin reliabiliteetin kannalta testiä varten kannattaa mahdollisuuksien mukaan luoda vertailuarvoja maassa, jossa testiä tehdään (Vandorpe ym. 2011; Ribeiro 2012; Iivonen 2014).

Vaikuttaa siltä, että vertailuarvot ovat testissä melko korkeatasoisia. Esimerkiksi suhteessa saksalaisiin vuoden 1974 vertailuarvoihin brasilialaiset ja flaamilaiset lapset ja nuoret sijoittuvat testissä selkeästi heikommin (Vandorpe ym. 2011; Ribeiro 2012). Eroavaisuuksia löytyi erityisesti koordinaatiota korostavista testiosioista, eli sivuttaissiirtymisestä ja tasapainoilusta takaperin (Vandorpe ym. 2011; Ribeiro 2012).

KTK-testi on siis yleisesti tunnustettu validi ja reliaabeli mittari lasten ja nuorten koordinaation mittaamiseen. Tässä tutkimuksessa aineiston keränneet testaajat olivat koulutettuja testin käyttöön ja testit suoritettiin rauhallisessa paikassa yksilöllisesti. Aineistossa on myös yli 14-vuotiaita, joille VALO on luonut oman pisteytysjärjestelmänsä. Tutkimukseen osallistuneiden kilpaurheilutausta vaikuttanee testituloksia parantavasti, mutta mittari on validi ja reliaabeli tämän ikäisten lasten ja nuorten motorisen koordinaation mittaamiseen.

#### **8.4 Tutkimusaineiston analysointi**

Tutkimusaineistoa analysoidaan tilastollisesti IBM SPSS 22.0 -ohjelmalla kvantitatiivisesti. KTK-testin kokonaistuloksen ja osatestien välisiä korrelaatioita vertaillaan keskenään, tuloksien keskiarvoja ja keskihajontoja vertaillaan eri lajien harrastajien ja sukupuolten välillä, sekä ikään suhteutettuna. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimella tarkastellaan KTK-testin kokonaistuloksen ja osatestien välisiä korrelaatioita. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja Tukey HSD post hoc -testillä tarkastellaan eroja eri lajien harrastajien välillä. Sukupuolten välisiä eroja KTK-testin kokonais- ja osatestien tuloksissa tarkastellaan riippumattomien otosten t-testin avulla. Iän yhteyttä KTK-testin kokonaistulokseen tarkastellaan yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja Tukey HSD post hoc -testillä.

## 9 TULOKSET

### 9.1 KTK-testin osatestien yhteys kokonaistulokseen

Pearsonin tulomomenttikorrelaatiolla selvitimme miten KTK-testin osatestien tulokset korreloivat kokonaistulokseen tytöillä ja pojilla (taulukko 3). Kummallakin sukupuolella osatestien väliset korrelaatiot olivat melko heikkoja. Kaikki osatestit korreloivat kuitenkin melko hyvin kokonaistuloksen kanssa.

TAULUKKO 3. KTK-testin kokonaistuloksen ja osatestien väliset Pearsonin tulomomenttikorrelaatiot.

Tytöt					
	Tasapainoilu - takaperin	Esteenyli- kinkkaus	Sivuttais- hyppely	Sivuttais- siirtyminen	Kokonaistulos
Tasapainoilu - takaperin	-	.25***	.23***	.28***	.60***
Esteenyli- kinkkaus	.33***	-	.23***	.20***	.57***
Sivuttais- hyppely	.29***	.34***	-	.29***	.69***
Sivuttais- siirtyminen	.21***	.21***	.32***	-	.75***
Kokonais- tulos	.66***	.58***	.75***	.71***	-

Pojat				
***p<0.001				

### 9.2 Eri urheilulajien harrastajien väliset erot KTK-testin tuloksissa

Eri urheilulajien harrastajien eroja KTK-testin kokonaistuloksessa sekä osatestien tuloksissa tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja Tukey HSD post hoc-testillä. KTK-testin kokonaistulosten keskiarvoeroja vertaamalla tulokset osoittivat, että uimarit sekä voimistelijat

saivat parempia pistemääriä kuin jääkiekon tai kori- tai jalkapallon harrastajat, ja ero oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 4). Lajien välisiä eroja vertailtiin KTK-testin osatesteissä, joita ovat esteen yli kinkkaus, sivuttaishyppely, sivuttaissiirtyminen ja tasapainoilu takaperin. Esteen yli kinkkauksessa uimarit sekä voimistelijat saivat paremmat pistemäärät kuin jääkiekkoilijat tai kori- ja jalkapalloilijat. Sivuttaishyppelyssä jääkiekkoilijat sekä kori- ja jalkapalloilijat saivat paremmat pistemäärät kuin voimistelijat tai uimarit. Sivuttaissiirtymisessä uimarit sekä voimistelijat saivat paremmat pistemäärät kuin jääkiekkoilijat tai kori- ja jalkapalloilijat. Tasapainoilussa takaperin voimistelijat saivat paremmat pistemäärät kuin uimarit, jääkiekkoilijat tai kori- ja jalkapalloilijat. Kaikki edellä mainitut erot olivat tilastollisesti merkitseviä.

TAULUKKO 4. Eri urheilulajien harrastajien KTK-testin tuloksen pistemäärien vertailu yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja Tukey HSD post hoc-testillä.

Laji	1.Jalkapallo +koripallo n= 54–62		2.Jääkiekko n= 296–303		3.Uinti n=49–78		4.Voimistelu n=652–653		F	df	P	parivertailut
	ka	sd	ka	sd	ka	sd	ka	sd				
Kokonais- pistemäärä	118.76	12.49	118.79	11.68	124.88	8.79	124.79	10.45	27.30	3, 1045	0.000***	3,4>1,2***
Esteen yli kinkkaus	105.76	11.34	108.47	8.05	111.02	6.12	111.40	8.54	13.54	3, 1050	0.000***	4>1,2***, 3>1**
Sivuttais- hyppely	129.84	17.38	128.27	13.72	121.88	14.29	123.40	11.92	14.00	3, 1089	0.000***	1>3,4**, 2>3**, 2>4***
Sivuttais- siirtyminen	125.47	11.89	116.60	16.62	132.92	11.22	130.40	13.20	72.42	3, 1094	0.000***	3,4>2***, 3,4>1*
Tasapainoilu takaperin	95.71	16.87	106.15	12.67	108.61	10.06	112.19	8.46	60.33	3, 1091	0.000***	4>1,2***, 4>3*, 2>1***

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01; \*\*\* p < 0.001

### 9.3 Sukupuolten väliset erot KTK-testin tuloksissa

Sukupuolten välisiä eroja KTK-testin kokonaistuloksessa sekä KTK-testin eri osa-alueissa tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä (taulukko 5). Tytöt menestyivät tilastollisesti merkitsevästi poikia paremmin kokonaistuloksessa, esteen yli kinkkauksessa, sivuttaissiirtymisessä ja tasapainoilussa takaperin, kun taas pojat menestyivät tyttöjä paremmin sivuttaishyppelyssä.

TAULUKKO 5. Erot sukupuolten välillä KTK-testin eri osa-alueissa riippumattomien otosten t-testillä.

Sukupuoli	tytöt		pojat		t	df	P
	ka	sd	ka	sd			
Kokonaispistemäärä	124.37	9.40	119.53	11.75	7.16	1044	0.000***
Esteen yli kinkkaus	111.15	8.75	108.43	8.07	4.83	1049	0.000***
Sivuttaishyppely	123.15	12.07	128.73	14.53	-6.69	1088	0.000***
Sivuttaissiirtyminen	129.83	13.63	119.70	16.42	10.79	1093	0.000***
Tasapainoilu takaperin	111.56	8.95	104.84	13.99	9.60	1090	0.000***

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01; \*\*\* p < 0.001

### 9.4 Ikäryhmien väliset erot KTK-testin tuloksissa

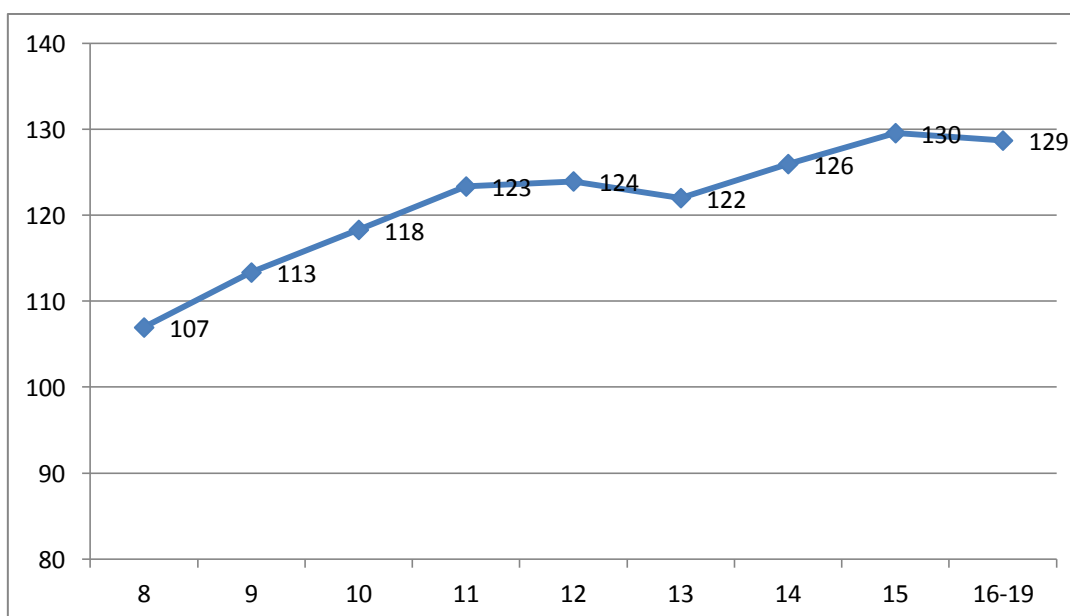
Sukupuolten välisiä eroja KTK-testin kokonaistuloksessa tarkasteltiin eri ikäluokissa riippumattomien otosten t-testillä (taulukko 6). Eri ikäluokissa tilastollisesti merkitseviä eroja tyttöjen ja poikien KTK-testin kokonaistuloksessa löytyi ainoastaan ikävuosina 9 ja 10, joissa tytöt menestyivät poikia paremmin.

TAULUKKO 6. Erot sukupuolten välillä iän mukaan luokiteltuina riippumattomien otosten t-testillä.

Ikäluokka (v)	sukupuoli						t	P
	tytöt			pojat				
	n	ka	sd	n	ka	sd		
8	1	121.0	-	21	106.29	11.73	1.23	0.24
9	13	119.15	9.17	27	110.56	11.51	2.35	0.024*
10	60	120.28	10.04	14	109.86	13.06	3.30	0.002**
11	120	123.87	9.46	5	111.20	17.04	2.83	0.172
12	148	124.48	10.52	39	121.95	10.15	1.35	0.18
13	151	121.89	8.23	60	122.33	8.73	0.51	0.73
14	102	126.03	8.84	88	125.91	10.45	0.97	0.93
15	72	129.57	6.26	-				
16-19	44	128.71	7.82	-				

\*p < 0.05; \*\*p < 0.01

Tarkastelimme lisäksi KTK-testin kokonaistuloksen eroja ikäryhmien välillä. Tulokset osoittavat, että iän lisääntyessä KTK-testin kokonaistulos kasvaa, mutta saavuttaa 11–14-vuoden kohdalla tasannevaiheen jonka jälkeen jatkaa jälleen kasvamista (kuvio 3).



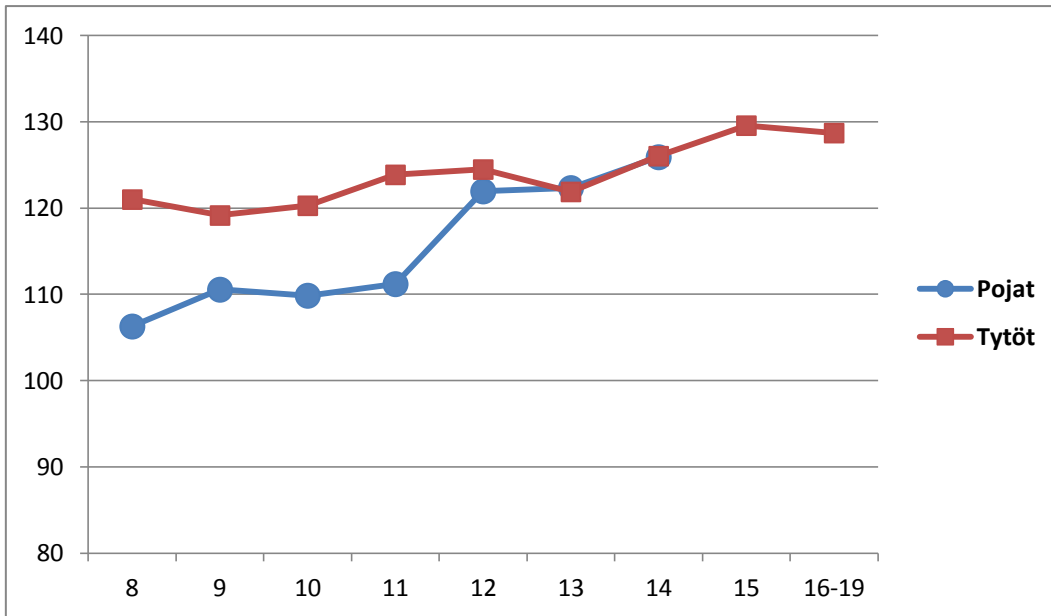
KUVIO 3. KTK-testin kokonaistulos ikään suhteutettuna.



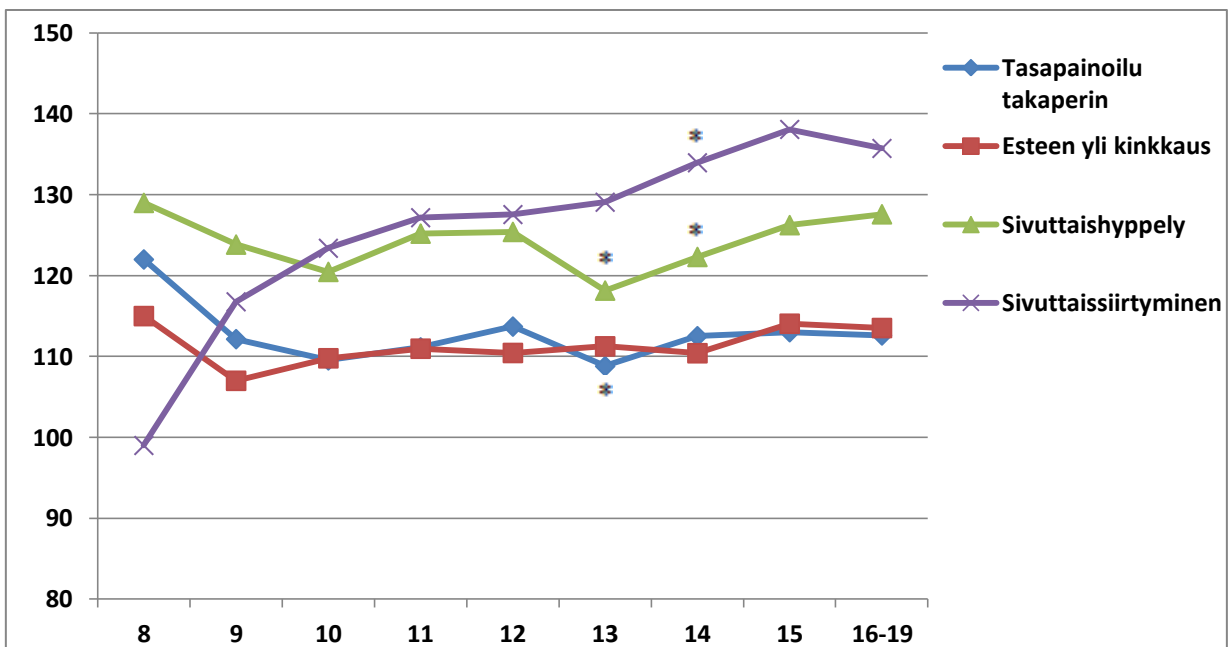
Tarkastelimme myös ikäryhmien välisiä eroja KTK-testin kokonaistuloksessa (kuvio 4) ja osatesteissä (kuviot 5 ja 6) tytöt ja pojat eriteltyinä. Tyttöillä KTK-testin kokonaistuloksessa on pieni lasku 8 ja 9 ikävuoden välillä, jonka jälkeen kokonaistulos nousee loivasti 11:een ikävuoteen asti. Tämän jälkeen on selkeä taantuma 11–14-ikävuoden kohdalla jonka jälkeen nousu jatkuu. Pojilla kokonaistulos kasvaa 8 ja 9 ikävuoden välillä jonka jälkeen pysyy tasaisena ikävuodet 9–11. Tämän jälkeen kokonaistulos kasvaa reilusti 11:n ja 12:n ikävuoden välillä. Kokonaistulos pysyy tasaisena 12:n ja 13:n ikävuoden välillä, jonka jälkeen se hieman kasvaa.

Tyttöjen osatestien tuloksissa sivuttaissiirtymisessä on selkeä nousu iän kasvaessa, joskin kasvussa on tasannevaihe 11–13-vuotiaiden ryhmissä. Sivuttaishyppelyssä 12- ja 13-vuotiaiden välillä tulos laskee tilastollisesti merkitsevästi, jonka jälkeen tulos kuitenkin kasvaa. Esteen yli kinkkauksessa ikä ei vaikuta tulokseen. Tasapainoilussa takaperin 10:stä 12:een vuotiaaksi tulos kasvaa tilastollisesti merkitsevästi ja 13-vuotiailla tulos laskee tilastollisesti merkitsevästi, jonka jälkeen tulos jälleen nousee.

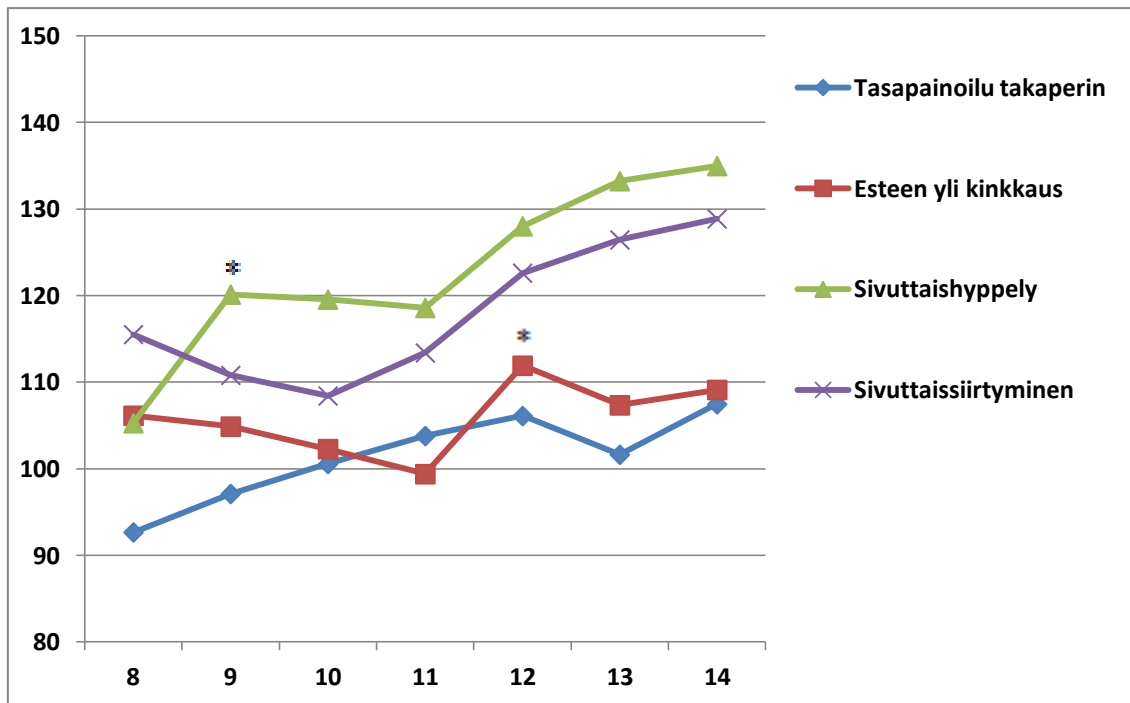
Poikien osatestien tuloksissa sivuttaissiirtymisessä ja sivuttaishyppelyssä tulos kasvaa 12–14-vuotiailla tilastollisesti merkitsevästi verrattuna aiempiin ikäryhmiin. Tasapainoilussa takaperin tulos kasvaa tasaisesti ja laskee tilastollisesti merkitsevästi 13:n ikävuoden kohdalla, jonka jälkeen tulos kasvaa. Esteen yli kinkkauksessa tulos laskee lievästi 11 vuoteen asti, jonka jälkeen kasvaa jyrkästi 12:een ikävuoteen ja pysyy tämän jälkeen tasaisena.



KUVIO 4. KTK-testin kokonaistulos ikään suhteutettuna tytöt ja pojat eriteltyinä.



KUVIO 5. KTK-testin tyttöjen osatestien pistemäärät ikään suhteutettuna. \*  $p < 0.05$  edelliseen ikävuoteen verrattuna.



KUVIO 6. KTK-testin poikien osatestien pistemäärät ikään suhteutettuna. \*  $p < 0.05$  edelliseen ikävuoteen verrattuna.

## 10 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa mittaavan KTK-testin kokonaistuloksen ja osatestien välistä yhteyttä, sekä onko eri urheilulajeja harrastavien lasten ja nuorten tulosten välillä eroa KTK-testissä. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia onko sukupuolten välillä eroa KTK-testin tuloksissa ja onko ikäryhmien välillä eroja KTK-testin tuloksissa. Suomessa ei ole tietääksemme aiemmin tehty vastaavia tutkimuksia lasten ja nuorten koordinaatiosta, ketteryydestä ja dynaamisesta tasapainosta KTK-testillä mitattuna. Lisäksi KTK-testin kokonaistuloksen yhteyttä osatestien tuloksiin ei Suomessa ole tutkittu.

### 10.1 KTK-testin osatestien yhteys kokonaistulokseen

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko KTK-testin osatestien ja kokonaistuloksen välillä yhteyttä. Hypoteesimme oli, että osatestit mittaavat samoja ominaisuuksia ja korreloivat hyvin kokonaistulokseen. Aihetta ei ole aiemmin Suomessa tutkittu, mutta Saksassa vastaava tutkimus on tehty (Kiphard & Schilling 1974, 2007, Vandorpen ym. 2011 mukaan). Kiphardin ja Schillingin (1974, 2007, Vandorpen ym. 2011 mukaan) mukaan KTK-testin osatestit korreloivat voimakkaasti keskenään sekä kokonaistulokseen. Osatestien väliset korrelaatiot vaihtelivat 0.60 (tasapainoilu takaperin/sivuttaishyppely) ja 0.81 (esteen yli kinkkaus/sivuttaishyppely) välillä, ja tästä voidaan todeta osatestien mittaavan samoja ominaisuuksia (Vandorpe ym. 2011).

Tutkimuksessamme osatestien väliset korrelaatiot olivat yllättävän pienet. Pojilla osatestien väliset korrelaatiot vaihtelivat 0.21 (sivuttaissiirtyminen/esteen yli kinkkaus) ja 0.34 (sivuttaishyppely/esteen yli kinkkaus) välillä, ja tytöillä 0.20 (sivuttaissiirtyminen/esteen yli kinkkaus) ja 0.29 (sivuttaissiirtyminen/sivuttaishyppely) välillä. Tulos on ristiriidassa aiemman tutkimuksen kanssa (Kiphard & Schilling 1974, 2007, Vandorpen ym. 2011 mukaan). Kuitenkin osatestit korreloivat tutkimuksessamme vahvasti kokonaistulokseen vaihdellen pojilla 0.58 ja 0.75 ja tytöillä 0.57 ja 0.75 välillä. Tuloksemme antaa viitteitä siitä, että osatestit mittaavat yhteisten mitattavien ominaisuuksien lisäksi muitakin ominaisuuksia, jotka ovat vähemmän yhteydessä toisiinsa.

Oletamme pienten korrelaatioiden osatestien välillä ainakin osittain selittyvän heterogeenisellä aineistollamme. Tutkimukseen osallistuneet ovat 8–19-vuotiaita ja omaavat hyvin erilaisia lajitaustoja, joten urheilulajien erilaiset harjoitteet ja fyysiset vaatimukset saattavat kehittää epätasaisesti KTK-testin osatesteissa mitattavia ominaisuuksia. Lisäksi tutkimukseen osallistuneet menestyivät keskimäärin erittäin hyvin KTK-testissä, joten tulosten korkea taso ja kahdessa testiosiossa mahdolliset täydet pistemäärät saattavat vääristää osatestien välisiä korrelaatioita.

## **10.2 Eri lajien harrastajien väliset erot koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa KTK-testillä mitattuna**

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää onko eri lajeja harrastavien lasten ja nuorten välillä eroa koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa. Vertailtavat lajiryhmät olivat jalkapalloilijat + koripalloilijat, jääkiekkoilijat, uimarit sekä voimistelijat. Hypoteesimme oli, että voimistelua harrastavat lapset menestyvät KTK-testissä parhaiten. KTK-testillä mitataan pääasiassa koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa, joten oletamme voimistelun lajiharjoittelun kehittävän näitä ominaisuuksia enemmän kuin palloilulajien tai uinnin harrastaminen. Oletimme myös jääkiekkoilijoiden menestyvän KTK-testissä palloilijoista parhaiten, sillä luistelu vaatii dynaamista tasapainoa enemmän kuin vakaammalla alustalla kuten jalkapallokentällä liikkuminen.

Aikaisemmissa tutkimuksissa eri urheilulajien välinen vertailu KTK-testin tuloksissa on ollut meidän tietojemme mukaan vähäistä ja löydettyissä tutkimuksissa tutkimukseen osallistui vain 9–11-vuotiaita (Opstoel ym. 2015) tai tutkimus keskittyi vain kamppailulajeihin (Pion ym. 2014). Pion ym. (2015) käytti kolmea neljästä KTK-testiosiosista osana testikokonaisuutta eri lajeissa kilpaurheilville nuorille, jolloin kokonaista KTK-testitulosta ei urheilijoilta saatu. Kuitenkin osatesteista saatiin lajien välillä vertailukelpoisia tuloksia. (Pion 2015)

Tulokseksi tutkimuksessamme saatiin, että KTK-testin kokonaistuloksessa parhaan tuloksen ryhmien välisiä keskiarvoja vertailemalla saivat uimarit ja voimistelijat. KTK-testin osatestien keskiarvoja vertaamalla esteen yli kinkkauksessa parhaiten menestyivät voimistelijat ja uimarit, sivuttaishyppelyssä jalka- ja koripalloilijat sekä jääkiekkoilijat, sivuttaissiirtymisessä ui-

marit ja voimistelijat, ja takaperin tasapainoilussa voimistelijat. Sivuttaishyppelyssä tarvitaan alaraajojen räjähtävää voimantuottoa, joka on lajinomaista jalkapalloilijoilla ja koripalloilijoilla (Pion 2015), sekä myös jääkiekkoilijoilla. Tämä selittänee jalka- ja koripalloilijoiden sekä jääkiekkoilijoiden menestymistä kyseisessä testiosiossa.

Opstoelin ym. (2015) tutkimuksessa eroja koordinaatiossa eri lajeja harrastavien lasten ja nuorten välillä ei juuri löytynyt. Koordinaation kehittymiseen lajitaustaa enemmän vaikuttivat harjoitusmäärät. Mitä enemmän lapsi tai nuori harjoitteli, niin sitä enemmän koordinaatio oli kehittynyt, mutta yhtä paljon harjoitteleiden vertailussa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Ainoastaan kamppailulajeja harrastavilla lapsilla ja nuorilla oli hieman muita heikompi koordinaatio. (Opstoel ym. 2015). Tämä tulos on osin ristiriidassa tutkimuksemme tuloksen kanssa, jossa voimistelijat ja uimarit menestyivät jalka- ja koripalloilijoita sekä jääkiekkoilijoita paremmin. Toisaalta tutkimuksessamme ei harjoitusaikoja ole tiedossa.

Uimareiden hyvä menestys KTK-testissä oli yllättävä tulos. Tätä kuitenkin selittää tieto, että uimarit kuuluvat lähes kokonaan erittäin aktiivisesti harjoittelevaan ja kilpailevaan ryhmään, johon kuuluvat uimarit ovat menestyneet lajissaan jopa kansainvälisellä kilpatasolla (Mononen 2016). Tästä syystä uimareiden saamia tuloksia ei voi yleistää verrattuna tämän aineiston muihin lajeihin. Uimareiden aktiivisen harjoittelun yhteys hyvään menestykseen KTK-testissä on myös linjassa Opstoelin ym. (2015) kanssa, eli suuret harjoitusmäärät todennäköisesti korreloivat positiivisesti KTK-testin tuloksen kanssa.

Voimistelijat menestyivät uimareiden lisäksi KTK-testillä mitatuissa ominaisuuksissa hyvin. Tulos olikin hypoteesimme mukainen, sillä voimisteluharjoittelu kehittää koordinaatiota ja dynaamista tasapainoa (Rudd ym. 2014). Voimistelijat menestyivät myös takaperin tasapainoilussa muiden urheilulajien harrastajia paremmin. Tämä voi johtua positiivisesta siirtovaiikutuksesta lajispesifiin puomilla tasapainoiluun, jolla voimistelijat harjoittelevat säännöllisesti. On mielenkiintoista, että Pion ym. (2015) luokittelevat yleisesti voimistelijoiden selkeimmät ominaisuudet notkeudeksi ja ylävartalon voimakkuudeksi. Emme usko KTK-testin mitaavan näitä ominaisuuksia. Tämä onkin Pionin (2015) mukaan karkea jaottelu, mutta joka tapauksessa voimistelu vaikuttaisi tulostemme ja Pionin (2015) tutkimuksen perusteella olevan monipuolisesti fyysisiä ominaisuuksia kehittävä laji.

Aiemmissa interventiotutkimuksissa on lyhyessäkin ajassa onnistuttu parantamaan henkilön koordinaatiokykyä KTK-testillä mitattuna. Kun KTK-testillä taas on onnistuttu löytämään urheilulahjakkuuksia sekä eroa on löytynyt urheilussa huippujen ja lähes huippujen välillä, niin tästä voidaan päätellä, että valmentajan kannattaa sisällyttää harjoituksiin myös lajin kanalta ei-spesifejä harjoitteita. Taitojen taustalla vaikuttavien ominaisuuksien kehittäminen helpottaa ja tehostaa lajitaitojen oppimista. Tulostemme pohjalta voimme suositella voimisteluharjoittelun sisällyttämistä muidenkin lajien oheisharjoitteluksi. Vaikka tutkimuksessamme uimarit menestyivät yhtä hyvin kuin voimistelijat, vaatii uimareiden hyvän koordinaation selittäminen vielä lisätutkimusta. Useat tähän tutkimukseen osallistuneet uimarit kilpailevat korkealla kansainvälisellä tasolla (Mononen 2016), eikä tämän tutkimuksen tuloksia voi yleistää kaikkiin uimareihin.

Jääkiekkoilijat menestyivät hypoteesimme mukaisesti jalka- ja koripalloilijoita paremmin tasapainoilussa takaperin. Tämä viittaisi jääkiekkoilijoiden parempaan dynaamiseen tasapainoon, joka on ilmeisesti kehittynyt luistelun harjoittelemisessa ja liikkumisessa liukkaalla alustalla. Kuitenkin dynaaminen tasapaino on jalkapallossa menestymisessä tärkeä ominaisuus (Pau ym. 2015), joten jalka- ja koripalloilijoille voidaan suositella teetetäväksi enemmän dynaamista tasapainoa kehittäviä harjoitteita.

Mikään tutkimukseemme osallistunut laji ei menestynyt kaikissa osatesteissä parhaiten. Tämä viittaa monipuolisuuden tarpeeseen, eli vain yhden urheilulajin harrastaminen tuskin kehittää koordinaatiota, ketteryyttä ja dynaamista tasapainoa tehokkaasti. Esimerkiksi jalka- ja koripalloilijat olivat selkeästi muita heikompia sivuttaissiirtymisessä, mutta toisaalta jääkiekkoilijoiden lisäksi parhaita sivuttaishyppelyssä. Hyvä menestyminen sivuttaishyppelyssä viittaa hyvään ketteryyteen, mutta heikko menestys sivuttaissiirtymisessä voi kertoa heikosta silmäkäsi-koordinaatiosta.

### **10.3 Erot sukupuolten välillä koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa KTK-testillä mitattuna**

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää onko sukupuolten välillä eroja koordinaatiossa, ketteryydessä ja dynaamisessa tasapainossa. Hypoteesimme oli, että tytöt menestyvät paremmin tasapainoilussa takaperin ja pojat muissa testeissä. Tulokseksi tutkimuksessamme saatiin, että

tytöt olivat poikia parempia KTK-testin kokonaistuloksen keskiarvoja vertaamalla. Kun kokonaistulosta verrattiin sukupuolten välillä ikään suhteutettuna, niin havaittiin että tytöt menestyivät poikia tilastollisesti merkitsevästi paremmin ainoastaan 9- ja 10-vuotiaiden ikäluokissa. KTK-testin osatesteissä sukupuolten välisiä keskiarvoja vertaamalla tytöt menestyivät poikia paremmin esteen yli kinkkauksessa, sivuttaissiirtymisessä ja tasapainoilussa takaperin, ja pojat menestyivät tyttöjä paremmin sivuttaishyppelyssä.

Tämän tutkimuksen tulos sukupuolten välisestä erosta KTK-testin kokonaistuloksessa on ristiriidassa joidenkin aiempien tutkimustuloksien kanssa. Osa aiemmista tutkimuksista osoittaa, että pojat menestyivät tyttöjä paremmin KTK-testissä (Lopes ym. 2013; Olesen ym. 2014; Luz ym. 2015). Tulokseen todennäköisesti vaikuttaa merkittävästi se, että suurin osa aineistosta on naisvoimistelijoita (n=653), eikä miesvoimistelijoita ole yhtään. KTK-testillä mitattavat ominaisuudet ovat tämän tutkimuksen mukaan uimareiden lisäksi voimistelijoilla parhaiten kehittyneet, joten tämä saattaa vaikuttaa tyttöjen tulokseen parantavasti. Mahdollisesti voimistelijoiden suuren otoskoon seurauksena ristiriitaa ilmeni myös KTK-testin osatestien tuloksissa aiempiin tutkimuksiin verrattuna, joissa pojat menestyivät tyttöjä paremmin yhden jalan kinkassa sekä sivuttaissiirtymisessä (Lopes ym. 2013; Laukkanen ym. 2014; Olesen ym. 2014). Sivuttaishyppelyssä ja tasapainoilussa takaperin tuloksemme oli samanlainen kuin aiemmissa tutkimuksissa (Lopes ym. 2013; Laukkanen ym. 2014; Olesen ym. 2014).

Erot tyttöjen ja poikien välillä johtuvat todennäköisesti fyysisistä ominaisuuksista sekä erilaisista kiinnostuksen kohteista liikunnassa ja leikeissä. Tyttöjen leikit ovat yleensä enemmän tasapainoa kehittäviä ja rauhallisempia, kun taas poikien leikit vauhdikkaampia ja pallopelejä. Takaperin tasapainoilussa tytöt menestyivät poikia tilastollisesti paremmin, mikä tukee tätä näkemystä. Sivuttaishyppelyssä poikien parempi tulos johtuu todennäköisesti suuremmasta jalkojen räjähtävästä voimantuotosta. Tämän suuntainen tulos saatiin myös Hazarin (2009) tutkimuksessa jossa havaittiin jalkojen räjähtävällä voimantuotolla olevan yhteys ketteryydestä menestymiseen. Sivuttaissiirtymisessä ja esteen yli kinkkauksessa tyttöjen poikia parempi menestyminen johtuu todennäköisesti siitä, että voimisteluharjoittelu on kehittänyt näissä osatesteissä tarvittavia ominaisuuksia enemmän muihin lajeihin verrattuna ja voimistelijatytöiden osuus aineistosta on suuri.

Koska tyttöjen ja poikien välisiä eroja kokonaistuloksessa ilmeni ainoastaan 9- ja 10-vuotiaissa ja näissä ryhmissä poikien otoskoko oli hyvin pieni, ei sukupuolta välttämättä tar-



vitse huomioida koordinaatiota kehittävässä harjoitteissa. Toisaalta osatesteissä pojat olivat tyttöjä parempia sivuttaishyppelyssä, joka saattaa tarkoittaa poikien parempaa ketteryyttä. Tytöt taas menestyivät kaikissa muissa osatesteissä poikia paremmin. Tytöille siis voidaan suositella enemmän ketteryyttä kehittäviä harjoitteita ja pojille koordinaatiota ja dynaamista tasapainoa kehittäviä harjoitteita.

#### **10.4 Ikäryhmien väliset erot KTK-testin tuloksessa**

Tutkimuksen tarkoituksena oli myös selvittää eri ikäryhmien eroja KTK-testillä. Hypoteesimme oli, että KTK-testin tulos paranee, kun ikää tulee lisää. Tämä johtuu lasten luonnollisesta motorisesta kehittämisestä ja harjoittelutuntien kertymisestä. D'hondtin ym. (2013) kahden vuoden seurantatutkimuksessa osallistujien tulos parani tilastollisesti merkitsevästi. Harjoitusmäärillä ja urheiluseuraan kuulumisella on myös selkeä yhteys KTK-testissä mitattavien ominaisuuksien kehittymiseen (Vandorpe ym. 2012b; Opstoel ym. 2015).

Tulokseksi tutkimuksessamme saatiin, että iän lisääntyessä KTK-testin kokonaistulos kasvaa, mutta saavuttaa 11–14-vuoden kohdalla tasannevaiheen jonka jälkeen jatkaa jälleen kasvua. Kun KTK-testin kokonaistulos suhteutetaan ikään tytöt ja pojat eriteltyinä, niin tytöillä voidaan havaita tasannevaihe 11–14-vuoden iässä ja pojilla 12–14-vuoden iässä. Tämä tasannevaihe KTK-testin tuloksissa johtuu todennäköisesti murrosiän alkamisesta ja nopean pituuskasvun seurauksena raajojen äkillisen kasvun aiheuttamasta kömpelyydestä. Tämä kömpelyyden hetkellinen lisääntyminen on samassa linjassa Wagnerin ym. (2010) tutkimuksen kanssa. Wagner ym. (2010) havaitsivat saksalaisilla lapsilla koordinaatiossa niin tytöillä kuin pojilla tasanteen murrosiän alkuvaiheessa 11–14-ikävuosien aikana, jolloin koordinaatio ei lapsilla ja nuorilla kehittynyt lainkaan vaan jopa hieman heikentyi.

Myös osatesteissä tämä tasanne- tai laskuvaihe ilmeni oletetun murrosiän aikana tyttöjen sivuttaishyppelyssä, sivuttaissiirtymisessä ja tasapainoilussa takaperin sekä poikien tasapainoilussa takaperin, sivuttaissiirtymisessä ja esteen yli kinkkauksessa. Tyttöjen esteen yli kinkkauksessa tätä tasannevaihetta ei ilmennyt, joka saattaa johtua murrosiän aiheuttamien muutosten erilaisista vaikutuksista osatesteissä menestymiseen. Esimerkiksi poikien lisääntyneellä voimantuotolla voidaan kompensoida murrosiän aiheuttamaa kömpelyyttä, josta voi olla hyötyä sivuttaishyppelyssä. Toisaalta kömpelyys haittaa molemmilla sukupuolilla tasapainoilua

takaperin, jossa lisääntyneellä voimantuotolla ei ole merkitystä ja näin ollen dynaaminen tasapaino heikkenee merkittävästi. Sivuttaissiirtymisessä sekä tyttöjen että poikien tulos paranee iän myötä, mutta siinäkin murrosikä näkyy tasannevaiheena.

Murrosiän huomiointi harjoittelussa on siis tärkeää ja se ilmenee eri tavoin erilaisissa suorituksissa. Valmentajien ja opettajien tulee siis hyväksyä mahdolliset heikkoudet koordinaatiossa ja erityisesti dynaamisessa tasapainossa murrosikäisillä ja tämä voidaan myös tuoda esille nuorille itselleen. Tässä ikävaiheessa valmentajan tulee myös huomioida esimerkiksi nuorten riittävä ravinnon ja levon saanti, tukiharjoittelu ja lihahuolto, joilla ehkäistään nopean kasvun altistamia loukkaantumisia ja rasitusvammoja. Tämän tutkimuksen mukaan tasapaino-ominaisuudet ovat alaraajojen voimantuotosta riippumattomia ominaisuuksia ja tulos on linjassa aiempien tutkimusten kanssa (Granacher & Gollhofer 2012), joten murrosikä saattaa vaikuttaa erityisen heikentävästi tasapainoa vaativiin suorituksiin.

## **10.5 Tutkimuksen rajoitukset**

Tutkimusaineistossamme ei ollut kerätty tietoa harjoitusmääristä, joita lapset ja nuoret ovat urheilulajissaan harrastaneet. Sekundaariaineistoamme ei ollut alun perin suunniteltu tutkimuskäyttöön, vaan enemmän työkaluiksi ja tietolähteeksi lasten ja nuorten valmentajille, ohjaajille sekä testattaville itselleen. Testattavana on esimerkiksi saattanut olla yhtä hyvin kerran kahdessa viikossa jalkapalloileva aloittelijaryhmä, kuin useita vuosia harjoitelleiden junioreiden kymmenen kertaa viikossa harjoitteleva kilpaurheilujoukkue, mutta tätä ei aineistosta voi tietää. Lisäksi lajien otoskokojen välillä on suuria eroja ja tulosten analysointi olisi helpompaa, jos ryhmät olisivat samankokoisia.

Koripalloilijoiden testitulokset olivat selkeästi jalkapalloilijoita heikompia. Tämä ei tuloksista näy, koska jalkapallo ja koripallo on yhdistetty jokaisessa tulososiossa. Yhdistäminen tehtiin otoskoon kasvattamiseksi ja sillä oletuksella, että jalkapallo ja koripallo olisivat samankaltaisia lajeja. Kuitenkin esimerkiksi Opstoelin ym. (2015) tutkimuksessa koripalloilijat ovat kahdessa kolmesta osatestistä jalkapalloilijoita merkittävästi heikompia, joten on perusteltua erotella jalkapalloilijat ja koripalloilijat omiksi ryhmikseen. Tämä olisi ehkä pitänyt ottaa huomioon menetelmiä suunniteltaessa. Tämän vuoksi tulosta ei voi yleistää kaikkiin jalkapalloilijoihin ja koripalloilijoihin.

Tähän tutkimukseen osallistuneet lapset ja nuoret menestyivät keskimäärin erittäin hyvin KTK-testissä. KTK-testin viitearvoja ei ole alun perin suunniteltu kilpaurheilijoiden käyttöön (Kiphard & Schilling 2007) ja tasapainoilussa takaperin sekä esteen yli kinkkauksessa maksimipisteitä oli saavutettu melko usein. Näissä osatesteissä osa testatuista olisi saattanut menestyä vielä mitattuakin maksimitasoa paremmin, mutta tämä tieto jää testin rajoitusten takia saamatta. Näiden osatestien tulokset saattavat tästä syystä vääristyä hieman. Lisäksi tutkimukseen osallistuneista 116 vanhinta, iältään 15–19-vuotiasta olivat kaikki naisvoimistelijoita. Tämä parantaa voimistelijoiden tulosta keskiarvojen vertailuissa eri urheilulajien välillä, sillä iän lisääntyessä testitulokset parani. Lisäksi ryhmissä oli hyvin erisuuruinen määrä koehenkilöitä.

## **10.6 Jatkotutkimusehdotukset ja johtopäätökset**

Aineistossamme oli runsaasti dataa naispuolisista voimistelijoista (n=653). Tästä aineistosta voisi tehdä spesifimmän analyysin iän yhteydestä naispuolisten voimistelijoiden koordinaation, ketteryyden ja dynaamisen tasapainon kehittymiseen. Luultavasti tästä aineiston osasta saisi mielenkiintoista tietoa esimerkiksi murrosiän yhteydestä koordinaatioon, kun lajitausta ja sukupuoli on vakioitu.

Koska kansainvälisissä kilpailuissa menestyneet uimarit menestyivät myös KTK-testissä, niin mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi selvittää, johtuuko heidän menestyksensä hyvästä koordinaatiosta vai vaikuttaako heidän harjoittelunsa runsas määrä koordinaation kehittymiseen. Uimareiden lajispesifi harjoittelu vedessä eroaa merkittävästi KTK-testitilanteen ympäristöstä, mutta kehittääkö tällainen harjoittelu siitä huolimatta KTK-testissä mitattavia ominaisuuksia tehokkaasti, vai onko hyvä koordinaatio edellytys huipulle pääsemiseen?

Harjoitusmäärien yhteyttä KTK-testissä menestymiseen on jo tutkittu (Opstoel 2015), mutta olisi syytä tutkia myös onko harjoittelun monipuolisuudella merkitystä KTK-testin tulokseen. Saattaa esimerkiksi olla, että KTK-testissä menestyneet urheilevat lapset ja nuoret ovat harjoitelleet monipuolisesti, jolloin heidän testituloksensa on parempi kuin yksipuolisemmin harjoitelleilla.

KTK-testin käyttäminen pitkittäistutkimuksessa olisi perusteltua, jotta saataisiin tietoa eri urheilulajien harjoittelun vaikutuksista koordinaation kehittymiseen. Tällainen tutkimus tosin olisi työlästä toteuttaa, mutta antaisi uutta ja helposti käytäntöön sovellettavaa tietoa valmentajille. Tutkimustieto olisi myös luotettavampaa, jos tutkimuksen aineistossa lajit, ikä ja osallistujamäärät olisi vakioitu. Aineisto olisi tällöin vertailukelpoisempi ja tulokset olisivat paremmin yleistettävissä. Lisäksi tällaisella tutkimusasetelmalla voidaan saada mielenkiintoista tietoa siitä, että ohjaako lapsen koordinaation taso tiettyihin lajeihin, vai kehittääkö tietyn lajin harjoittelu koordinaatiota muita lajeja tehokkaammin. Tällaisella tutkimuksella voitaisiin myös selvittää, johtuuko menestyminen urheilulajissa ominaisuuksista, joita KTK-testillä mitataan, vai onko pitkään jatkunut tietyn lajin harjoittelu syy hyvälle tulokselle KTK-testissä.

## LÄHTEET

- Aartolahti E. & Halonen J. 2007. Dynaamisen tasapainon mittaaminen kiihtyvyyksmittareilla takaperinkävely- ja kahdeksikkokävelytesteissä. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 9.8.2015. [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8252/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu2007126.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8252/URN_NBN_fi_jyu2007126.pdf?sequence=1).
- Ambegaonkar J., Redmond, C., Charles, W., Winter, C., Cortes, N., Ambegaonkar, S., Shruti, J., Thompson, B & Gayer, S. 2011. Ankle stabilizers affect agility but not vertical jump or dynamic balance performance. *Foot & ankle specialist* 4 (6), 354–360.
- Ajemian, R., D’Ausilio, A., Moorman, H. & Bizzi, E. 2010. Why professional athletes need a prolonged period of warm-up and other peculiarities of human motor learning. *Journal of Motor Behavior* 42, 381–388.
- American College of Sports Medicine. 2010. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. 3. painos. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Burgess-Limerik, R., Shemmel, J., Barry, B., Garson, R. & Abernethy, B. 2001. Spontaneous transitions in the coordination of a whole body task. *Human Movement Science* 20, 549–562.
- Cairney, J., Veldhuizen, S. & Szatmari, P. 2010. Motor coordination and emotional-behavioral problems in children. *Current Opinion in Psychiatry* 23 (4), 324–329.
- Callewaert, M., Boone, J., Celie, B., De Clercq, B. & Bourgois, J. 2015. Indicators of sailing performance in youth dinghy sailing. *European Journal of Sport Science* 15 (3), 213–219.
- Causer, J. & Ford, P. 2014. “Decisions, decisions, decisions”: Transfer and specificity of decision-making skill between sports. *Cognitive Processing* 15, 385–389.
- Chaddock, L., Neider, M., Voss, M., Gaspar, J. & Kramer, A. 2011. Do athletes excel at everyday tasks?. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43, 1920–1926.
- Cigrovski, V., Bozic, I. & Prlenda, N. 2012. Influence of motor abilities on learning of alpine ski technique. *SportLogia* 8 (2), 108–155.
- Clark, A., Williams, G., Fini, N., Moore, L. & Bryant, A. 2012. Coordination of Dynamic Balance During Gait Training in People With Acquired Brain Injury. *Ross Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 93 (4), 636–640.

- Cools, W., Martelaer, K., Samaey, C. & Andries, C. 2009. Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science and Medicine* 8, 154-168.
- Davids, K. & Stratford, R. 1989. Peripheral vision and simple catching: The screen paradigm revisited. *Journal of Sports Sciences* 7 (2), 139–152.
- Davids, K., Lees, A. & Burwitz, L. 2000. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of Sports Sciences* 18 (9), 703–714.
- Davids, K., Button, C. & Bennett, S. 2008. *Dynamics of Skill Acquisition. A Constraints-Led Approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Deprez, D., Valente-Dos-Santos, J., Coelho-E-Silva, M., Lenoir, M., Philippaerts, R. & Vaeyens, R. 2015. Longitudinal development of explosive leg power from childhood to adulthood in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*. 36 (8), 672–679.
- Dewhurst, S., Riches, P. E. & De Vito, G. 2007 Moderate alterations in lower limb muscle temperature do not affect postural stability during quiet standing in both young and older women. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 17, 292–298.
- D’Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., De Bourdeaudhuij, I., Vaeyens, R., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2013. A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *International Journal of Obesity* 37, 61–67.
- D’Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., De Bourdeaudhuij, I. & Lenoir, M. 2011. Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity* 19, 1999–2005.
- Diedrichsen, J. 2012. Motor coordination. *Scholarpedia* 7 (12), 12309.
- Dorothee, J., Ferguson, G., Smits-Engelsman, B. & Geuze, R. 2015. Short-term motor learning of dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder. *Research in developmental disabilities* 2015 (38), 213–222.
- Dusing, S. & Harbourne, R. 2010. Variability in postural control during infancy: Implications for development, assessment and intervention. *Physical Therapy* 90, 1838–1849.
- Eloranta, V. 2003. Ydinkeskeinen motorinen oppiminen. Teoksessa P. Heikinaro-Johansson (toim.), T. Huovinen & L. Kytökorpi *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. Helsinki: WSOY, 85–100.

- Fischman, M., Christina, R. & Vercruyssen, M. 1982. Retention and transfer of motor skills: A review for the practitioner. *Quest* 33, 181–194.
- Freitas, D., Lausen, B., Maia, J., Lefevre, J., Gouveia, E., Thomis, M., Antunes, A., Claesens, A., Beunen, G. & Malina, R. 2015. Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7–10 years. *Journal of Sport Sciences*. 33 (9), 924–934.
- Gabbard, C. 2004. *Lifelong motor development*. 4. painos. Pearson Education. San Francisco: Benjamin Cummings.
- Gabbet, T., Kelly, J. & Sheppard, J. 2008. Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal Of Strength And Conditioning Research* 22 (1), 174–181.
- Gallahue, D. L. & Donnelly, F. C. 2003. *Developmental Physical Education for All Children*. *Palaestra* 20 (1), 54.
- Giagazoglou, P., Sidiropoulou, M., Mitsiou, M., Arabatzi, F. & Kellis, E. 2015. Can balance trampoline training promote motor coordination and balance performance in children with developmental coordination disorder?. *Research in Developmental Disabilities* 36, 13–19.
- Goldfield, E. 1995. *Origins and early development of human action and perception*. New York: Oxford University Press.
- Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, G. & Dordel, S. 2004. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-Project). *International Journal of obesity* 28, 22–26.
- Granacher, U. & Gollhofer, A. 2012. Is There an Association Between Variables of Postural Control and Strength in Prepubertal Children?. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26 (1), 210–216.
- Hazar, F. 2009. The relationship of jumping and agility performance in children. *Series of Physical Education and Sport/Science, Movement and Health* 9, 138–141.
- Hernandez-Davo, H., Urban, T., Sarabia, J., Juan-Recio, C. & Moreno, F. 2014. Variable training: effects on velocity and accuracy in the tennis serve. *Journal of Sport Sciences* 32, 1383–1388.
- Hirsjärvi, S., Remes, S. & Sajavaara, P. 2004. *Tutki ja kirjoita*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.

- Hrysomallis C. 2007. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine* 37 (6), 547–556.
- Hrysomallis, C. 2011. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine* 41, 221–232.
- Iivonen, S., Sääkslahti, A. & Laukkanen, A. 2014. Studies using the körperkoordinations-test für (ktk): A review. *Science & Sports* 29, 21.
- Jaakkola, T. 2010. Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Kalaja, S., Jaakkola, T. & Liukkonen, J. 2009. Motoriset perustaidot peruskoulun seitsemäsluokkalaisilla oppilailla. *Liikunta & Tiede* 46, 36–44.
- Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellisen seuran julkaisuja 167, 180–198.
- 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.
- Little, T. & Williams, A. 2005. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19 (1), 76–78.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B. & Lopes, V. 2013. Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science* 32 (1), 9–20.
- Luz, C., Rodrigues, L. & Cordovil, R. 2015. The relationship between motor coordination and executive functions in 4th grade children. *European Journal of Developmental Psychology* 12 (2), 129–141.
- Magill, R. A. 2007. *Motor Learning and Control: Concepts and applications*. 8. painos. New York: The McGraw-Hill.
- Manderoos, S. Lihasten voimaominaisuuksien yhteys ketteryydestin tuloksiin. 2006. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 15.11.2015. [https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8210/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu200734.pdf?sequence=1](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8210/URN_NBN_fi_jyu200734.pdf?sequence=1).
- Martell, S. & Vickers, J. 2004. Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science* 22, 689–712.
- Metsämuuronen, J. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.



- Mohammadi, V., Alizadeh, M. & Gaieni, A. 2012. The Effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 31, 247–250.
- Mononen, K. 2016. Suullinen tiedonanto 6.2.2016, Jyväskylä
- Montezuma, M., Rocha, M., Busto, R. & Fujisawa, D. 2011. Hearing impaired adolescents: dance learning and motor coordination. *Revista Brasileira de Educacao Especial*. 17 (2), 321–334.
- Moreno, E. 1995. Developing quickness – part 2. *Journal of Strength and Conditioning* 17, 38–39.
- O’Keeffe, S., Harrison, A. & Smyth, P. 2007. Transfer or specificity? An applied investigation into the relationship between fundamental overarm throwing and related sport skills. *Physical Education and Sport Pedagogy* 12, 89–102.
- Olesen, L., Kristensen, P., Ried-Larsen, M., Grøntved, A. & Froberg, K. 2014. Physical activity and motor skills in children attending 43 preschools: a cross-sectional study. *BMC Pediatrics* 14, 229.
- Opstoel, K., Pion, J., Elferink-Gemser, M., Hartman, E., Willemse, B., Philippaerts, R., Visscher, C. & Lenoir, M. 2015. Anthropometric characteristics, physical fitness and motor coordination of 9 to 11 year old children participating in a wide range of sports. *PLoS ONE* 10 (5).
- Oudejans, R., Van de Langenberg, R. & Hutter, R. 2002. Aiming at a far target under different viewing conditions: Visual control in basketball jump shooting. *Human Movement Science* 21, 457–480.
- Pandy, M., Lin Y. & Kim, H. Muscle coordination of mediolateral balance in normal walking *Journal of Biomechanics* 43, 2055–2064.
- Pau, M., Arippa, F., Leban, B., Corona, F., Ibba, G., Todde, F. & Scorcu, M. 2015. Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players. *Physical Therapy in Sport* 16 (3), 236–241.
- Pion, J., Fransen, J., Deprez, D., Segers, V., Vaeyens, R., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2015. Stature and jumping height are required in female volleyball, but motor coordination is a key factor for future elite success. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29 (6), 1480–1485.
- Pollock, A., Durward, B., Rowe, P. & Paul, J. 2000. What is balance?. *Clinical Rehabilitation* 14, 402–407.

- Rein, S., Fabian, T., Zwipp, H., Rammelt, S. & Weindel, S. 2011. Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clinical Neurophysiology* 122 (8), 1602–1610.
- Reynard, F. & Terrier, P. 2015. Role of visual input in the control of dynamic balance: variability and instability of gait in treadmill walking while blindfolded. *Experimental Brain Research* 233 (4), 1031–1040.
- Ribeiro A. S. 2012. Body Coordination Test for Children (KTK): applications and normative studies. *Motricidade* 8 (3), 40.
- Rose, D. 2005. Balance, posture and locomotion. Teoksessa W. Spirduso, K. Francis, P. MacRae (toim.) *Physical dimensions of aging*. 2. painos. Champaign: Human kinetics, 131–156.
- Rudd, J., Farrow, D., Barnett, L., Berry, J., Borkoles, E. & Polman, R. 2014. A pilot study to evaluate the efficacy of the “Launchpad” gymnastics programme at developing children’s motor coordination and fundamental movement skills. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 18 (1), e1-e22. doi:10.1016/j.jsams.2014.11.034.
- Schmidt, R. & Lee, T. 2005. *Motor control and learning. A behavioral emphasis*. Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt, R. & Lee, T. 2013. *Motor learning and performance. From principles to application*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A., Wrisberg, C. A. 2004. *Motor learning and Performance: A problem-based learning approach*. 3. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Serpell, B., Young, W. & Ford, M. 2011. Are the perceptual and decision-making components of agility trainable? A preliminary investigation. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (5), 1240–1248.
- Sheppard, J. & Young, W. 2005. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences* 24 (9), 919–932.
- Sheppard, J., Young, W., Doyle, T., Sheppard, T. & Newton, R. 2006. An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of Science and Medicine in Sport* 9 (4), 342.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. 2012. *Motor control: Translating research into clinical practice*. 4. painos. Lippincott Williams & Wilkins.
- Stewart, P., Turner, A. & Miller, S. 2014. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24 (3), 500–506.

- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Roberton, M., Rudisill, M., Garcia, C. & Garcia, L. 2008. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest* 60 (2), 290–306.
- Temple, V., Crane, J., Brown, A., Williams, B-F. & Bell, R. 2014. Recreational activities and motor skills of children in kindergarten. *Physical Education and Sport Pedagogy* 4, 1–13.
- Trecroci, A., Cavaggioni, L., Caccia, R. & Alberti, G. 2015. Jump rope training: Balance and motor coordination in preadolescent soccer players. *Journal of Sport Science and Medicine* 14, 792–798.
- Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Lenoir, M., Lefevre, J. & Philippaerts, R. M. 2012. Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15–16 years). *Journal of Sports Sciences* 30 (15), 1695–1703.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J. B., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R., Matthys, S. & Lenoir, M. 2011. The Körperkoordinationstest für Kinder: reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 21 (3), 378–389.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R., Matthys, S. & Lenoir, M. 2012a. The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *Journal of Sports Sciences* 30 (5), 497–505.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Pion, J., Matthys, S., Lefevre, J., Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2012b. Relationship between sports participation and the level of motor coordination in childhood: A longitudinal approach. *Journal of Science and Medicine in Sport* 15 (3), 220–225.
- Vereijken, B., Van Emmerik, R., Whiting, H. & Newell, K. 1992. Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behavior* 24, 133–142.
- Verrel, J., Pologe, S., Manselle, W., Lindenberger, U. & Woollacott, M. 2013. Coordination of degrees of freedom and stabilization of task variables in a complex motor skill: expertise-related differences in cello bowing. *Experimental brain research* 224, 323–334.
- Verstegen, M. & Marcello, B. 2001. Agility & Coordination. *High-performance sports conditioning*, 139–165.

- Vickers, J. 1996. Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology* 22, 342–354.
- Vickers, J. 2007. Perception, cognition and decision training. *The quiet eye in action*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vickers, J. 2009. Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action. *Progress in Brain Research* 174, 279–288.
- Volshøj, E; Thorlund, J., Andrijauskaite, Z., Caserotti, C. & Aagaard, P. 2011. Transitional Postural Stability Differs Between Male and Female Team Handball Players: Potential Implications for ACL Injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise* Issue 43 (5), 530–531.
- Yasumitsu, T. & Nogawa, H. 2012. Effects of a short-term coordination exercise program during school recess: agility of seven- to eight-year-old elementary school children. *Perceptual & Motor Skills* 116 (2), 598–611.
- Young, W., Miller, I. & Talpey, S. 2015. Physical Qualities Predict Change-of-Direction Speed but Not Defensive Agility in Australian Rules Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29 (1), 206–212.
- Young, W., James, R. & Montgomery, I. 2002. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness* 42 (3), 282–288.
- Young, W. 2015. Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *International Journal of Sports Science & Coaching* 10 (1), 159–169.
- Zago, M., Mapelli, A., Shirai, Y., Ciprandi, F., Lovecchio, D., Galvani, N. & Sforza, C. 2015. Dynamic balance in elite karateka. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 25 (6), 894–900.
- Zeuwts, L., Ducheyne, F., Vansteenkiste, P., D’Hondt, E., Cardon, G. & Lenoir, M. 2015. Associations between cycling skill, general motor competence and body mass index in 9-year-old children. *Ergonomics*. 58 (1), 160–171.