

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Laukkanen, Arto; Joensuu, Laura; Sääkslahti, Arja; Ihalainen, Johanna; Huotari, Pertti; Haapala, Eero

Title: Motoristen taitojen ja lihasvoiman vuorovaikutus lapsuudessa ja nuoruudessa

Year: 2018

Version: Published version

Copyright: © Kirjoittajat & Liikuntatieteellinen Seura ry, 2018.

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Laukkanen, A., Joensuu, L., Sääkslahti, A., Ihalainen, J., Huotari, P., & Haapala, E. (2018). Motoristen taitojen ja lihasvoiman vuorovaikutus lapsuudessa ja nuoruudessa. *Liikunta ja tiede*, 55(4), 31-34. https://www.lts.fi/media/liikunta-tiede-lehden-artikkelit/4_2018/lt_4-18_30-34_lowres.pdf



**Suomessa
fyysisten
kuntoerojen
kasvu on ollut
voimakkaampaa
pojilla kuin
tyttöillä.**

Motoristen taitojen ja lihasvoiman vuorovaikutus lapsuudessa ja nuoruudessa

Lasten motoriset taidot ja lihasvoima eivät kehity perimän määrittämään täyteen potentiaaliinsa ilman mahdollisuuksia harjoitella liikkumista erilaisissa ympäristöissä ja tilanteissa.

Suurin osa varhais- ja keskilapsuuden motorisia taitoja ja lihasvoimaa kehittävistä toiminnasta on omaehtoista ja vapaata leikinomaista fyysistä aktiivisuutta.

Motoristen perus- ja lajitaitojen kehittyminen ja riittävän lihasvoiman ja -kestävyyden hankkiminen lapsuudessa (<13 vuotta) ja nuoruudessa (≥13 vuotta) ovat keskeisiä osa-alueita lasten ja nuorten kasvussa ja kehityksessä. Motoriset perustaidot ja lihasvoima eivät ole erillisiä kokonaisuuksia, vaan niiden keskinäinen yhteys on selkeä jo lapsuudessa (Kuva 1), sillä riittävä lihasvoima luo perustan motorisille taidoille (esimerkiksi hyppääminen, loikkiminen, kipeäminen, heittäminen sekä nopeat juoksupyrähdykset) (Faigenbaum ja Macdonald 2017; Cattuzzo ym. 2016). Lihasvoimaa lisäävän liikunnan on havaittu parantavan motorisia taitoja (Behringer ym. 2011) ja hyvät motoriset taidot edesauttavat lihasvoimaa kehittäviin fyysisiin aktiviteetteihin, kuten kipeilyyn, hyppimiseen sekä iän ja kypsyyden mukaiseen voimaharjoitteluun osallistumista (Armstrong ja van Mechelen 2017). Heikosti kehittyneet motoriset taidot ja puutteellinen lihasvoima voivat vähentää lasten ja nuorten halua ja kykyä osallistua fyysisesti aktiiviseen elämäntapaan. Lisäksi ne voivat haitata iänmukaisia fyysisiä leikkejä (esimerkiksi kipeilytelineissä toimiminen), vähentää vapaa-ajan aktiivisuutta (esimerkiksi liikunnalliset harrastukset) sekä urheiluharrastuksiin osallistumista (laskenut valmius aloittaa harjoittelu) ja lisätä tuki- ja liikuntaelimistön, aineenvaihdunnan ja valtimotautien vaaraa myöhemmin elämässä (Smith ym. 2014; Faigenbaum, Rebullido, ja MacDonald 2018; Stodden ym. 2008).

Motoriset taidot ja lihasvoima – määritelmiä ja kehittyminen lapsuudessa ja nuoruudessa

Sekä motoriset taidot että lihasvoima ja -kestävyys ovat moniulotteisia ja osin monitulkintaisia kokonaisuuksia. Motorisella taidolla tarkoitetaan sellaisia ominaisuuksia ja tahdonalaisten liikkeiden muodostamia kokonaisuuksia, joiden avulla voidaan toimia sujuvasti ja energiaa säästämällä erilaisissa arjen ja vapaa-ajan tehtävissä hyvinkin erilaisissa ympäristöissä (Malina, Bouchard, ja Bar-Or 2004). Motorisella kehityksellä puolestaan tarkoitetaan jatkuvaa ja iän myötä etenevää motorisen käyttäytymisen muutosta. Motorisella oppimisella tarkoitetaan har-

Suomalaisten lasten ja nuorten motoriset taidot ovat heikentyneet jonkin verran 2000-luvun alusta 2010-luvulle. Heikkenemistä on havaittu liikkumistaidoissa ja liikkeiden yhdistelyssä sekä pojilla että tytöillä.

joittelun tai kokemuksen kautta tapahtuvaa, suhteellisen pysyvää, motorisen taidon parantumista. Lasten motorisen kehityksen kannalta keskeisiä ovat motoriset perustaidot, jotka voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan: tasapainotaidot, liikkumistaidot ja välineenkäsittelytaidot. Lihasvoimalla tarkoitetaan luustolihasen kykyä tehdä työtä ulkopuolista vastusta vastaan väsymättä ja se voidaan jakaa esimerkiksi maksimivoimaan, nopeusvoimaan ja kesto-voimaan (Malina ym. 2004).

Motorinen kehitys etenee vauvaiän (0–1-vuotta) tahdonalaisen liikkumisen oppimisesta (esimerkiksi konttaaminen ja ryömiminen) vähitellen motoristen perustaitojen kehittymiseen (kävely, juoksu, hyppääminen, heittäminen ja kiinniottaminen). Motoristen perustaitojen on oletettu kehittyvän 6–7 ikävuoteen mennessä, mutta merkittäväällä osalla nykylapsista motorisissa perustaidoissa havaitaan puutteita vielä 9–10-vuoden iässä (Meester ym. 2018). Ketteryyden, juoksunopeuden, kiinniottaminen, vauhditon pituus, pituusheitto ja tasapainotaidot kehittyvät sekä tytöillä että pojilla huomattavasti varhaislapsuudesta keskilapsuuteen. Pojat ovat keskimäärin parempia heittotaidoissa jo kolmevuotiaana ja tytöt puolestaan tasapainotaidoissa erityisesti keskilapsuudesta eteenpäin (Malina ym. 2004). Fysiologisten erojen lisäksi nämä sukupuolierot saattavat selittyä kulttuurin sukupuolittuneisuudella, joka ohjaa erilaisten motoristen taitojen harjoittamista (Thomas, Campbell, ja Elliott 2010). Juoksunopeudessa ja ketteryydessä sukupuolierot alkavat näkyä murrosiässä 12–14 vuoden iässä (Malina ym. 2004). Motoristen taitojen kehitys tasaantuu tytöillä usein murrosiässä (esimerkiksi ketteryyden, juoksunopeuden, pituusheitto, hyppääminen), mutta pojilla kehitys jatkuu yleisesti 18-vuoden ikään saakka (Malina ym. 2004).

Absoluuttinen lihasvoima kasvaa lähes lineaarisesti varhaislapsuudesta puberteetin alkamiseen saakka pojilla ja puberteetin loppuvaiheeseen tytöillä. Vaikka joidenkin tutkimusten mukaan pojilla on tyttöjä suurempi puristusvoima jo 3-vuotiaana, ennen murrosiän kasvupyrähdystä sukupuolierot lihasvoimassa ovat verrattain pieniä. Murrosiän kasvupyrähdysten jälkeen poikien lihasvoima on noin kaksi

kertaa suurempi kuin tytöillä (Armstrong ja van Mechelen 2017). Lihasvoiman kehitys on nopeinta vähän murrosiän kasvupyrähdysten jälkeen; pojilla 13–14-vuoden ja 11–12-vuoden iässä. Poikien tyttöjä suurempi lihasvoima selittyy pitkälti poikien suuremmalla kehon rasvattoman pehmytkudosmassan määrällä eikä niinkään lihaksen laadullisilla eroilla (Armstrong ja van Mechelen 2017).

Motorista kehitystä ja lihasvoimaa selittävät tekijät

Sekä hermo-lihasjärjestelmän motoriset valmiudet että lihasvoima kehittyvät kasvun ja kypsymisen aikana jopa ilman erityistä harjoittelua. On kuitenkin huomioitava, etteivät motoriset taidot ja lihasvoima kehity perimän määrittämään täyteen potentiaaliinsa ilman mahdollisuuksia harjoitella liikkumista, motorisia taitoja ja lihasvoimaa erilaisissa ympäristöissä ja tilanteissa (Faigenbaum ja Macdonald 2017; Myer ym. 2011; Logan ym. 2012). Lapsilla motoristen taitojen harjoittelu korostuu varhais- ja keskilapsuudessa, jonka jälkeen näitä taitoja harjoitellaan ja hiotaan yhä sulavammiksi ja tarkoituksenmukaisemmiksi. Motorisia taitoja kehittävää fyysistä aktiivisuutta, kuten esimerkiksi kiipeily, hyppyleikit ja leikkimielinen painiminen, tukevat myös lihasvoiman kehittymistä. Suurin osa tällaisesta varhais- ja keskilapsuuden motorisia taitoja ja lihasvoimaa kehittävästä toiminnasta on omaehtoista ja vapaata leikinomaista fyysistä aktiivisuutta. Ohjatun ja valvotun hermo-lihasjärjestelmän harjoittelun aloitusajankohdaksi on ehdotettu 7–10 ikävuotta riippuen kypsyystasosta ja kognitiivista valmiuksista. Lasten monipuolisen hermo-lihasjärjestelmän harjoittelun toteuttamisesta kuvataan tarkemmin esimerkiksi Myerin ja työtovereiden (2011) artikkelissa.

Motorinen kehitys

Motorinen kehitys tapahtuu yksilö-, tehtävä- ja ympäristötekijöiden dynaamisen vuorovaikutuksen tuloksena (Robertson 1989). Rajoiteteorian mukaan motorisen kehityksen tiellä on aina jokin näihin kolmeen tekijään liittyvä rajoite (engl. rate limiter) (Newell 1986). Vaikka jokin tekijä tai systeemi voi olla kehityksen kannalta toista tärkeämpi tietyssä ajan-kohtana, kaikki systeemit vaikuttavat lopputuloksen muovaantumiseen keskinäisen vuorovaikutuksen kautta.

Yksilöön liittyvät rajoitteet jaetaan rakenteellisiin (pituus, paino, kehon suhteet, rakenne, luusto, lihaksisto) ja toiminnallisiin (kognitiivinen, sosiaalinen, emotionaalinen, motorinen) rajoitteisiin, ympäristöön liittyvät yleisiin (painovoima, lämpötila, alusta) ja spesifeihin (esimerkiksi kulttuurin normit, arvot, asenteet sekä tuki ja kannustus) rajoitteisiin, sekä tehtävään liittyviin tavoitteisiin (suoritusmalli), sääntöihin (kuinka suoriudutaan) ja välineisiin (millä ja/tai minkä avulla suoriudutaan) liittyviin rajoitteisiin. Lisäksi rajoitteet muuttuvat kasvun, kypsymisen ja kehityksen myötä sekä vaihtelevat taidosta riippuen.



KUVA 1. Liikunnan puutteen/fyysisen inaktiivisuuden, motoristen taitojen ja lihasvoiman keskinäiset yhteydet. Mukailtu (Faigenbaum, Rebullido, and MacDonald 2018)

Yksilötasolla tämä voi ilmetä esimerkiksi niin, että juoksu- ja hyppytaidon oppimisessa hermolihaksiston kasvu ja kypsymisnopeus voivat rajoittaa kehitystä pienillä lapsilla ja myöhemmällä iällä rajoitteet voivat liittyä emotionaalisiin (esimerkiksi pelon tunteet), kognitiivisiin (esimerkiksi leikkisääntöjen ymmärrys ja havainnointitaidot) tai sosiaalisiin (esimerkiksi kaverin puute) tekijöihin.

Toisen keskeisen näkökulman mukaan informaation käsittelyn ja toiminnan kehä (englanniksi perception-action approach) suuntaa yksilön motorista toimintaa ja tätä kautta motorista kehitystä (Gibson 1979; Gibson 1966). Tämän näkökulman mukaan ihmiset havainnoivat ympäristöään ja sen mahdollistamia toimintaedellytyksiä, tarjoutumia, yksilöllistä lähtökohdistaan, ja suuntaavat toimintansa niiden perusteella. Motorinen toiminta vaikuttaa siihen, kuinka havainnoimme ympäristöä. Esimerkiksi aikuiset näkevät yliopiston luentosalissa useimmiten tarjouman istumiselle ja vastaavasti, riippuen omasta liikuntahistoriastaan, lapset näkevät luentosalissa tarjoutumia kiipeämiselle ja piiloleikeille. Ympäristössä havaitut tarjoumat muuttuvat kasvun, kehityksen ja kypsymisen mukanaan tuomien yksilöllisten ominaisuuksien muutosten myötä, ja näin ollen uusien motoristen taitojen oppiminen mahdollistuu. Esimerkiksi sama pihakivi toimii lapsella aluksi kiipeily- ja myöhemmin hyppypaikkana kehon ominaisuuksien ja motorisen kehityksen myötä.

Viime vuosikymmeninä lasten ja nuorten ylipainoisuus on lisääntynyt (Ng ym. 2014) samalla kun motorisilta taidoiltaan heikkojen lasten osuus on kasvanut (esimerkiksi Vandorpe ym. 2011). Kehon rasvapitoisuus, ylipaino ja lihavuus ovat käänteisesti yhteydessä lasten motorisiin taitoihin (Robinson ym. 2015; Haapala ym. 2016; D Hondt ym. 2009). Ylipainon ja motoristen taitojen yhteys näyttäisi olevan kaksisuuntainen, sillä ylipainoisuus ennustaa huonompia motorisia taitoja ja toisaalta huonot motoriset taidot ylipainoisuuden kehittymistä 5–13-vuotiailla lapsilla (D'Hondt et al. 2011). Painoindeksin ja motoristen taitojen yhteys havaitaan jo varhaislapsuudessa ja jo 4-vuotiaana mitatun painoindeksin on havaittu olevan käänteisesti yhteydessä myöhemmän motorisen taitavuuden tasoon (Laukkanen ym. 2017).

Lihassoima

Kehon painon, lihasmassan ja lihaksen poikkipinta-alan lisääntyminen selittävät suuren osan absoluuttisen lihasvoiman lisääntymisestä kasvun ja kypsymisen aikana. Kehon painon on havaittu selittä-

vän lihasvoiman muutosta pojilla mutta ei tytöillä. Nämä sukupuolierot voivat selittyä tyttöjen poikia suuremmalla rasvamassan lisääntymisellä murrosiässä sekä tyttöjen lihasmassan kasvun tasaantumisella 14–16-vuoden iässä (Malina ym. 2004). Murrosiässä pojilla on yleensä parempi lihasvoima ja enemmän lihasmassaa kuin tytöillä. Nämä sukupuolierot selittyvät lihaskasvua tukevien hormonien, kuten testosteronin, erityksen suurempana lisääntymisenä pojilla kuin tytöillä (Malina ym. 2004). Hermoston kypsyminen yhdessä lihaksen poikkipinta-alan kasvun kanssa vaikuttaa lihasvoiman kehittymiseen. Lapsilla voimantuotto suhteessa lihaksen poikkipinta-alaan näyttäisi olevan pienempää suhteessa murrosikäisiin ja aikuisiin. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että lapset eivät pysty rekrytoimaan motorisia yksiköitä yhtä tehokkaasti kuin murrosikäiset ja aikuiset (Armstrong ja van Mechelen 2017).

Motoristen taitojen ja lihasvoiman muutokset lapsilla ja nuorilla

Alle 13-vuotiaiden tasapainotaitojen, ketteryyden ja heittotaitojen on havaittu heikkenevän viimeksi kuluneiden 30-vuoden aikana. Joissain tutkimuksissa on havaittu myös yläraajojen ja keskivartalon lihasvoiman ja -kestävyyden heikentyneen (Roth ym. 2010; Cohen ym. 2011). Negatiiviset muutokset motoristen taitojen osalta näyttäisivät johtuvan motorisilta taidoiltaan heikkojen lasten osuuden kasvamisella ja hyvien osuuden vähentymisellä 1970-luvulta 2010-luvulle tultaessa (Vandorpe ym. 2011). Suorituskyky joissain lihasvoimaa ja nopeutta vaativissa testiosioissa näyttäisi kuitenkin parantuneen 1970- ja 1980-luvuilta 2010-luvulle tultaessa (Vandorpe ym. 2011; Roth ym. 2010; Huotari ym. 2010).

Suomalaisten lasten ja nuorten motoriset taidot ovat heikentyneet jonkin verran 2000-luvun alusta 2010-luvulle. Heikkenemistä on havaittu liikku mistaidoissa ja liikkeiden yhdistelyssä sekä pojilla että tytöillä (Huotari ym. 2018; Heikinaro-Johansson 2011). Toisaalta tyttöjen välineenkäsittelytaidot näyttäisivät kehittyneen. Poikien keskivartalon lihasvoimassa ja -kestävyydessä on kehittynyt positiivisesti, mutta toisin kuin kansainvälisissä vertailuissa, alaraajojen lihasvoima ja tehontuotto 5-loikkatestissä näyttäisi jonkin verran heikentyneen (Heikinaro-Johansson 2011). Suomessa fyysisten kuntoerojen kasvu on ollut voimakkaampaa pojilla kuin tytöillä. Aktiivisesti liikuntaa harrastavilla nuorilla kuntoominaisuuksien taso vartalon lihasvoimaa ja ketteryyttä vaativissa testeissä on nykyisin jopa parempi kuin aikaisemmin (Huotari ym. 2010).

ARTO LAUKKANEN, LitT

Tutkijatohtori

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Sähköposti: arto.i.laukkanen@jyu.fi

LAURA JOENSUU, LitM

Tohtorikoulutettava

Liikuntatieteellinen tiedekunta,

Jyväskylän yliopisto

LIKES-tutkimuskeskus

Sähköposti: laura.joensuu@likes.fi

ARJA SÄÄKSLAHTI, LitT

Yliopistotutkija

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Sähköposti: arja.saakslahti@jyu.fi

JOHANNA K. IHALAINEN, LitT

Tutkijatohtori

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Sähköposti: johanna.k.ihalainen@jyu.fi

PERTTI HUOTARI, LitT

Lehtori

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Sähköposti: pertti.huotari@jyu.fi

EERO A. HAAPALA, FT

Tutkijatohtori

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Biolääketieteen yksikkö

Itä-Suomen yliopisto

Sähköposti: eero.a.haapala@jyu.fi

LÄHTEET:

Armstrong, N. van Mechelen, W. eds. 2017. Oxford Textbook of Children's Sport and Exercise Medicine. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press.

Behringer, M. VomHeede, A. Matthews, M. & Mester, J. 2011. Effects of Strength Training on Motor Performance Skills in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science* 20, 186–206.

Cattuzzo, MT. Dos Santos, RH. Ré, AHN. Santos De Oliveira, I. Machado Melo, BM. de Sousa Moura, M. De Araújo, RC. & Stodden, D. 2016. Motor Competence and Health Related Physical Fitness in Youth: A Systematic Review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 19, 123–129

Cohen, DD. Voss C. Taylor, MJD. Delextrat, A. Ogunleyem AA, & Sandercock, GRH. 2011. Ten-Year Secular Changes in Muscular Fitness in English Children. *Acta Paediatrica* 100, 175–177.

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.

D'Hondt, E. Deforche, B. De Bourdeaudhuij, I. & Lenoir, M. 2009. Relationship between Motor Skill and Body Mass Index in 5- to 10-Year-Old Children. *Adapted Physical Activity Quarterly* 26, 21–37.

Faigenbaum, AD. Rebullido, TR. & MacDonald, JP. 2018. Pediatric Inactivity Triad: A Risky PIT. *Current Sports Medicine Reports* 17, 45–47.

Faigenbaum, AD. & Macdonald, JP. 2017. Dynapenia : It's Not Just for Grown-Ups Anymore. *Acta Paediatrica* 106, 696–697

Gibson, JJ. 1966. *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston: Houghton Mifflin.

Gibson, JJ. 1979. *An Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.

Haapala, EA. Väistö, J. Lintu, N. Tompuri, T. Brage, S. Westgate, K. Ekelund, U. ym. 2016. Adiposity, Physical Activity and Neuromuscular Performance in Children. *Journal of Sports Sciences* 34, 1699–1706.

Heikinaro-johansson, P. 2011. *Liikunnan Oppimistulosten Seuranta-Arviointi Perusopetuksessa* 2010.

Huotari, P. Heikinaro-Johansson, P. Watt, A & Jaakkola, T. 2018. Fundamental Movement Skills in Adolescents from 2003 to 2010 and Associations with Physical Activity and BMI. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 28, 1121–1129.

Huotari, P. Laakso, L. Kujala, UM. & Nupponen, H. 2010. Secular Trends in Muscular Fitness among Finnish Adolescents. *Scandinavian Journal of Public Health* 38, 739–747.

Laukkanen, A. Pesola, AJ. Finni, T. & Säakslahti, A. 2017. Body Mass Index in the Early Years in Relation to Motor Coordination at the Age of 5–7 Years. *Sports* 5, 49.

Logan, SW. Robinson, LE. Wilson, AE. & Lucas, WA. 2012. Getting the Fundamentals of Movement: A Meta-Analysis of the Effectiveness of Motor Skill Interventions in Children. *Child: Care, Health and Development* 38, 305–315.

Malina, RM. Bouchard, C. & Bar-Or, O. 2004. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2. ed. Champaign: Human Kinetics.

Meester, AD. Stodden, D. Goodway, J. True, L. Brian, A. Ferkel, R. & Haerens, L. 2018. Identifying a Motor Proficiency Barrier for Meeting Physical Activity Guidelines in Children. *Journal of Science and Medicine in Sport* 21, 58–62.

Myer, GD. Faigenbaum, AD. Ford, KR. Best, TM. Bergeron, MF & Hewett TE. 2011. When to Initiate Integrative Neuromuscular Training to Reduce Sport-Related Injuries in Youth? *Current Sports Medicine Reports*. 10, 155–66.

Newell, KM. 1986. Constraints on the Development of Coordination. Teoksessa *Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control*, Toim. Wade MG & Whiting HTA, 341–61. Amsterdam: Martin Nijhoff.

Ng, M. Fleming, T. Robinson, M. Thomson, B. Graetz, N. Margono, C. Mullany, EC. ym. 2014. Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults during 1980–2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 384, 766–781.

Robertson, MA. 1989. *Motor Development: Recognizing Our Roots, Charting Our Future*. *Quest* 41, 213–233.

Robinson, LE. Stodden, DF. Barnett, LM. Lopes, VP. Logan, SW. Rodrigues, LP. & D'Hondt, E. 2015. Motor Competence and Its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Medicine* 45, 1273–84.

Roth, K. Ruf, K. Obinger, M. Mauer, S. Ahnert, J. Schneider, W. Graf, C. & Hebestreit, H. 2010. Is There a Secular Decline in Motor Skills in Preschool Children? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 20, 670–678.

Smith, JJ. Eather, N. Morgan, PJ. Plotnikoff, RC. Faigenbaum, AD. & Lubans, DR. 2014. The Health Benefits of Muscular Fitness for Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* 44, 1209–1223.

Stodden, DF. Goodway, JD. Langendorfer, SJ. Robertson, MA. Rudisill, ME. Garcia, C. & Garcia, LE. 2008. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest* 60, 290–306.

Thomas, KT. Campbell, AC. & Elliott, BC. 2010. Developmental Gender Differences for Overhand Throwing in Aboriginal Australian Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 81, 432–41.

Vandorpe, B. Vandendriessche, J. Lefevre, J. Pion, J. Vaeyens, R. Matthys, S. Philippaerts, R. & Lenoir, M. 2011. The KörperkoordinationsTest Für Kinder: Reference Values and Suitability for 6–12-Year-Old Children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2, 378–388.