

DIFFERENTIAALIOPPIMINEN SALIBANDYN HALTUUNOTON JA SYÖTÖN OPETUSMENETELMÄNÄ

Markus Jokinen & Eetu Kalapudas

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Jokinen, Markus & Kalapudas, Eetu. 2022. Differentiaalioppiminen salibandyn haltuunoton ja syötön opetusmenetelmänä. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma, 61 s., 3 liitettä.

Tavoitteet liikuntataitojen opetuksessa koostuvat suurelta osin liikuntataitojen oppimisesta. Taitoja on mahdollista opettaa eri tavoin. Oppimistuloksen kannalta tärkeintä on löytää sellainen menetelmä, joka kehittää oppijaa parhaalla tavalla ja tuottaa pysyviä oppimistuloksia. Liikuntataitojen opetus on perinteisesti pohjautunut käsitykseen oppimisen lineaarisuudesta, jossa harjoittelun ja palautteen määrä korreloi oppimisen kanssa. On uskottu, että on olemassa täydellinen suoritustekniikka, johon jokaisen tulee pyrkiä virheitä korjaamalla. Tällä hetkellä ajattelutapa pohjautuu käsitykseen jokaisen oppijan yksilöllisyydestä. Samat harjoitteet ja palautteenantotavat eivät välttämättä toimi kaikille. Rungas vaihtelun määrä on nykytutkimuksen valossa osoittautunut tehokkaaksi keinoksi opettaa motorisia taitoja. Tämän tutkielman tavoitteena on perehtyä yhteen vaihtelua sisältävään opetusmenetelmään, differentiaalioppimiseen ja verrata sitä perinteiseen toistoihin perustuvaan opetusmenetelmään. Tarkoituksena on arvioida, kumman opetusmenetelmän avulla on mahdollista saavuttaa pysyvämpiä oppimistuloksia.

Menetelmänä tässä tutkielmassa oli interventio. Interventiossa 12–14-vuotiaat (N=18) salibandyn pelaajat jaettiin perinteiseen- ja differentiaaliryhmään. Molemmat ryhmät harjoittelivat salibandyn haltuunottoa ja syöttöä. Differentiaaliryhmän opetukseen sovellettiin differentiaalioppimista ja perinteisen ryhmän opetukseen blokkimaista toistoharjoittelua. Harjoittelujakso kesti kolme viikkoa, jonka aikana molemmat ryhmät harjoittelivat kuusi kertaa. Ennen harjoittelua suoritettiin alkutesti, jossa koehenkilön tehtävänä oli ottaa haltuun 10 pomppivaa palloa ja syöttää pallo mahdollisimman tarkasti. Suorituksesta mitattiin aikaa ja syöttötarkkuutta. Sama testi toistettiin harjoittelujakson päätyttyä lopputestinä ja kolme viikkoa lopputestin jälkeen pysyvyydestinä. Lopputestin ja pysyvyydestin väli ei sisältänyt harjoittelua.

Päätulokset tutkielmassa olivat, että differentiaaliryhmän testiin käyttämä aika parani tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin perinteisen ryhmän aika ($p=0,040$). Ajan parantuessa differentiaaliryhmän syöttötarkkuus parani myös hieman, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Perinteisen ryhmän ajan parantuessa syöttötarkkuus heikkeni. Perinteisen ryhmän ajan parantuminen korreloi syöttötarkkuuden heikentymisen kanssa ($p=0,050$). Tämä tukee teoriaa, jonka mukaan differentiaalioppimisen avulla saavutetaan pysyvämpiä oppimistuloksia perinteiseen toistoharjoitteluun verrattuna.

Tutkielman tulokset osoittavat selkeitä viitteitä, että differentiaalioppiminen kehittää salibandyn haltuunottoa ja syöttöä tehokkaammin ja pysyvämminkin kuin perinteinen menetelmä. Koehenkilöiden vähäinen määrä ja suuret tasoerot jättivät tutkielman ulkoisen validiteetin kuitenkin matalaksi. Tästä johtuen tämän tutkielman tuloksia ei voida yleistää. Harjoitusmäärät jäivät myös vähäisiksi molempien ryhmien osalta, eivätkä koehenkilöt päässeet osallistumaan jokaiselle harjoituskerralla koronarajoitusten takia. Tulevaisuuden valmennuksessa ja liikunnanopetuksessa opetusmenetelmien tulisi kuitenkin sisältää paljon vaihtelua, jotta Suomessa kasvaisi taitavia ja monipuolisia liikkujia.

Asiasanat: differentiaalioppiminen, perinteinen harjoittelu, salibandy, motorinen oppiminen

ABSTRACT

Objectives in the teaching of movement skills are based on learning. It is possible to teach skills in different ways. The most important thing in learning is to find a method that produces retentive results of learning. The traditional thought of motor learning is based on the notion of the linearity of learning, where the amount of practice and feedback correlates with learning. It has been believed that there is a complete and perfect execution technique which everyone can learn by fixing their movement errors. The modern way of thinking is based on the individuality of each learner. Some exercises and feedback methods doesn't work for everyone. Current research states that a large amount of variation is an effective way to teach motor skills. The purpose of this study is to compare differential learning with traditional repetitive style. The aim is to assess which teaching method should be used to achieve more permanent learning outcomes.

This study is an intervention research. Floorball players aged 12–14 years ($n = 18$) were divided into traditional- and differential groups. Both groups practiced receiving and passing floorball. Differential learning was applied to teach the differential group and block-like repetitive practice to teach the traditional group. Training period lasted three weeks, during which both groups practiced six times. Pre-test was performed prior to training, in which the subject was tasked with receiving ten bouncing balls and passing the balls as accurately as possible. Performance time and passing accuracy were measured. The same test was repeated at the end of the training period as a post-test and three weeks after that as a retention test. The interval between the post-test and the retention test did not include training.

The study's main results were that the performance time of the differential group improved statistically significantly more than the performance time of the traditional group ($p = 0.040$). Differential group improved accuracy also slightly, but not statistically significantly. When traditional group improved test time, their passing accuracy got worse. The improvement in the test time of the traditional group correlated with the decrease in the passing accuracy ($p = 0.050$). This supports the theory that differential learning achieves more permanent learning outcomes than the traditional method.

The results of this study show clear indications that differential learning develops receiving and passing the floorball more efficiently and permanently than the traditional method. However, the small number of subjects and large differences in skills left the external validity of the study rather low. Consequently, the results of this study cannot be generalized. Training amounts also remained relatively low for both groups, and subjects were unable to participate in each training session due to covid-19 restrictions. Future of physical education and coaching should include teaching methods that contain a lot of variation in order to increase the number of motorically skilled people in Finland.

Key words: differential learning, floorball, motor learning, traditional style of learning,

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 MOTORINEN OPPIMINEN JA MOTORINEN KONTROLLI.....	4
2.1 Motorinen oppiminen ja neurologiset muutokset.....	5
2.2 Kehon sisäiset palautejärjestelmät.....	7
2.2.1 Proprioseptinen palaute	7
2.2.2 Eksteroseptinen palaute	8
2.3 Tiedostamaton oppiminen	9
2.4 Nonlineaarinen pedagogiikka.....	10
2.5 Ylioppiminen.....	11
2.6 Motorisen kontrollin laajennettu malli	12
3 PERINTEINEN KÄSITYS TAIDON OPPIMISESTA	14
4 VAIHTELU OSANA MOTORISTA OPPIMISTA.....	17
4.1 Harjoitusmenetelmien jaottelu vaihtelun määrän mukaan	19
4.2 Taitojen oppimisen ekologinen malli	20
4.3 Dynaamisten systeemien teoria	21
5 DIFFERENTIAALIOPPIMINEN	23
5.1 Differentiaalioppisen ja perinteisten menetelmien vertailua	23
5.2 Differentiaalioppisen ja muiden vaihtelevien menetelmien vertailua	24
5.3 Vaihtelu ja satunnaisen häiriön periaate.....	26
5.4 Palaute ja yksilöllisyyden huomioiminen.....	29
5.5 Differentiaaliharjoittelu	30
5.6 Esimerkkejä ja tuloksia differentiaaliharjoittelusta	31
6 TUTKIMUSKYSYMYKSET	36
7 TUTKIMUSMENETELMÄT	37
7.1 Tutkimuksen rakenteen ja mittausten suunnittelu	37
7.2 Kohdejoukko	37
7.3 Tutkimusasetelma.....	39
7.4 Interventio.....	39

7.5 Tutkimusaineiston analyysi	41
7.6 Reliabiliteetti ja validiteetti	41
8 TULOKSET	44
8.1 Harjoittelun vaikutus suoritusaikaan	44
8.2 Harjoittelun vaikutus syöttötarkkuuteen.....	45
8.3 Harjoittelun vaikutus kokonaissuoritukseen.....	46
9 POHDINTA.....	49
9.1 Oppimisen tehokkuus	49
9.2 Tutkielman vahvuudet	50
9.3 Tutkielman rajoitukset.....	51
9.4 Johtopäätökset	52
9.5 Jatkotutkimusehdotukset	53
LÄHTEET	56
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Motorisia taitoja tarvitaan huippu-urheilusuorituksiin, instrumenttien taidokkaaseen soittamiseen ja lääkäreiden tarkkuutta vaativiin leikkaustoimenpiteisiin. Myös arkisemmat suoritukset, kuten kaapin avaaminen ja sulkeminen, hampaiden harjaaminen, sekä polkupyörällä ajaminen ovat harjoittelun kautta opittuja motorisia taitoja. (Schmidt & Lee 2020, 3.) Motoriset taidot harjaantuvat ajan mittaan tuntien, viikkojen ja vuosien harjoittelun seurauksena. Jos harjoitteluun käytetty aika halutaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti, ohjaajan tulee osata valita kulloiseenkin tilanteeseen tarkoituksenmukainen opetusmenetelmä.

Perinteisen taidon oppimisen käsityksen mukaan suoritusten välinen vaihtelu on liitetty virheelliseen suoritustekniikkaan ja harjoituksissa vähäisen vaihtelun on uskottu edistävän oppimista (Button ym. 2021, 98). Lapsen ensimmäisten elinvuosien aikana motoriset suoritukset sisältävät kuitenkin paljon erilaisia liikevariaatioita ja lukemattomien yritystenkin jälkeen seuraava suoritus poikkeaa edellisestä. Lisäksi vanhempien ohjeet suorituksen parantamiseksi jäävät usein huomioimatta. Ensimmäisten elinvuosien aikana myös oppiminen on tehokkainta koko elinaikaan suhteutettuna. (Schöllhorn ym. 2010a.) Voiko lapsen päämäärättömän näköisessä tekemisessä olla siemen tehokkaampaan motoristen taitojen oppimiseen kaikenikäisillä?

Harjoittelun sisältäessä vaihtelua aivoihin muodostuu laajoja yleisiä motorisia ohjelmia, jotka auttavat taitojen soveltamisessa erilaisissa ympäristöissä. Kun harjoittelu sisältää puolestaan paljon toistamista, aivojen yleiset motoriset ohjelmat jäävät suppeammiksi. Laajat ja laadukkaat yleiset motoriset ohjelmat luovat pohjan ja mahdollistavat erilaisten taitojen oppimisen tulevaisuudessa. (Jaakkola 2017b.) Vaihtelun merkitystä korostavien motoristen oppimisen menetelmien tehokkuus perustuu kattavampaan liikkeiden prosessointiin. Kun yhden suorituksen jälkeen liikemalli suoritetaan eri tavalla, edellinen suoritus unohdetaan ja rakennetaan uudestaan tarpeen vaatiessa. Liikemallia mahdollisimman muuttumattomana toistettaessa suoritusta ei unohdeta ja rakenneta uudestaan, vaan samaa liikemallia saatetaan hieman korjata haluttuun suuntaan. (Lage ym. 2015.)

Tässä työssä differentiaaliharjoittelulla tarkoitetaan differentiaalioppimisen mukaista vaihtelevaa harjoittelua, jossa tavoitteena on löytää jokaiselle oppijalle tilanteeseen sopiva

yksilöllinen suoritustekniikka (Tassignon ym. 2021). Perinteisellä harjoittelulla tarkoitetaan yksittäisten suoritusten toistamista mahdollisimman muuttumattomana ja suorituksen ohjaamista kohti oletettua ihanteellista tekniikkaa ulkoisen palautteen avulla.

Differentiaalioppimisen mukaan motorinen oppiminen nähdään kehon sisäisten mukautumisprosessien kehittymisenä, eikä yksittäisten liikemallien muistamisena. Differentiaaliharjoittelu sisältää paljon vaihtelua, jotta oppijalle kehittyisi erilaisia ratkaisumalleja ja sopeutuminen uusiin tilanteisiin olisi näin helpompaa. (Schöllhorn ym. 2009b.) Differentiaalioppimisen on todettu tehostavan oppimista perinteiseen harjoitteluun verrattuna esimerkiksi jalkapallon lajitaidoissa (Coutinho ym. 2018) ja jalkapallopelin aikaisissa luovien ratkaisujen tuottamisessa (Orangi ym. 2021), lentopallon syötössä (Reynoso ym. 2013), sekä aitajuoksutekniikassa (Schöllhorn ym. 2010a).

Differentiaaliharjoittelua on verrattu perinteiseen taitoharjoitteluun fyysistä suorituskyykyä mittaavissa lajeissa, yksittäisissä lajitaidoissa, taktisissa taidoissa, sekä arkielämän hienomotoriikkaa vaativissa taidoissa (Serrien ym. 2018). Yksittäisiä lajitaitoja mittaavien tutkimusasetelmien testitilanteet eivät kuitenkaan ole sisältäneet paljoa vaihtelua, eikä tutkijoiden tiedossa ole tutkimusta differentiaaliharjoittelun vaikutuksista salibandyn lajitaidoista. Tämän tutkimuksen tavoitteena olikin sisällyttää testisuorituksiin pelinomaista vaihtelua, jolloin opittua taitoa voidaan oletettavammin soveltaa paljon vaihtelua sisältävässä ottelutilanteessa. Vastaavanlaisia tutkimusasetelmia on toteutettu esimerkiksi jalkapallon- (Gaspar ym. 2019) ja koripallon (Santos ym. 2017) lajitaidoissa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, kuinka tehokasta salibandyn syötön ja haltuunoton oppiminen on differentiaaliharjoittelulla verrattuna perinteiseen harjoitteluun. Tutkielman tavoitteena oli myös selvittää ja pohtia harjoittelun sisältämää optimaalista vaihtelun määrää, joka on riippuvainen yksilöstä ja liikemallista (Beckmann ym. 2010). Yleisesti harjoittelun tulisi taidonoppimisen näkökulmasta sisältää enemmän vaihtelua silloin, kun oppijan taitotaso on valmiiksi korkea (Caballero ym. 2017). Vaikka differentiaalioppimisen mukaan virheellisiä suorituksia ei sinällään olekaan olemassa, harjoituksissa on todennäköisesti liikaa vaihtelua, jos oppijalla on hankaluuksia suoriutua tehtävistä annettujen ohjeiden mukaisesti. Tällöin liiallinen vaihtelu rajoittaa oppimista. (Schmidt & Lee 2020, 245.) Onnistumisen kokemukset ja tehtävien sopiva haastavuus lisäävät motivaatiota tekemiseen

(Liukkonen & Jaakkola 2017). Sopivalla vaihtelun määrällä voidaan siis vaikuttaa myös esimerkiksi liikuntatunnin tai urheilujoukkueen harjoitusten motivaatioilmastoon.

2 MOTORINEN OPPIMINEN JA MOTORINEN KONTROLLI

Motorista oppimista voidaan määritellä lukemattomilla eri tavoilla. Schmidt ja Lee (2020, 178–181) kuvaavat motorisen oppimisen prosessiksi, jossa harjoittelu ja kokemukset synnyttävät oppimista, jonka seurauksena suorituskkyky paranee suhteellisen pysyvästi. Eloranta (2007) on tiivistäneet motorisen oppimisen olevan motoristen taitojen oppimista. Magill (2017) on puolestaan eritellyt motorisen oppimisen aiheuttamia pysyviä muutoksia suoritukseen ja suorittajaan. Näitä muutoksia ovat esimerkiksi kehityksen hidastuminen, vapausasteiden lisääntyminen, liikkeiden taloudellistuminen, kyky korjata virheitä itsenäisesti ja näköaistin keskittyminen suorituksen kannalta olennaiseen informaatioon. (Magill 2017, 273–297.) Motorinen oppiminen on siis koko elämän kestävä tapahtumasarja, joka käsittää myös iän myötä tapahtuvaa luonnollista kehitystä (Kauranen 2011, 291).

Taito määritellään tehtäväksi, jolla on tietty tavoite, kuten salibandysyöttö tai matemaattisen yhtälön ratkaiseminen. Molemmat esimerkit ovat taitoja, mutta ainoastaan salibandysyöttö on motorinen taito, sillä se vaatii tietoista kehon liikettä, jotta tavoite saavutetaan. (Magill 2017, 3–5) Magill (2017, 249–264) painottaa taidon oppimisessa oppijan kykyä soveltaa opittua uutta taitoa uudessa ympäristössä. Todellisuudessa suoritulosuhteet ovat aina erilaiset eikä harjoittelun kaltaisia olosuhteita ole mahdollista löytää. Suoritulosuhteiden muutoksiin voidaan lukea sekä emotionaaliset että suorituspaikeen muutokset. Huippusuorituksen edellytyksenä on mukautua näihin jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin. (Magill 2017, 249–264.) Motorinen oppiminen edellyttää liikkumistaitojen kannalta tärkeiden hermoyhteyksien syntymistä. Oppimista ei ole kuitenkaan mahdollista havaita suoraan, vaikka oppimisen aiheuttamaa suorituskvyn muutosta voidaan havainnoida suorituksessa. Toisin sanoen motorisen suorituskvyn nousu ei välttämättä tarkoita sitä, että motorista oppimista on tapahtunut. Motorisen suorituskvyn parantuminen voi johtua esimerkiksi parantuneista kestävyysominaisuuksista tai lisääntyneestä lihasvoimasta. Motoriseen oppimiseen tarvitaan puolestaan aina motoristen taitojen harjoittelua. (Kauranen 2011, 291–292; Schmidt & Lee 2020, 178–181.)

Motorinen oppiminen jakautuu kolmeen eri vaiheeseen. Näitä vaiheita ovat kognitiivinen-, assosiativinen- ja autonominen vaihe. Kognitiivisessa vaiheessa oppija yrittää hahmottaa opittavaa taitoa ja pyrkii ymmärtämään, mitä tehtävän suorittaminen vaatii. Kun motorista taitoa harjoittelee ensimmäisessä vaiheessa oleva oppija, virheitä tapahtuu runsaasti ja

motoriseen liikkeeseen käytettävät suoritussmallit muuttuvat paljon. Aloittelija pyrkii löytämään toimivia liikemalleja pääsääntöisesti kokeilemalla erilaisia ratkaisuja tuottaen liikettä. Kognitiivisessa vaiheessa syntyvät liikemallit ovat usein aiemmin opittujen vanhojen liikemallien yhdistelmiä, joita oppija pyrkii soveltamaan uuteen ongelmaan. Tämän kokeilun avulla oppija kykenee poistamaan huonot liikemallit ja säilyttämään toimivat. Kognitiivisessa vaiheessa tyypillistä on erilaisten suoritustekniikoiden kokeilu ja tietoinen itsekritiikki. (Wulf 2007, 3.) Kognitiivisessa vaiheessa kehittyminen on hyvin nopeaa ja opettajalla on suuri merkitys taidon oppimiseen. Taitava opettaja kykenee antamaan ohjeita liikkeen ydinkohdista sekä ottamaan huomioon oppijan ominaisuudet. Taitava opettaja kykenee myös antamaan palautetta suorituksesta, joka ohjaa oppijaa oikeaan suuntaan. (Fitts & Posner 1967, 11–14.)

Oppija siirtyy assosiatiiviseen vaiheeseen, kun hän on löytänyt itselleen yksilöllisen tehokkaimman suoritussmallin. Assosiatiivisessa vaiheessa oppija on jo kokeillut aiemmin opitut liikemallit ja uusien liikemallien kehitys alkaa. Myös suoritusten toistettavuus kasvaa ja vaihtelu suoritusten välillä pienenee. (Fitts & Posner 1967, 12.) Assosiatiivinen vaihe kestää usein melko pitkään, sillä kehittymisvauhti hidastuu. Assosiatiivisen vaiheen aikana oppijan suoritus paranee pienien muutosten avulla, jotka muokkaavat suoritusta yhä tehokkaammaksi. (Schmidt & Lee 2005, 403.) Tässä vaiheessa oppijalla on jo selkeä käsitys motorisesta taidosta (Wulf 2007, 3).

Autonomisessa vaiheessa suoritus automatisoituu suurelta osin. Suoritus ei vaadi aivoilta suurta määrää prosessointia, joten oppija voi kiinnittää huomionsa jo suoritusten ulkopuolisiin asioihin. Esimerkiksi pyöräillessä autonomisessa vaiheessa oleva oppija voi kiinnittää huomionsa maisemiin ja liikenteeseen, eikä itse pyöräily vaadi ajattelua. Tällöin suorituksesta on muodostunut tavallaan refleksi, kun suorittaminen voi tapahtua tiedostamattomasti. (Kauranen 2011, 293.) Suoritusten nopeus, tehokkuus ja tarkkuus kasvavat vielä autonomisessakin vaiheessa (Fitts & Posner 1967, 14–15).

2.1 Motorinen oppiminen ja neurologiset muutokset

Motoristen taitojen oppimisella on neurologinen pohja. Kuten missä tahansa muussakin oppimisessa, aivot ovat oppimisen keskusyksikkö ja antavat käskyjä hermolihasjärjestelmään. Aivoissa tietojen käsittelyyn osallistuvat aina sekä tietoiset että tiedostamattomat keskukset.

Jotta näiden keskuksien välinen vuorovaikutus olisi mahdollista, tarvitaan joustava tiedonsiirto- ja käsittelyjärjestelmä. (Eloranta 2007, 217–219.) Tämän järjestelmän toiminnasta vastaavat aivojen miljardit hermosolut. Hermosolut eli neuronit ovat vastuussa aivojen tiedon välityksestä, tiedon muokkaamisesta ja oppimisesta. Neuronit kuljettavat informaatiota ja ovat osallisena ajattelun, tunteiden ja toiminnan tapahtumasarjoihin aivoissa. (Garrett 2009, 23–45.)

Uusien ärsykkeiden käynnistäessä oppimisprosessin keskushermostoon alkaa syntyä uusia hermoyhteyksiä hermosolujen ja aivojen eri alueiden välille. Muutokset hermosolujen liitoskohdissa eli synapseissa perustuvat sähköisen aktiivisuuden muutokseen. Sähköisen aktiivisuuden muutokset johtavat lopulta synapsien rakenteellisiin muutoksiin. Rakenteelliset muutokset tarkoittavat neuraalirakenteen vahvistumista ja uusien haarakkaiden sekä hiusverisuoniston syntymistä proteiinisynteesin avulla. Tätä hermosolujen kasvua ja vahvistumista kutsutaan neurogeneesiksi. (Kauranen 2011, 318.) Syntyneitä hermoyhteyksiä voidaan vahvistaa harjoittelun avulla. Harjoittelun jatkuessa uudet hermoyhteydet alkavat muodostaa hermoverkkoa, joka vastaa uuden opitun taidon toteuttamisesta. Harjoittelun jatkuessa hermoverkon tiheys kasvaa ja oppija kykenee tuottamaan yhä hienomotorisempia liikkeitä. (Jaakkola 2017b.)

Uusimmat tutkimukset liikuntataitojen oppimisesta ja liikkeiden säätelystä ovat osoittaneet erilaisten liikuntataitojen riippumattomuuden toisistaan. Keskushermostomme ei synny hermoratoja, jotka vastaavat ainoastaan yhdestä taidosta, vaan se sisältää yleisiä motorisia ohjelmia, jotka vastaavat kaikista samankaltaisista liikesarjoista. (Schmidt & Lee 2020, 109–116.) Motoristen taitojen opetuksessa virheettömien harjoittelusuoritusten on oletettu johtavan parempaan oppimistulokseen. Virheet on nähty oppimista heikentävänä tekijänä, minkä vuoksi niitä on vältetty. Harjoituksissa sattuneiden virheiden on myös uskottu synnyttävän virheellistä suoritustekniikkaa tulevaisuudessa. (Lee & Simon 2004.) Tämänhetkisen tiedon mukaan virheet nähdään olennaisena osana oppimista (Hanin & Hanina 2006; Hertzfeld ym. 2014). On myös ajateltu, että yksinkertaistamalla harjoitteita on mahdollista helpottaa päätöksentekoa ja lisätä varmuutta harjoitteluun (Passos ym. 2008). Nykytiedon mukaan vaihteleva ja monipuolinen harjoittelu aktivoi suuremman määrän synapseja. Aivojen monipuolisempi stimulointi mahdollistaa laajemman hermoverkoston kehittymisen. (Schöllhorn ym. 2009a; Schöllhorn ym. 2009b.)

2.2 Kehon sisäiset palautejärjestelmät

Kaikki liike synnyttää kehon sisäistä palautetta. Tämä palaute on oleellinen osa motorista kontrollia. Ilman palautetta ei ole liikkeen hienovaraista kontrollointia. Kehon sisäinen palaute voidaan jakaa sen lähteen ja hyödyntämistarkoituksen mukaan proprioseptiseen ja eksteroseptiseen palautteeseen. Proprioseptinen palaute tarkoittaa kehon sisäisiä aistimuksia ja eksteroseptinen palaute muodostuu pääosin näkö- ja kuuloaistin avulla kehon suhteesta ympäristöön. (Schmidt & Lee 2020, 76–79.)

Kehon sisäiset palautejärjestelmät toimivat tiedostamattomasti, mutta suoritusten tietoinen analysointi saattaa muuttaa kehon sisäisen palautteen tiedostetuksi. Esimerkiksi suorituksen ei toivottu lopputulos saattaa käynnistää tietoisin analysoinnin, jolloin huomio kiinnittyy tiedostetusti kehon sisäiseen palautteeseen. Myös kehon ulkopuolinen palaute, kuten valmentajan kommentit, saattavat muuttaa kehon sisäiset aistimukset tietoisiksi. (Schmidt & Lee 2020, 252–258.)

2.2.1 Proprioseptinen palaute

Proprioseptinen palaute on yleisesti määritelty aistimukseksi kehon eri osien liikkeistä ja asennoista. Proprioseptinen palaute koostuu useiden sensoristen elinten yhteistyöstä. Näitä aistinelimiä kutsutaan proprioseptoreiksi. (Dean 2013.) Proprioseptorit välittävät tietoa keskushermostoon afferentteja, eli tuovia neuraaliväyliä pitkin. Proprioseptoreiden tehtävänä on lähettää tietoa raajojen, vartalon ja pään liikesuunnista ja nopeuksista. Proprioseptoreita sijaitsee nivelissä, jänteissä, lihaksissa ja muissa kehon kudoksissa, kuten sisäkorvan tasapainoelimessä. (Kauranen 2011, 135–136.) Sisäkorvan tasapainoelimen lisäksi proprioseptoreita ovat esimerkiksi lihaksissa sijaitsevat lihasspindelit ja jänteissä olevat golgin jänne-elimet (Schmidt & Lee 2020, 77; Magill 2017, 115–117).

Nykytiedon mukaan proprioseptiikkaa ei ole mahdollista kehittää fyysisen harjoittelun avulla, mutta proprioseptisiä reaktioita on. Esimerkkinä voidaan ajatella yleisurheilijaa, joka haluaa kehittää omaa pituushyppytulostaan. Urheilija ei kykene saamaan lihasspindeileiltä tai golgin jänne-elimiltä parempaa palautetta harjoittelun myötä, mutta urheilija kykenee tuottamaan suurempia voimia ilman golgin jänne-elimen puuttumista voimantuottoon. (Kim ym. 2011.)

Arkielämän esimerkki ilmiöstä on harjoittelun aikaansaama tasapainon kehittyminen. Tasapainon kehittymistä voidaan siis osittain selittää kehon kyvyllä hyödyntää proprioseptistä palautetta paremmin.

Proprioseptorit ovat vastuussa kehoa suojelevista mono- ja multisynaptisista reflekseistä. Refleksit ovat täysin tiedostamattomia, eivätkä ne ole motorisen oppimisen seurausta. Monosynaptisessa refleksissä aktiopotentiaali kulkee ainoastaan yhden synapsin läpi, jonka jälkeen se kulkeutuu selkäyttimeen dorsaalista rataa pitkin. Tämän jälkeen aktiopotentiaali poistuu ventraalista rataa pitkin ja palaa välittömästi viejäefferenttiä (vievä hermosyvy) pitkin takaisin lihakseen. (Walkowski & Munakomi 2021.) Multisynaptiset refleksit ovat refleksejä, jossa aktiopotentiaali kiertää useamman synapsin kautta. Refleksivaste liikkeen tuottamiseen on hieman hitaampaa, mutta tapahtuu edelleen tiedostamattomasti. (Schmidt & Lee 2020, 84–85.)

2.2.2 Eksteroseptinen palaute

Eksteroseptinen palaute syntyy kehon ja ympäristön suhteesta toisiinsa. Eksteroseptistä palautetta saadaan näkö- kuulo ja tuntoaistin avulla, eli eksteroseptoreita ovat silmät, korvat ja iho, joista tärkeimpiä ovat silmät ja korvat. Nämä reseptorit kykenevät aistimaan ulkoisia ärsykeitä, kuten pelikentällä liikkuvaa palloa ja kehon etäisyyttä pallosta. Yhdessä proprioseptisen palautteen kanssa nämä kehon sisäiset palautejärjestelmät mahdollistavat nopeiden liikkeiden ja asennon muutoksien aikaansaamisen. (Schmidt & Lee 2020, 76–77.)

Näköaistilla on merkittävä rooli liikkeen suunnittelussa ja kontrolloinnissa. Kaikki näköaistin avulla saatu informaatio kulkeutuu verkkokalvon kautta primääriselle aivokuorelle, josta se jatkaa edelleen matkaa näön ja liikkeen yhdistelyyn erikoistuneille dorsaalille ja ventraaliselle radoille. Dorsaalilla ja ventraalisella radalla on erityinen rooli liikkeen säätelyssä. Dorsaalinen rata vastaa liikkeen tunnistamisesta ja kohteen paikan määrittämisestä. Dorsaalinen rata kykenee mittaamaan ja arvioimaan etäisyyksiä, kulmia ja havaitsemaan liikesuuntia, sekä -nopeuksia. Dorsaalinen rata käsittelee informaatiota tietoisuuden alapuolella ilman tietoista tiedon tarkastelua. Ventraalinen rata tunnistaa kohteita ja pyrkii analysoimaan, millainen kohde on kyseessä. Ventraalinen rata vastaa tietoisesta informaation käsittelystä.

Informaatio kulkee aivojen tietoisilla alueilla ja siitä johtuen ventraalinen rata osallistuu liikkeiden tietoiseen säätelyyn. (Goodale 2011; Schmidt & Lee 2020, 86–90.)

2.3 Tiedostamaton oppiminen

Motorinen oppiminen jaetaan tiedostamattomaan (implisiittinen) ja tiedostettuun (eksplisiittinen) oppimiseen. Motorinen oppiminen ei nykytutkimuksen valossa vaadi kehityksen tiedostamista. (Schmidt & Lee 2020, 178.) Tiedostamattoman oppimisen osuus opituista motorisista taidoista on yli puolet, eli suurin osa motoristen taitojen oppimisesta tapahtuu pääasiassa tiedostamatta. Tiedostettu oppiminen ja siihen liittyvät neurologiset tapahtumasarjat tapahtuvat aina tiedostetusti aivokuorella, kun tiedostamattoman oppimisen prosessit syntyvät tyvitumakkeissa. Nykytiedon mukaan ihminen kykenee oppimaan motorisia taitoja tyvitumakkeiden avulla implisiittisesti ja sen jälkeen siirtämään liikkeiden kontrolloinnin tietoiselle isoaiukuorelle. (Kauranen 2011, 293.)

Liikkeen suunnittelussa aivojen tiedostamattomat alueet, kuten primaarinen motorinen kuorikerros, aktivoituvat jo noin kaksi sekuntia ennen liikkeen aloittamista. Aivojen tiedostetut alueet aktivoituvat vasta millisekunteja ennen liikkeen alkamista. Aivojen tiedostamattomat alueet ovat päävastuussa motorisen hermoston käyttäytymisestä. Esimerkiksi motivaation ja toiminnan suuntaaminen, havainnot ja toiminnan suunnittelut sijaitsevat kaikki aivojen tiedostamattomalla alueella. Tiedostetut aivojen osa-alueet tulevat käyttöön vasta käynnistettäessä toimintaa, kuten valinnassa, millä lihaksilla liike toteutetaan. (Jaakkola 2017b; Kauranen 2011, 141–142)

Implisiittinen motorinen oppiminen on jatkuvaa ja sitä tapahtuu lähes kaikessa normaalissa arjen liikkumisessa. Useat arjen liikkeet suoritetaan täysin tiedostamattomana siten, ettei niiden suorittamiseen tarvitse kiinnittää ollenkaan tietoisesti huomiota. Esimerkiksi kävellessä henkilön ei tarvitse jatkuvasti kiinnittää huomiota tasapainoon, jotta pysyisi pystyssä. (Francesconi 2011.)

On todettu, että tiedostamattomalla motorisella oppimisella on selkeitä etuja tiedostettuun motoriseen oppimiseen verrattuna. Esimerkiksi taidon pysyvyyden on havaittu olevan parempaa stressaavissa tilanteissa, kun taito on opittu implisiittisesti. (Masters 1992.)

Fysiologisen väsymyksen kestämisen on havaittu olevan parempaa, kun taito on opittu implisiittisesti. Implisiittisesti opittujen taitojen on myös havaittu säilyvän pidempään harjoittelun loputtua. (Poolton & Zachry 2007.) Implisiittisen motorisen oppimisen suurin etu on sen tiedostamattomia liikkeen säätelyjärjestelmiä kehittävä vaikutus. Näiden tiedostamattomien säätelyjärjestelmien on havaittu säätelevän liikettä tietoisia säätelyjärjestelmiä tehokkaammin. Nykytiedon mukaan paras suoritus saavutetaan, kun implisiittiset liikkeen säätelyjärjestelmät suunnittelee ja aikaansaa liikkeen ilman tietoisia säätelyjärjestelmiä. (Kauranen 2011, 293.)

2.4 Nonlineaarinen pedagogiikka

Nonlineaarinen pedagogiikka on motoristen taitojen opetukseen keskittyvä lähestymistapa, jossa painotetaan yksilön oman suoritustavan löytämistä (Chow ym. 2021). Se pohjautuu motorisen oppimisen ekologiseen malliin, joka puolestaan on saanut alkunsa dynaamisten systeemien teorian pohjalta (Button ym. 2021, 3; Newell 1986). Ekologinen malli ja dynaamisten systeemien teoria on avattu myöhemmin alaluvuissa 4.2 ja 4.3. Nonlineaarinen pedagogiikka haastaa ajatuksen lineaarisesta oppimisesta pyrkimällä pois kaavamaisesta ajattelusta, jossa toistomäärien uskotaan johtavan taitojen kehittymisen tietylle tasolle. Nonlineaarisen ajattelun mukaan taidon oppiminen on yksilöllistä ja sisältää paljon vaihtelua yksilöiden välillä. (Schöllhorn ym. 2012; Jaakkola 2019.)

Kirjallisuuteen nonlineaarinen pedagogiikka on tullut mukaan vasta 2000-luvun puolivälissä. Davids ym. halusivat luoda yleisen käsitteen, jonka alle on mahdollista koota taidon opettamisen konsepteja ja teorioita, jotka pohjautuvat dynaamisen systeemin teoriaan. Tavoitteena oli luoda yläkäsite, joka kuvaa konkreettisesti, kuinka näitä teorioita ja konsepteja on mahdollista hyödyntää käytännön opetus- ja valmennustyössä. (Davids ym. 2005; Lee ym. 2014.)

Nonlineaariseen pedagogiikkaan kuuluu ympäristön ja tehtävän aktiivinen muokkaaminen. Esimerkiksi sääntöjä tai välineitä muuttamalla pyritään vaikuttamaan oppijan käyttäytymiseen siten, että oppijan taitotaso kohtaa tehtävän haastavuuden kanssa. Vaihtelevuus harjoitteissa kannustaa oppijaa kohti tutkivaa oppimista, jossa oppija joutuu itse oivaltamaan toimivat liikemallit. Vaihtelun avulla luodaan suuri määrä itseorganisoitumista kaikilla oppimisen

aloilla. Vaihtelu mahdollistaa suuremman määrän informaatiota, jonka avulla saavutetaan parempaa siirtovaikutusta samankaltaisten liikemallien välillä. (Atencio ym. 2014.)



KUVA 1. Nonlineaarisen pedagogiikan pääohjeet liikuntataitojen opettajille (Jaakkola 2019).

2.5 Ylioppiminen

Ylioppimisella (overlearning) tarkoitetaan taidon harjoittelun jatkamista siitä huolimatta, että taito on opittu jo tarvittavalle tasolla. Harjoittelun jatkamisella ja toistamisella tavoitteena on vahvistaa jo opittua motorista taitoa. Opitun taidon toistamisesta on nykytiedon mukaan hyötyä taidon säilyvyyden kannalta. Mitä enemmän taitoa harjoittelee ja toistaa, sitä paremmin opittu

taito säilyy. Esimerkiksi koripalloilija harjoittelee vapaheittoja säännöllisesti, vaikka osumatarkkuus olisi jo hyvä. Ylioppimisen avulla koripalloilija on valmiimpi toteuttamaan suorituksen pelitilanteessa ja todennäköisemmin onnistuu vapaheitossa. (Magill 2017, 408–411.)

Ylioppimisen on havaittu olevan erityisen hyödyllistä taidoissa, jotka vaativat motorisen taidon lisäksi kognitiivista osaamista. Ylimääräinen toistaminen auttaa pitämään taidon riittävällä tasolla, jotta sitä on mahdollista suorittaa tulevaisuudessa. Myös tasapainoa tutkittaessa havaittiin, että taidon oppimisen jälkeen harjoittelua jatkaneet ylläpitivät taitoa paremmin. Kuitenkaan taidon yliharjoittelu ei aina tuota parasta testitulosta. (Magill 2017, 408–411.) Shea & Kohl (1991) havaitsivat, että yksinkertaisen motorisen taidon yliharjoittelu tuotti huonompia testituloksia, kun monipuolinen harjoittelu. Optimaalinen harjoittelun määrä ei siis automaattisesti tarkoita suurinta toistomäärää.

Harjoittelun jatkaminen taidon oppimisen jälkeen on tuloksen ja taidon pysyvyyden kannalta oleellista. Suoritusten toistaminen mahdollisimman yhdenmukaisina ei kuitenkaan ole merkittävässä roolissa taidon pysyvyyden kannalta. Optimaalisen tuloksen kannalta on otettava huomioon muita harjoittelutyylejä ja sisällytettävä harjoitteluun vaihtelua. Harjoittelun monipuolisuuden toteutuessa on tärkeää ymmärtää, että toistomäärät vaikuttavat taidon pysyvyyteen positiivisesti. (Magill 2017, 412.)

2.6 Motorisen kontrollin laajennettu malli

Motorisella kontrollilla tarkoitetaan kehon sisäänrakennettua kykyä tuottaa ja kontrolloida liikettä, eli hermolihasjärjestelmän toimintaa liikkeen aikana. Hermolihasjärjestelmä koostuu kolmesta eri järjestelmästä. Näitä järjestelmiä ovat informaatiota keräävä sensorinen järjestelmä, informaatiota käsittelevä keskushermosto ja lihasten toimintaa hallitseva motorinen järjestelmä. (Kauranen 2011, 13.) Perinteinen ajattelutapa koostuu suljetusta ja avoimesta ketjusta, jotka kontrolloivat kaikkea liikettä. Nykytietämyksen mukaan liikkeen kontrolloinnista on vastuussa yksi motorisen kontrollin järjestelmä, johon sisältyy suljetun ja avoimen ketjun toiminnot. Tästä järjestelmästä käytetään termiä motorisen kontrollin laajennettu malli. (expanded conceptual model) (Kauranen 2011, 14; Schmidt & Lee 2020, 80–82.)

Laajennetun mallin mukaan motorinen kontrolli koostuu toimeenpanevasta osasta, toteuttavasta osasta ja vertailevasta osasta. Toimeenpaneva osa on vastuussa päätöksenteosta. Päätöksenteko koostuu ärsykkeen tunnistamisesta, vasteen valitsemisesta ja liikkeen ohjelmoinnista. Tämän jälkeen tieto liikkeen suunnitellusta toteutustavasta kulkeutuu toteuttavalle osalle, joka toimeenpanee motorisen liikkeen. Toteuttavaan osaan kuuluu valittu motorinen ohjelma, selkäydin ja lihakset. Tämän jälkeen vertaileva osa vertailee suorituksen aikaista ja jälkeistä palautetta ennakoituun palautteeseen. Vertailun perusteella seuraavaa suoritusta pystytään korjaamaan tai muuttamaan haluttuun suuntaan. (Schmidt & Lee 2020, 80–82.) Esimerkiksi rangaistuslaukausta suorittava salibandypelaaja lukee maalivahdin liikettä, minkä pohjalta toimeenpaneva osa valmistele ratkaisun. Tämän jälkeen toteutuksesta vastaava osa välittää tiedon ratkaisusta lihaksille, jotka toteuttavat suunnitellun liikkeen. Palautetta pelaaja kykenee hyödyntämään vasta oman ratkaisun jälkeen.

3 PERINTEINEN KÄSITYS TAIDON OPPIMISESTA

Tämän työn tutkimuksessa vertaillaan differentiaalioppimista perinteisin menetelmin harjoitelleeseen ryhmään. Tässä luvussa selvennetään, mitä perinteisellä käsityksellä taidonoppimisesta tarkoitetaan. Luvussa vertaillaan myös perinteisen taidon oppimisen menetelmiä vaihtelua korostaviin menetelmiin. Käytettävästä motorisen oppimisen menetelmästä riippumatta taidon oppiminen on tehokkaampaa, kun taitoharjoittelu on jaettu useampaan lyhyeen harjoitukseen yhden pitkän harjoituksen sijaan (Magill 2017, 397).

Harjoittelun voidaan sanoa olevan tärkein tekijä kehittymisen taustalla ja yleisesti suurempi harjoittelumäärä johtaa parempaan kehittymiseen (Schmidt & Lee 2020, 197). Tämänkaltaisen oppimisen lineaarinen malli ei kuitenkaan päde kaikkiin taitoihin (Jaakkola 2017b). Perinteiset motoristen taitojen opetusmenetelmät perustuvat juuri lineaariseen käsitykseen oppimisesta. Harjoitteita toistetaan usein kaavamaisesti ja harjoitteet etenevät yksinkertaisista kohti monimutkaisia. Perinteisten menetelmien oletuksena on, että tietty toistomäärä johtaa taitojen kehittymiseen määrätylle tasolle kaikilla oppijoilla. (Schöllhorn ym. 2012) Harjoitusmäärän ja oppijasta riippuvaisten muuttujien lisäksi kehittymiseen vaikuttaa moni muukin tekijä, kuten harjoitusten laatu, sisältö ja ohjelmointi (Magill 2017, 282).

Kokonaissuoritusten harjoitleminen on todettu tehokkaammaksi tavaksi taidon oppimiseen, kun opetettava taito ei ole liian monimutkainen ja taidon eri osat ovat kytköksissä toisiinsa. Esimerkiksi koripallon heittäminen tai tenniksen kämmenlyönti ovat tällaisia taitoja. (Fontana ym. 2009, 518.) Pallopelien taitoja harjoiteltaessa on myös tärkeää, että kokonaissuoritusten harjoitleminen sisältää havainnointia ympäröivästä tilasta (Jaakkola 2017a). Perinteisten menetelmien harjoitteluun liittyy usein suorituksen pilkkominen osiin ja osien harjoittelu erikseen ennen kokonaissuoritukseksi yhdistämistä. (Schöllhorn ym. 2012.)

Eteneminen osista kokonaisuuksiin on todettu tehokkaammaksi tavaksi taidon oppimiseen, kun taito on monimutkainen, eivätkä sen osat ole yhteydessä toisiinsa. Useasta liikkeestä koostuva tanssisarja on esimerkki monimutkaisesta, mutta itsenäisistä osista koostuvasta taidosta. (Fontana ym. 2009, 518.) Suurinta osaa liikuntataidoista kannattaa kuitenkin harjoitella kokonaissuorituksina alusta saakka (Jaakkola 2017b). Kokonaissuorituksen helpottaminen esimerkiksi välineitä vaihtamalla, havainnointia vähentämällä ja suoritusta hidastamalla ovat hyviä keinoja luoda oppijalle kuva kokonaissuorituksesta (Magill 2017, 413–415).

Perinteisten motoristen oppimisten menetelmien mukaan suorituksessa tulisi pyrkiä kohti tiettyä ihanteellista suoritustekniikkaa. (Schöllhorn ym. 2009b). Ihanteellinen suoritustekniikka on riippumaton yksilöllisistä tekijöistä, kuten iästä tai sukupuolesta (Schöllhorn ym. 2012). Perinteisen menetelmän mukaan harjoituksissa pyritään toistamaan virheetöntä suoritusta välttämällä virheitä (Hanin & Hanina 2006). Esimerkiksi jalkapallon syöttötarkkuutta harjoiteltaessa perinteisin menetelmin suoritusta pyritään ohjaamaan kohti optimaalista tekniikkaa syöttämällä pallo joka kerta samalla voimalla, asettamalla tukijalka aina samaan paikkaan pallon viereen ja vakioimalla muidenkin raajojen liikkeet siten, että toistot ovat keskenään mahdollisimman yhdenmukaisia.

Perinteisten menetelmien mukaan vaihtelua vähennetään ja suoritusta ohjataan kohti optimaalista tekniikkaa ulkoisen palautteen avulla (Orangi ym. 2021). Ulkoinen palaute voi olla oppimisen kannalta hyödyllistä aloittelijoilla, jos oppija ei muutoin tiedä suorituksen lopputulosta (esimerkiksi pitkä golflyönti), tai oppija ei kykene esimerkiksi loukkaantumisen takia saamaan palautetta kehon sisäisistä aistijärjestelmistä. Useissa taidoissa ulkoinen palaute ei ole kuitenkaan välttämätöntä ja voi aiheuttaa jopa suorituksen heikentymistä. Suorituksen onnistuminen voi muodostua jopa riippuvaiseksi ulkoisesta palautteesta, jolloin oppija ei osaa suorittaa taitoa ilman ulkoista palautetta. (Magill 2017, 338.) Valmentajan tai opettajan kannattaakin useimmissa tilanteissa käyttää ulkoista palautetta ohjatakseen toimintaa haluttuun suuntaan siten, että oppijat joutuvat ratkaisemaan ongelmia. Esimerkiksi joukkuepallopeleissä valmentaja voi antaa toiselle joukkueelle ohjeeksi puolustaa johtoasemaa, jolloin vastapuoli yrittää tehdä maalin keinolla millä hyvänsä. (Button ym. 2021, 181.)

Sana ”harjoittelu” on useissa yhteyksissä virheellisesti korvattu sanalla ”toisto”, mikä on aiheuttanut käsitteiden sekaantumista myös valmentajien ja ohjaajien keskuudessa. Toistamisella tarkoitetaan tietyn liikemallin suorittamista mahdollisimman muuttumattomana yhä uudelleen. Perinteisen ajattelutavan mukaan taidon oppimista voisi verrata lihashypertrofiaan, jolloin lihaskasvun tavoin taidon oppiminen on seurausta tietyn liikemallin riittävästä toistamisesta. (Schmidt & Lee 2020, 197.) Bernsteinin (1967) määritelmän mukaan harjoittelun tulisi olla ”toistoja ilman toistamista”, jotta oppija kykenee suoritustilanteissa tuottamaan erilaisia ratkaisuja eteen tuleviin ongelmiin (Schöllhorn ym. 2010a).

Verratessa perinteistä taitoharjoittelua nykyaikaisen taidonoppimisen mukaisiin menetelmiin on syytä erottaa suorituksen paraneminen taidon oppimisesta. Perinteisen menetelmän mukaan harjoituksissa tulisi pyrkiä mahdollisimman virheettömään suoritukseen, koska ”harjoituksissa virheitä tekemällä opitaan tekemään virheitä myös tositilanteessa”. Tietyn liikemallin virheetön suorittaminen johtaa kuitenkin pikemmin suorituksen hetkelliseen paranemiseen oppimisen sijaan. Suoritusten vaihtelua korostavat menetelmät painottavat erilaisten liikemallien ja myös niin sanottujen virheellisten tekniikoiden käyttöä osana harjoittelua, koska vaihtelun tuoma ärsyke ja uudet ratkaisumallit johtavat tehokkaampaan taidon oppimiseen. (Schmidt & Lee 2020, 198.) Oppimista tapahtuu luonnollisesti myös perinteisellä toistoharjoittelulla, mutta oppimisen on havaittu olevan tehokkaampaa harjoittelun sisältäessä vaihtelua (Tassignon ym. 2021). Tehokkuudella tarkoitetaan tässä työssä taidon oppimista lyhyemmässä ajassa.

Liiallinen toistoharjoittelu saattaa heikentää suoritusten laatua etenkin, jos harjoiteltava taito on liian yksinkertainen. Kun taito on jo opittu, oppijan ei enää tarvitse keskittyä suoritukseen, vaan ne tapahtuvat ilman prosessointia ”omalla painollaan”. Lisäksi lukuisista toistoista huolimatta opeteltavan liikkeen muistaminen voi hankaloitua ja siirtovaikutus samankaltaisiin taitoihin heikentyä. Kehittymisen tehostamiseksi oppijaa tulisikin haastaa harjoituksissa esimerkiksi vaihtelemalla suoritustekniikoita tai muokkaamalla suoritusympäristöä. Alaluvussa 2.5 esiteltä ylioppiminen hyötyineen ja haittoineen on useimmin seurausta perinteisten menetelmien mukaisesta harjoittelusta. (Magill 2017, 394–395.) Luvussa neljä esitellään tarkemmin vaihtelun merkitystä korostavia motorisen oppimisen menetelmiä, jotka nykytietämyksen mukaan tehostavat taidon oppimista perinteisiin menetelmiin verrattuna.

4 VAIHTELU OSANA MOTORISTA OPPIMISTA

Harjoittelun tavoitteena on lähtökohtaisesti parantaa suorituskkyä opittavasta taidosta riippumatta. Usein taitojen oppimisen kannalta tärkeät suoritustilanteet sisältävät esimerkiksi kanssapelaajien liikkumisesta, olosuhteista tai painetilanteista aiheutuvia muuttujia, jolloin mitataan kykyä soveltaa opittua taitoa uuteen ympäristöön ja tilanteeseen. (Schmidt & Lee 2020, 236.) Esimerkiksi jalkapalloilijan tulee osata ottelutilanteessa ottaa pallo haltuun tärkeän ottelun jatkoajalla, sadekeleissä ja vastustajapelaajien häiritessä. Tällöin suoritustilanteessa on lukuisia muuttujia harjoituksiin verrattuna. Vaihtelevan harjoittelun on todettu tehostavan taidon oppimista perinteiseen, samankaltaisiin toistoihin perustuvaan harjoitteluun verrattuna (Caballero ym. 2017). Tarkoituksenmukainen vaihtelu harjoittelun aikana valmistaa oppijaa soveltamaan opittua taitoa uusissa tilanteissa (Davids ym. 2015).

Vaihtelevan harjoittelun hyötyjä on osoitettu esimerkiksi taitojen siirtovaikutus- ja pysyvyysmittausten avulla (Chua ym. 2019; Hossner ym. 2016). Harjoittelun sisältäessä vaihtelua oppija joutuu jatkuvasti ratkaisemaan uusia eteen tulevia ongelmia eri tavoin, jolloin on todennäköisempää löytää tilanteeseen sopiva suoritus myös kilpailutilanteessa. Vaihtelua sisältävän harjoittelun aikana oppijat tekevät vähemmän onnistuneita suorituksia perinteiseen harjoitteluun verrattuna. Pienempi onnistuneiden suoritusten määrä taidon harjoitteluvaiheessa on kuitenkin yhteydessä tehokkaampaan taidon oppimiseen, kun mahdollisia ratkaisumalleja on karttunut enemmän. (Magill 2017, 368–370.) Suuri vaihtelun määrä harjoittelussa ei kuitenkaan johda automaattisesti parhaaseen mahdolliseen kehittymiseen, vaan sopiva vaihtelun määrä riippuu esimerkiksi oppijan ominaisuuksista, taitotasosta ja opittavasta taidosta (Caballero ym. 2017).

Harjoittelu saattaa optimaalisen kehittymisen näkökulmasta sisältää liikaa vaihtelua. Jos harjoiteltava taito on liian hankala oppijan taitotasoon nähden, erilaisten reunaehto- ja aikaansaama vaihtelu saattaa hidastaa oppimista. (Schmidt & Lee 2020, 245–246.) Esimerkiksi García-Herrero ym. (2016) tutkivat käsipalloheiton nopeuden, tarkkuuden ja yhdenmukaisuuden kehittymistä käsipalloammattilaisilla ja aloittelijoilla. Osallistujat molemmista taustoista oli jaettu tasaisesti vaihtelevan harjoittelun ryhmään ja perinteiseen toistoharjoitteluryhmään. Tulokset osoittivat, että ainoastaan käsipalloammattilaiset paransivat heittotaitoaan vaihtelevalla harjoittelulla, kun aloittelijat kehittivät ainoastaan toistoharjoittelulla. (García-Herrero ym. 2016.) Vähäisempi onnistuneiden suoritusten määrä

vaihtelua sisältävän harjoittelun aikana saattaa alentaa harjoittelumotivaatiota, koska oppija ei välttämättä tunne kehittyvänsä. Tämän vuoksi on tärkeää, että oppija ja valmentaja ymmärtävät eron suorituksen kehittymisen ja taidon oppimisen välillä. (Vickers 2007, 180–193.)

Myös Bradyn (2004) harjoittelun vaihtelun määrää käsittelevän tutkimuskatsauksen tulokset olivat samankaltaisia. Kaikkiaan 63 tutkimusta sisältäneessä katsauksessa todettiin suuremman vaihtelun hyödyttävän keskimäärin aikuisia enemmän kuin lapsia (Brady 2004). Toisin kuin perinteisessä harjoittelussa, vaihtelevan harjoittelun aikana oppija vertailee suorittamiaan liikkeitä ja yhdistää liikemalleja toisiinsa. Liikkeiden prosessointi harjoittelun aikana jättää todennäköisemmin kestävämmän muistijäljen, mikä johtaa parempaan taidon oppimiseen. (Schmidt & Lee 2020, 242–243.) Yli 60-vuotiailla heikentynyt työmuisti ja tarkkaavaisuus hankaloittaa kuitenkin liikemallien prosessointia. Vanhemmilla aikuisilla harjoitteluun ei todennäköisesti kannata sisällyttää yhtä paljoa vaihtelua kuin nuoremmilla täysi-ikäisille. (Lin ym. 2010.)

Optimaalinen vaihtelun määrä harjoittelussa riippuu oppijan lisäksi opittavasta taidosta. Jos opittava taito sisältää itsessään paljon vaihtelua esimerkiksi ympäristön puolesta, vaihtelua ei todennäköisesti kannata lisätä rajoittamalla suoritusta entisestään. (Caballero ym. 2017.) Jos esimerkiksi salibandyn pelaaminen luetaan yhdeksi taidoksi, pelaajien lukumäärää, sääntöjä ja pelialuetta muuttamalla vaihtelua saadaan harjoituksissa todennäköisesti jo riittävästi aikaan.

Avoimella taidolla tarkoitetaan vaihtelevassa ja hankalasti ennakoitavassa ympäristössä suoritettavaa taitoa. Avoimia taitoja ovat esimerkiksi paini ja suurin osa joukkuepeleistä. Suljetulla taidolla tarkoitetaan vakaassa ja muuttumattomassa ympäristössä suoritettavaa taitoa, kuten uiminen uimahallin tyhjällä radalla tai voimistelu tyhjässä salissa. Suljettuja taitoja suorittaessa oppijalla on mahdollisuus suunnitella liike ennakkoon ja toimia ilman aikarajoitusta tai tarvetta äkkinäisille muutoksille. (Schmidt & Lee 2020, 8–9.) Edellä kuvatun jaottelun mukaan lukuisat taidot, kuten käveleminen, voidaan siis lukea sekä avoimeksi että suljetuksi taidoksi suoritussympäristöstä riippuen. Koska ympäristö on oleellinen osa motoristen taitojen suorittamista, jako avoimiin ja suljettuihin taitoihin ei ole yksiselitteinen. Pikemminkin motoriset taidot voitaisiin asettaa janelle, jossa toisessa päässä on täysin suljetut taidot, kuten paikallaan seisominen tyhjässä huoneessa ja toisessa päässä täysin avoimet taidot, kuten jääkiekon pelaaminen ottelutilanteessa. Sama taito voi asettua eri kohdille janaa suoritussympäristöstä riippuen. (Magill 2017, 12–17.)

Eidson ja Stadulis (1991) totesivat avointen ja suljettujen taitojen harjoitusmenetelmiä vertailevassa tutkimuksessaan perinteisen harjoittelun tukevan oppimista, kun tehtävä itsessään sisältää paljon vaihtelua. Todennäköisesti ympäristön (pelitilanne) aikaansaaman vaihtelun ollessa suurta, yksittäisiä suorituksia (syöttäminen) ei ole tarkoituksenmukaista rajoittaa enempää, jotta harjoitustilanteessa ei ole liikaa vaihtelua (Eidson & Stadulis 1991). Toisaalta erilaisten pelien pelaamista voidaan pitää enemmän vaihtelevana, kuin perinteisenä harjoitteluna.

4.1 Harjoitusmenetelmien jaottelu vaihtelun määrän mukaan

Motoristen taitojen harjoitusmenetelmät voidaan jakaa yksinkertaistetusti blokki-, sarja-blokki- tai satunnaisharjoitteluun vaihtelun määrän mukaan (Jaakkola 2017a). Blokkiharjoittelussa (blocked practice) yhtä harjoitetta toistetaan muuttumattomana koko harjoituksen ajan (Magill 2017, 373). Vähäisen vaihtelunsa takia blokkiharjoittelu onkin rinnastettavissa perinteiseen harjoitteluun ja käsitykseen taidon oppimisesta (Schmidt & Lee 2020, 239). Blokkiharjoittelun avulla on mahdollista parantaa yksittäistä suoritusta nopeasti, mutta taidon oppiminen ei ole yhtä tehokasta kuin sarja-blokki- ja satunnaisharjoittelussa (Jaakkola 2017a).

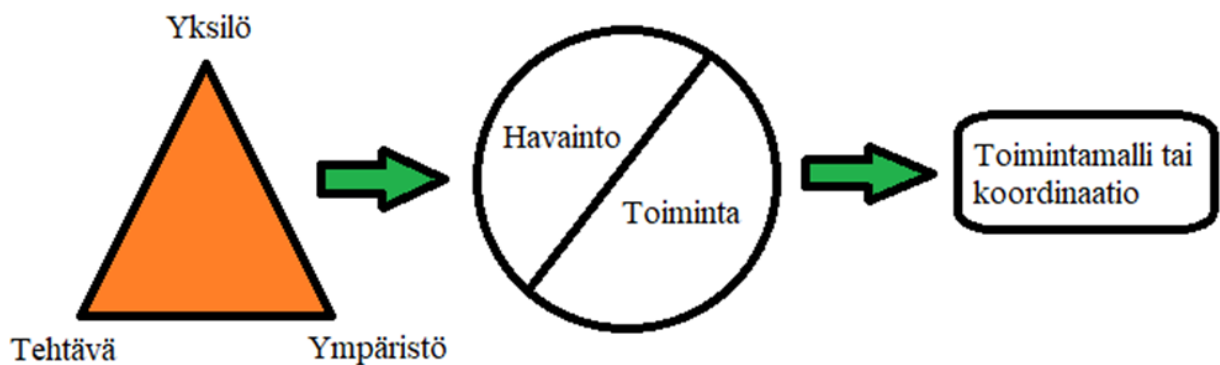
Sarja-blokkiharjoittelussa (serial-blocked practice) yhtä harjoitetta toistetaan muuttumattomana tietty aika tai toistomäärä, jonka jälkeen saman harjoituksen sisällä siirrytään seuraavaan harjoitteeseen (Magill 2017, 373). Schmidt ja Lee (2020) käyttävät sarja-blokkiharjoittelusta termiä hybridiharjoittelu, menetelmän yhdistäessä blokki- ja satunnaisharjoittelua. Hybridiharjoittelusta voidaan erottaa vielä yksilölliset erot paremmin huomioiva satunnaishybridiharjoittelu (contingency schedule), jossa oppija itse päättää sopivan hetken siirtyä seuraavaan harjoitteeseen. (Schmidt & Lee 2020, 246.)

Satunnaisharjoittelussa (random practice) harjoitetta vaihdetaan yhden- tai muutaman harjoitteen jälkeen, joten satunnaisharjoittelu sisältää enemmän vaihtelua blokki- ja sarja-blokkiharjoitteluun verrattuna. Vaikka satunnaisharjoittelun aikana oppija ei tunne kehittyvänsä yhtä hyvin kuin blokkiharjoittelussa, sen on todettu aikaansaavan pysyvämpiä oppimistuloksia. (Magill 2017, 374–378.) Blokkiharjoittelussa samaa suoritusta toistettaessa oppijalla on valmiiksi suoritusmalli mielessä, jolloin suoritus pyritään toistamaan uudestaan

muuttumattomana. Satunnaisharjoittelussa oppija unohtaa vanhan suoritusmallin ja joutuu ratkaisemaan tehtävän uudelleen, minkä on todettu tehostavan oppimista. (Schmidt & Lee 2020, 241.)

4.2 Taitojen oppimisen ekologinen malli

Newellin (1986) taitojen oppimisen ekologinen malli (Constraints-led approach) on laajalti käytetty viitekehys taitojen oppimista ja liikesäätelyä tutkittaessa (Jaakkola 2017b). Mallista käytetään jatkossa tässä työssä lyhennettä CLA. CLA-mallia voidaan pitää usean vaihtelun merkitystä korostavien taitojen opetusmenetelmien taustateorian. Mallin kolme piirrettä ovat yksilö, ympäristö ja tehtävä, jotka ovat jatkuvassa dynaamisessa vuorovaikutuksessa keskenään (kuva 2) (Newell 1986).



KUVA 2. Taitojen oppimisen ekologinen malli (Mukaiutu Davids, Button & Bennett 2008, 40)

CLA-mallin mukaisella yksilön, ympäristön ja tehtävän vuorovaikutuksella tarkoitetaan, että muutos yhdessä osassa vaikuttaa kahteen muuhun tekijään. Mallissa yksilöllä tarkoitetaan oppijan ominaisuuksia, kuten pituus, paino ja liikkuvuus. Ympäristön ominaisuuksia ovat esimerkiksi maan vetovoima, kanssapelaajat ja pelialueen koko. Tehtävän ominaisuuksia ovat esimerkiksi säännöt ja suoritusvälineet. (Jaakkola 2017b.) Ominaisuuksista voidaan käyttää myös termiä rajoite (constrain), koska muokkaamalla esimerkiksi ympäristöä tai pelin sääntöjä toimintaa ohjataan ”rajoittamalla” haluttuun suuntaan (Davids 2010). Esimerkiksi salibandyharjoituksissa pelialuetta pienentämällä pelaajilla on vähemmän aikaa tehdä tarkoituksenmukainen ratkaisu, joten yksilön toimintaa rajoitetaan ympäristöä muokkaamalla.

Koska ominaisuudet ovat CLA-mallin mukaan oppijasta riippuvia, myös optimaalinen suoritustekniikka on yksilöllistä. Rajoitteiden muokkaaminen tuo CLA-mallin mukaiseen

harjoitteluun vaihtelua, jonka seurauksena oppija löytää itselleen ja tilanteeseen sopivimman tavan taidon suorittamiseen. Kun uusi taito on opittu, sitä kyetään mallin mukaan myös soveltamaan erilaisissa tilanteissa ja ympäristöissä. (Gray 2020.) Kuten alaluvun 4.1 alussa mainittiin, CLA-malli on ensisijaisesti taidon oppimisen mekanismeja taustoittava teoria. Malli ei niinkään määrittele käytännön harjoittelun suunnittelua ja toteutusta. (Button ym. 2021, 112.)

4.3 Dynaamisten systeemien teoria

Tämän tutkimuksen pääaiheen, differentiaalioppimisen, yhtenä tärkeimpänä taustateorian voidaan pitää dynaamisten systeemien teoriaa. Erityisesti dynaamisten systeemien teorian mukainen ajatus motoristen suoritusten vaihtelun tärkeydestä oppimisen kannalta toteutuu myös differentiaalioppimisessa. (Schöllhorn 2009b). Dynaamisten systeemien teoria on vaikuttanut myös alaluvussa 4.1 esitellyn taidon oppimisen ekologisen mallin syntyyn (Button ym. 2021, 3). Dynaamisten systeemien teoriassa oppija nähdään moniulotteisena systeeminä, joka koostuu lukuisista pienemmistä osista. Systeemin osat ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, jolloin muutos jossain osassa vaikuttaa koko systeemiin. Teorian mukaan systeeminä voidaan nähdä myös suuremmat kokonaisuudet, kuten jalkapallojoukkue tai työpaikan työntekijät. (Schmidt & Lee 2020, 26.) Tässä työssä keskitytään kuitenkin oppijaan systeeminä ja tarkastellaan dynaamisten systeemien teoriaa motorisen oppimisen näkökulmasta.

Bernstein (1967) määritteli kehon kykyä kontrolloida liikettä kehon vapausasteiden (degrees of freedom) avulla. Vapausasteilla tarkoitetaan motoriseen liikkeeseen osallistuvia lihaksia ja niveliä. Uuden liikkeen oppimisen alkuvaiheessa oppija ei vielä osaa kontrolloida vapausasteita riittävän hyvin, jotta liike olisi tarkoituksenmukainen. Tyypillisesti harjoittelun alkuvaiheessa oppijalla on käytössään pienin mahdollinen määrä vapausasteita liikkeen suorittamiseksi. Harjoittelun myötä vapausasteiden määrä lisääntyy ja oppija kykenee käyttämään esimerkiksi ulkopuolista energiaa liikkeen toteuttamiseksi, jolloin suorituksesta tulee taloudellisempi (Bernstein 1967.) Esimerkiksi salibandyharjoittelun alkuvaiheessa kädet saattavat olla kiinni mailassa miten päin tahansa, painopiste peliasennossa ylhäällä ja katse pelitilanteessa pallossa. Taitojen karttuessa pelaaja oppii säätelemään mailaotettaan tilanteeseen sopivaksi, laskemaan painopistettä reagoimisen helpottamiseksi ja nostamaan katseen kentälle havainnoidakseen kenttätapahtumia monipuolisemmin.

Dynaamisilla systeemeillä on taipumus itsejärjestäytymiseen (self-organization). Itsejärjestäytymisellä tarkoitetaan systeemin mukautumista vaikuttavien rajoitteiden puitteissa. Rajoitteet voivat alaluvun 4.1 mukaisesti liittyä oppijaan, ympäristöön tai tehtävään. (Button ym. 2021, 3, 37.) Esimerkiksi salibandypelaaja voi taitotasosta riippuen ratkaista kentällä eteen tulevia ongelmia erilaisin keinoin. Rajoitteet voidaan jakaa myös fyysisiin (physical) ja tiedonkäsittelyyn liittyviin (informational) rajoitteisiin (Button ym. 2021, 29–30). Salibandypelaajan ratkaisuihin kentällä vaikuttaa näin ollen fyysisen suorituskyvyn, kuten voima- ja nopeusominaisuuksien lisäksi esimerkiksi se, kuinka hän hahmottaa muiden pelaajien liikkumista, lukee pallon lentorataa ja tiedostaa pelikellossa jäljellä olevan ajan

5 DIFFERENTIAALIOPPIMINEN

Differentiaalioppiminen on Saksassa vuonna 1999 kehitelty motorisen oppimisen menetelmä, jonka mukaan oppiminen riippuu harjoittelun sisältämästä vaihtelusta (Schöllhorn 1999). Differentiaalioppimiselle ei ole kuitenkaan kirjallisuudessa tarkkaa, yksiselitteistä määritelmää (Serrien 2018).

Differentiaalioppiminen pohjautuu edellisessä luvussa esiteltyyn dynaamisen systeemin teoriaan, keinotekoiseen neuroverkkotutkimukseen ja satunnaisen häiriön vaikutukseen oppimisprosessissa. Sopiva vaihtelun määrä ja sitä kautta ongelmanratkaisu motoristen taitojen harjoittelussa edistää aivojen neuroverkkojen kehittymistä monipuolisemmiksi, jolloin taitojen oppiminen on todennäköisesti myös pysyvämpää. (Schöllhorn ym. 2009b.)

5.1 Differentiaalioppimisen ja perinteisten menetelmien vertailua

Differentiaalioppimisen mukaan virheet nähdään hyödyllisenä oppimista edistävänä vaihteluna, koska vaihtelun mukanaan tuoman haasteen avulla yksilö oppii todennäköisemmin löytämään juuri itselleen sopivan suoritustekniikan kulloiseenkin tilanteeseen (Schöllhorn ym. 2012). Esimerkiksi jalkapallon syöttötarkkuutta harjoiteltaessa vältetään liikkeen toistamista muuttumattomana. Vaihtelua toistoihin tuo esimerkiksi tukijalan paikan muuttaminen, suoritustempo, syötön voimakkuus ja vaihtelut muiden raajojen asennoissa. (Bozkurt 2018.)

Yksi optimaaliseen suoritustekniikkaan tähtäävän harjoittelun ongelmista on, että ihannesuoritus on yleensä johdettu lajinsa parhaiden urheilijoiden kilpasuoritustekniikoista, eikä tekniikka ole välttämättä optimaalinen kehittyville nuorille urheilijoille tai harrastajille (Schöllhorn ym. 2012). Lisäksi esimerkiksi huipputason keihäänheittäjien kilpailusuoritukset saattavat näyttää keskenään samanlaisilta, mutta suurnopeuskameran avulla on havaittu merkittäviä eroja heittäjien välillä pelkästään viimeisen 200 millisekunnin aikana nivelkulmissa ja raajojen kiihtyvyyksissä. Vaikka kaikkien heittäjien suoritukset olivatkin niin sanotulla biomekaanisella optimialueella, heittäjien tekniikat olivat muodostuneet erilaisiksi esimerkiksi sukupuolen, kansallisuuden ja kehon mittasuhteiden mukaan. Havainnon pohjalta voidaan kyseenalaistaa, onko yleistä optimaalista suoritustekniikkaa ylipäätään olemassa ja onko optimisuorituksen toistaminen harjoituksissa tarkoituksenmukaista, vai kannattaako suoritusta

varioimalla pyrkiä löytämään juuri itselle sopiva tapa käsillä olevan ongelman ratkaisemiseksi. (Schöllhorn & Bauer 1998.)

Differentiaalioppiminen on todettu perinteisiä motorisen oppimisen menetelmiä tehokkaammaksi taidon oppimisen tavaksi esimerkiksi pikaluistelun kiihdytyksessä (Savelsbergh ym. 2010), kuulantyönnössä (Beckmann & Schöllhorn 2006) ja jalkapallon pallonhallinnassa (Bozkurt 2018; Schöllhorn ym. 2012). Serrienin ym. (2018) useita tutkimusasetelmia sisältävässä katsauksessa differentiaaliharjoittelulla saatiin aikaan parempia oppimistuloksia 13:sta tutkimuksessa 14:stä, kun tutkittiin yksittäisiä taitoja (esimerkiksi tennissyöttö, jalkapallon kuljettaminen, laukaus jääkiekossa) tietyistä urheilulajeista. Kaikissa tutkimuksissa differentiaaliharjoittelua verrattiin perinteisiin menetelmiin. Tuloksissa on mukana ainoastaan taidon harjoitteluvaihe, eli taidon kehittyminen intervention aikana alkumittauksesta loppumittaukseen. Ainoastaan neljässä tutkimuksessa 14:stä oli mukana loppumittauksen jälkeinen pysyvyysmittaus, mutta jokaisessa neljässä pysyvyysmittauksen sisältäneessä tutkimuksessa differentiaaliryhmän oppimistulokset olivat perinteisiä ryhmiä parempia. (Serrien ym. 2018.)

Alku- ja pysyvyysmittauksen välinen aika kuvaa taidon oppimista luotettavammin kuin aika alku- ja loppumittauksen välillä, sillä loppu- ja pysyvyysmittauksen välillä taitoa ei enää harjoitella (Schöllhorn ym. 2012). Differentiaaliharjoittelun aikaansaamat paremmat oppimistulokset yksittäisissä urheilutaidoissa tukevat oletusta, jonka mukaan differentiaaliharjoittelun vaihtelu auttaa oppijaa löytämään itselleen ja tilanteeseen parhaiten sopivan liikemallin (Schöllhorn ym. 2006).

5.2 Differentiaalioppisen ja muiden vaihtelevien menetelmien vertailua

Differentiaalioppimisen kaltaisia vaihtelua sisältäviä motorisen oppimisen menetelmiä ovat esimerkiksi vaihteleva harjoittelu (variable practice) ja tilannekohtainen häirintä (contextual interference) (Serrien ym. 2018). Toisin kuin vaihtelevassa harjoittelussa ja tilannekohtaisessa häirinnässä, differentiaalioppimisen mukaan liikkeen optimaalinen suorittaminen on yksilöllistä ja oppimisen ei oleteta olevan tehokkainta toistamalla tiettyä liikettä tai liikkeen osia muuttumattomana (Schöllhorn ym. 2010b). Vaihtelevan harjoittelun ja tilannekohtaisen häirinnän mukaan motoristen toimintojen suorittamiseen on olemassa ihanteellinen malli, kun

differentiaalioppiminen korostaa yksilöllistä, kulloiseenkin tilanteeseen sopivan ratkaisun löytämistä. Lisäksi vaihteleva harjoittelu ja tilannekohtainen häirintä luottavat korjaavaan palautteeseen kohti optimaalista liikemallia, kun differentiaalioppimisen mukaan oppija korjaa suoritusta itselleen sopivampaan suuntaan ilman ulkoista palautetta. (Serrien ym. 2018.) Differentiaalioppimisen mukainen harjoittelu sisältää paljon vaihtelua, koska kahden identtisen motorisen liikkeen olemassaolo on erittäin epätodennäköistä (Schöllhorn 2010).

Differentiaalioppimista menetelmänä on kuitenkin myös kritisoitu samankaltaisuudesta erityisesti aiemmin kehitetyn tilannekohtaisen häirinnän kanssa (Hossner ym. 2016). Tilannekohtaisessa häirinnässä kaksi rinnakkain harjoiteltavaa liikettä (esimerkiksi salibandyn syöttö ja laukominen) tuovat harjoitteluun vaihtelua tehostaen näin oppimista. Tilannekohtaisen häirinnän mukaan kahta (joskus useampaa) taitoa voidaan harjoitella yhdellä harjoituskerralla satunnaisessa järjestyksessä. (Schmidt & Lee 2020, 239–241.) Tällöin menetelmä on lähempänä differentiaalioppimista. Vaikka optimaalinen vaihtelun määrä harjoituksissa riippuukin monesta tekijästä, differentiaaliharjoittelussa on sijaa tilannekohtaista häirintää suuremmalle vaihtelun määrälle (Schöllhorn 2016).

Tilannekohtaisessa häirinnässä vaihtelua tapahtuu pääsääntöisesti enintään neljän liikkeen välillä, kun differentiaaliharjoittelu voi sisältää lukemattoman määrän eri liikevariaatioita (Schöllhorn 2010a). Vaikka menetelmät eroavatkin kirjallisuuden mukaan toisistaan, samankaltaisuuksien takia interventioita saattaa olla hankala toteuttaa siten, ettei esimerkiksi harjoitusjakso sisältäisi elementtejä molemmista menetelmistä. Useissa tutkimuksissa vaihtelun merkitystä korostavia motorisen oppimisen menetelmiä on verrattu perinteisiin menetelmiin, jolloin vaihtelua korostavien menetelmien vertailu keskenään erillisten tutkimusten perusteella on hankalaa muun muassa erilaisten tutkimusasetelmien takia (Schöllhorn 2016).

Differentiaalioppimista on Grayn (2020) tutkimuksessa verrattu vaihtelua korostavista menetelmistä CLA-menetelmään. Alaluvussa 4.2 CLA esiteltiin taidon oppimista taustoittavana teoriana, mutta Grayn (2020) tutkimuksessa mallista johdettiin opetusmenetelmä. Tutkimuksessa CLA eroaa differentiaalioppimisesta lähinnä vaihtelun luonteessa. Vaikka molemmissa menetelmissä harjoittelu sisältää paljon vaihtelua, CLA-harjoittelussa suoritetaan yleensä blokkimenetelmän mukaisesti useita toistoja samalla tyylillä ja samoilla suoritusten reunaehdoilla, differentiaaliharjoittelussa reunaehtoien vaihtuessa ja jokaisen toiston ollessa erilainen (Gray 2020). Esimerkiksi jalkapallon rangaistuspotkua

harjoiteltaessa reunaehdoiksi voitaisiin määrittää laukominen vasemmalla jalalla ja kolmen askeleen vauhdilla, jolloin reunaehdot kaventavat suoritusvariaatioiden määrää. Toisin kuin CLA, differentiaalioppiminen ei määrittele jokaiselle yksilölle päteviä, oppimisen kannalta tärkeimpiä reunaehtoja, vaan korostaa suoritusten yksilöllisyyttä niin aloittelijoilla kuin ammattilaisilla. Molempien menetelmien tavoitteena on kuitenkin auttaa oppijaa löytämään itselleen paras tapa tavoiteliikkeen suorittamiseen ja suorituksen sopeuttamiseen erilaisiin ympäristöihin. (Schöllhorn ym. 2012.)

5.3 Vaihtelu ja satunnaisen häiriön periaate

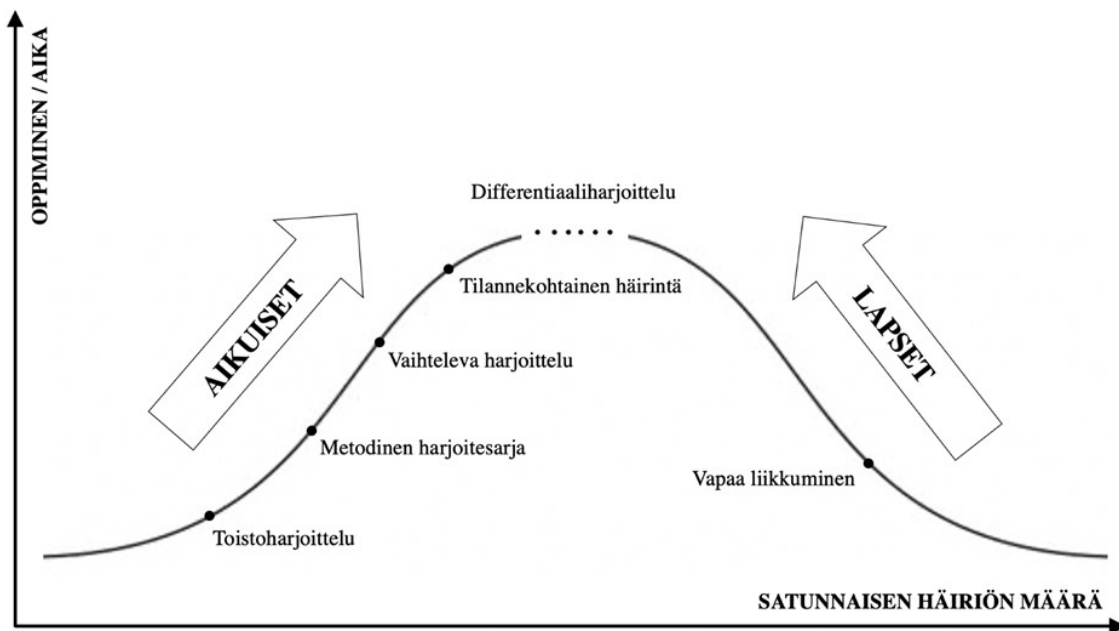
Vaihtelusta käytetään motorisen oppimisen menetelmien yhteydessä myös termiä satunnainen häiriö (stochastic perturbation). Differentiaalioppimisen teorian mukaan taidon oppiminen nopeutuu yksittäisistä liikkeistä saatavien kokemusten kautta. Lisäksi kahden peräkkäisen, toisistaan poikkeavan liikkeen suorittaminen, liikemallien erojen havainnoiminen ja liikkeiden liittäminen toisiinsa tarjoaa differentiaalioppimisen mukaan paremmat edellytykset oppimiselle. (Schöllhorn ym. 2010a).

Motorisessa oppimisessa vaihtelusta puhuttaessa käytetään eri yhteyksissä myös termiä ”noise”, jolla voidaan viitata satunnaiseen, väistämättömään vaihteluun suoritettavien liikkeiden välillä. Tällöin termillä noise tarkoitetaan yksilön sisäistä vaihtelua, johon ei itse voi vaikuttaa. (Schöllhorn ym. 2006.) Sisäisellä vaihtelulla voidaan kuitenkin tarkoittaa myös tarkoituksellista, esimerkiksi valmentajan määrittelemästä suoritustekniikasta johtuvaa vaihtelua (Tassignon ym. 2021). Käsitteiden määrittelemisen ja erottamisen toisistaan on hankalaa erilaisten tulkintojen takia. Tulkintatavasta riippumatta sisäistä vaihtelua voi kuitenkin lisätä lisäämällä tarkoituksellisesti vaihtelua suoritettavaan tehtävään (Schöllhorn ym. 2006).

Differentiaalioppimisen mukaan taidon harjoitteluvaiheen tulisi sisältää paljon vaihtelua muuntelemalla- ja häiritsemällä tavoiteliikettä eri tavoin. Vaihtelun tarkoituksena on kattaa aivojen hermoverkoista mahdollisimman suuri alue, mikä lisää suoritusvarmuutta todellisessa suoritustilanteessa. (Schöllhorn 2009a.) Perinteisten menetelmien mukaan harjoittelemalla hermoverkosta ei muodostu yhtä laajaa kuin vaihtelevan harjoittelun avulla. Vaihtelun merkitystä korostavien menetelmien mukainen harjoittelu johtaa laajempaan hermoverkkojen

kehittymiseen, mutta jos harjoittelu sisältää liikaa vaihtelua, esimerkiksi useita eri liikkeitä yhdessä harjoituksessa, hermoverkot eivät muodostu tiheiksi eivätkä asetu toistensa kanssa päällekkäin. Tämä johtaa heikkoon siirtovaikutukseen ja suoritusvarmuuteen. Differentiaaliharjoittelussa tätä ongelmaa pyritään välttämään kohdistamalla vaihtelu ainoastaan tavoiteliikkeeseen. (Schöllhorn 2009a.)

Differentiaalioppimisessa vaihtelua voidaan toteuttaa esimerkiksi liikkeen rytmin, nopeuden, geometrian, liikkeeseen osallistuvien raajojen, nivelkulmien tai kiihtyvyyden muutoksilla. Vaihtelu voi sisältää liikemalleja, jotka perinteisen harjoittelun mukaan ovat virheellisiä, sekä suorituksia erilaisissa ympäristöissä ja eri välineillä. (Schöllhorn 2010a.) Jos tavoitteena on oppia pituushypyn ponnistamista, vaihtelu voi aluksi kohdistua esimerkiksi viimeisten askelten rytmitykseen ja askelpituuteen siten, että edellinen variaatio ei ole liian kaukana seuraavasta. Myöhemmässä vaiheessa yksi harjoite voi olla esimerkiksi kymmenen vauhtiaskeleen suoritus, jossa hyppy tapahtuu tasajalkaa korokkeen päältä. Kun vaihtelu kohdistuu yhteen liikkeeseen, hermoverkoista muodostuu todennäköisemmin tiheitä, kattavia ja toistensa päälle asettuneita (Schöllhorn 2009a).



KUVA 3. Differentiaalioppimisen näkökulma eri opetusmenetelmien häiriön määrästä suhteessa oppimisen määrään samassa ajassa (mukai ltu Schöllhorn ym. 2009a)

Kuten laajemmin motorisen oppimisen menetelmissä, optimaalinen vaihtelun määrä harjoittelussa on myös differentiaalioppimisen mukaan yksilöllistä. Tämän takia sen

määrittelemisen yleisellä tasolla on hankalaa (Schöllhorn ym. 2012). Kullekin yksilölle optimaaliseen vaihtelun määrään harjoittelussa vaikuttaa erityisesti saavutettu taitotaso. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi harjoituksenaikainen fyysinen uupumus ja tunnetila, sekä persoonallisuustekijät, joten optimaalinen vaihtelun määrä differentiaaliharjoittelussa on tilannesidonnaista (Schöllhorn ym. 2009a). Tulevaisuudessa differentiaalioppimisen tutkimuksessa yksi tärkeimmistä seikoista olisikin saada lisätietoa optimaalisen vaihtelun määrästä ja siihen vaikuttavista tekijöistä, jotta yksilöllisyys voitaisiin harjoittelussa huomioida nykyistä paremmin (Serrien 2018).

Differentiaalioppimisen teorian mukaan suuren vaihtelun ja erilaisten suoritustapojen harjoittelussa on todennäköisempää, että jokainen oppija hyötyy jostain suoritusvariaatiosta. Tällöin yksilöllisyys tulee huomioiduksi myös suuremman ryhmän harjoituksissa. (Schöllhorn 1999.) Jokaisella oppijalla on esimerkiksi kehon mittasuhteista ja harjoitustaustasta johtuvia reunaehtoja oppimiselle, mutta erilaiset oppijat voivat saada erilaisista suoritusvariaatioista itseään hyödyttäviä kokemuksia, joiden avulla suorittaa taitoa tehokkaimmalla tavalla omien reunaehtojensa puitteissa. (Schöllhorn ym. 2006.)

Alaluvussa 4.1 vaihtelun määrän kuvaamiseen harjoittelussa käytettiin yhtenä esimerkkinä jaottelua blokki-, hybridi- ja satunnaisharjoitteluun. Optimaalisen vaihtelun määrän selvittämiseksi myös differentiaaliharjoittelu on osassa tutkimuksista jaettu vähäisemmän vaihtelun differentiaaliblokkiharjoitteluun (differential blocked practice) ja differentiaalisatunnaisharjoitteluun (differential random practice). Molempien menetelmien harjoitukset sisältävät tismalleen samat toistot, mutta differentiaaliblokkiharjoittelussa käydään ensin läpi yhden liikemallin variaatioita, jonka jälkeen siirrytään seuraavaan liikemalliin. Differentiaalisatunnaisharjoittelussa yhden harjoituskerran liikemallien eri variaatioita harjoitellaan satunnaisessa järjestyksessä. (Schöllhorn ym. 2012.)

Sekä differentiaaliblokkiharjoittelun, että differentiaalisatunnaisharjoittelun on todettu edistävän taidonoppimista jalkapallon syöttämisessä, pallonhallinnassa ja laukomisessa perinteiseen harjoitteluun verrattuna, mutta differentiaaliryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Osallistujien lähtötason ollessa todennäköisesti merkittävä tekijä optimaalisen vaihtelun määrittelemisessä on yksilöistä riippuvaista, kehittääkö suuremman vaihtelun differentiaalisatunnaisharjoittelu taitoa pienemmän vaihtelun differentiaaliblokkiharjoittelua tehokkaammin. Yleisesti menetelmästä riippumatta taitotasoa

on helpompi kehittää alemmalta lähtötasolta, kuin jos lähtötaso (alkumittauksen tulos) on jo valmiiksi korkea. (Schöllhorn ym. 2012.)

5.4 Palaute ja yksilöllisyyden huomioiminen

Suorittaessaan tehtävää oppija saa suoritusten aikana sisäistä palautetta. Sisäinen palaute on aistien kautta saatavaa tietoa suorituksesta, jonka avulla suoritusta on mahdollista muuttaa reaaliajassa. (Magill 2017, 86–87.) Esimerkiksi golflyöntiin valmistautuessaan oppija näkee, onko mailan lapa pallon takana ja tuntee, ovatko jalat vakaasti alustassa. Näkö- ja tuntoaistin avulla asentoa on mahdollista korjata paremmaksi.

Ulkoisella palautteella tarkoitetaan yksilön ulkopuolelta tulevaa palautetta suorituksesta. Ulkoista palautetta voi saada esimerkiksi valmentajalta, tuomarilta tai videolta. Ulkoinen palaute jakaantuu edelleen lopputulokseen- (knowledge of results) ja suoritustapaan (knowledge of performance) keskittyvään palautteeseen. (Magill 2017, 332–334.) Golflyönnin jälkeen valmentaja voi kertoa pelaajalle mihin kohtaan kenttää lyönti päätyi, jolloin palaute on lopputulokseen keskittyvää. Valmentaja voi myös antaa näkemyksensä käsien asennosta ja lyönnin rytmistä, jolloin palaute keskittyy suoritustapaan. Ulkoisen palautteen tarkoituksena on motivoida, suunnata tarkkaavaisuuden kohdetta haluttuun suuntaan ja tarjota tietoa onnistuneista ja korjattavista asioista (Schmidt & Lee 2020, 254). Koska differentiaalioppiminen eroaa erityisesti perinteisistä motorisen oppimisen menetelmistä suorituksesta annettavan ulkoisen palautteen osalta, tässä alaluvussa keskitytään lähinnä ulkoiseen palautteeseen (Schöllhorn 2016).

Differentiaalioppimisen mukaan suorituksia ei korjata esimerkiksi valmentajan toimesta palautteen avulla kohti ihanteellista tekniikkaa, vaan oppija ratkaisee käsillä olevan tehtävän omalla tavallaan (Schöllhorn 2016). Vaihtelevia, mutta toisiinsa liittyviä kokonaissuorituksia harjoittelemalla tehtävät pysyvät haastavina, oppija saa jatkuvasti tietoa ja kokemuksia erilaisista ratkaisumalleista ja tilanteeseen sopivan luovan ratkaisun syntyminen on todennäköisempää (Orth ym. 2017). Differentiaaliharjoittelussa ulkoisen palautteen antamista ei varsinaisesti ole kielletty. Ulkoisen palautteen puuttuminen on ennemminkin luonnollinen osa menetelmää. Ulkoisen palautteen antaminen suorituksista saattaisi ohjata oppijaa ratkaisemaan tehtävän tietyllä tavalla ja rajoittaa näin luovaa ja yksilöllistä ongelmanratkaisua, eikä ulkoisen

palautteen antaminen sen takia tavallisesti sisälly differentiaalioppimisen mukaisiin tutkimusasetelmiin. (Schöllhorn 2016.) Virheiden korjaaminen ulkoisen palautteen avulla on myös yksi erottava tekijä muiden vaihtelua korostavien motoristen oppimisten menetelmien ja differentiaalioppimisen välillä (Serrien ym. 2018).

Ulkoisen palautteen aikaansaamat hyödyt ja haitat oppimisen kannalta riippuvat tehtävästä ja yksilöstä huolimatta siitä, mikä motorisen oppimisen menetelmä on käytössä. Ulkoiselle palautteelle on vähemmän tarvetta sellaisissa tehtävissä, joissa yksilö näkee suorituksen lopputuloksen. Jos tavoitteena on osua mailalla pesäpalloon suoraan ilmasta, yksilö tietää välittömästi suorituksen jälkeen onnistuiko hän tavoitteessaan. (Magill 2017, 336–337.) Differentiaaliharjoittelussa ulkoisen palautteen puuttumisen ei sinällään ole todettu edistävän tai heikentävän oppimista, mutta vähäinen ulkoinen palaute tai palautteen puuttuminen todennäköisesti lisää suoritusten välistä vaihtelua ja auttaa oppijaa löytämään oman ratkaisun tilanteeseen. (Schöllhorn 2016.)

5.5 Differentiaaliharjoittelu

Vaikka differentiaali- ja perinteisten menetelmien mukaisella harjoittelulla pyrittäisiinkin samaan lopputulokseen, menetelmien teoriapohjat poikkeavat toisistaan. Perinteisten menetelmien mukaan tavoiteliikettä toistetaan taidon harjoitteluvaiheessa mahdollisimman muuttumattomana. Harjoittelussa vaihtelu ja virheet tulkitaan kyvyttömyydeksi suorittaa taitoa optimaalisen tekniikan mukaan erityisesti harjoittelun alkuvaiheessa. (Schöllhorn ym. 2006.) Differentiaaliharjoittelun mukaan harjoitteluvaiheen tulisi sisältää satunnaistettua häiriötä ja vaihtelua suoritustekniikoissa, jotta tavoiteliikkeen suorittaminen harjoittelun jälkeen olisi mahdollisimman vakaata. (Schöllhorn ym. 2010a.)

Kun tavoitteena on kehittyä tietyssä ajassa esimerkiksi mahdollisimman tarkaksi puttaajaksi golfissa kolmen metrin etäisyydeltä, perinteisen menetelmän mukaan puttaamista toistetaan kolmesta metristä vakioimalla kaikkien kehonosien liikeradat ja harjoittelemalla suoritusta mahdollisimman vähäisellä vaihtelulla. Differentiaaliharjoittelussa taas jokaista suoritusta muokataan hieman edellisestä esimerkiksi liikeratojen, etäisyyden ja välineiden (pallo, maila) osalta oppimisen tehostamiseksi (Mousavi ym. 2021).

5.6 Esimerkkejä ja tuloksia differentiaaliharjoittelusta

Alaluvussa 5.1 esiteltiin lyhyesti differentiaalioppimisen aikaansaamia oppimistuloksia perinteiseen harjoitteluun verrattuna. Seuraavaksi esitellään kaksi eri tutkimusta, jossa differentiaalioppimista verrataan perinteiseen- ja vaihtelun merkitystä korostavaan CLA-harjoitteluun. Esiteltävät tutkimukset havainnollistavat, kuinka haastavaa menetelmien vertailu eri tutkimusasetelmissä on ja minkä takia luotettavien tulosten saaminen on hankalaa.

Gray (2020) vertasi tutkimusasetelmissään differentiaaliharjoittelua, CLA-menetelmää ja perinteistä harjoittelua baseball-lyönnissä. Differentiaaliryhmän harjoitteissa lyöjän etu- ja takajalan asennoissa, sekä mailan alkuasennossa ja vapaan jalan loppuasennossa oli kussakin kolme vaihtoehtoa, joita sekoiteltiin keskenään. Lisäksi syötön nopeus ja korkeus vaihtelivat kolmen vaihtoehdon välillä, jolloin eri muuttujia vaihtelemalla saatiin yhteensä 486 mahdollista liikevariaatiota. CLA-ryhmää ohjattiin kohti haluttua suoritusta mailan ja jalkojen liikerataa ohjaavalla esteellä, sekä asettamalla pallo suoritukseen ajaksi lyöjän hauiksen ja kyynärvarren väliin. CLA-harjoitteissa käytettiin kerrallaan yhtä suoritusta ohjaavaa reunaehto. Perinteisen ryhmän harjoituksissa suorituksia ohjattiin kohti oppikirjamaista suoritustekniikkaa ulkoisen palautteen avulla. Tutkimuksessa neljäkymmentä baseballin miespelaajaa oli jaettu tasaisesti neljään ryhmään, edellä mainittujen kolmen ryhmän lisäksi tutkimuksessa oli myös harjoittelematon kontrolliryhmä. (Gray 2020.)

Grayn (2020) tutkimuksen tuloksissa vertailtiin, kuinka hyvin oikeakätiset lyöjät onnistuvat kääntämään lyöntejään oikealle ja vasenkätiset vasemmalle. Lisäksi katsottiin, päättävätkö tutkittavat lyödä lähelle vartaloa tuleviin syöttöihin. CLA-ryhmä paransi tulostaan sekä kääntölyöntien pisteissä, että päätöksenteossa (päätös olla lyömättä lähelle vartaloa tulevaan syöttöön). Differentiaaliryhmän oppimistulokset olivat parempia ainoastaan kääntölyöntien pisteissä ja perinteinen ryhmä paransi tulostaan ainoastaan päätöksenteossa.

Tuloksia ei voida kuitenkaan yhden tutkimuksen perusteella yleistää, koska intervention differentiaaliharjoittelussa vaihtelua ei todennäköisesti ollut tarpeeksi osallistujien taitotasoon nähden ja aiempien tutkimusten perusteella on syytä olettaa, että ainakin differentiaaliryhmän kehitys olisi jatkunut tutkimusasetelmasta puuttuneeseen pysyvyydestiin. Lisäksi differentiaaliharjoittelun suuri vaihtelu saattoi ohjata tutkittavia lyömään myös hankalampiin,

lähelle vartaloa tuleviin syöttöihin. (Gray 2020.) Tutkimus tukee kuitenkin jo aiemmin todettua oletusta, jonka mukaan vaihtelua sisältävillä opetusmenetelmillä saadaan parempia oppimistuloksia, mutta vaihtelun merkitystä korostavien motorisen oppimisen menetelmien vertailu keskenään on hankalaa.

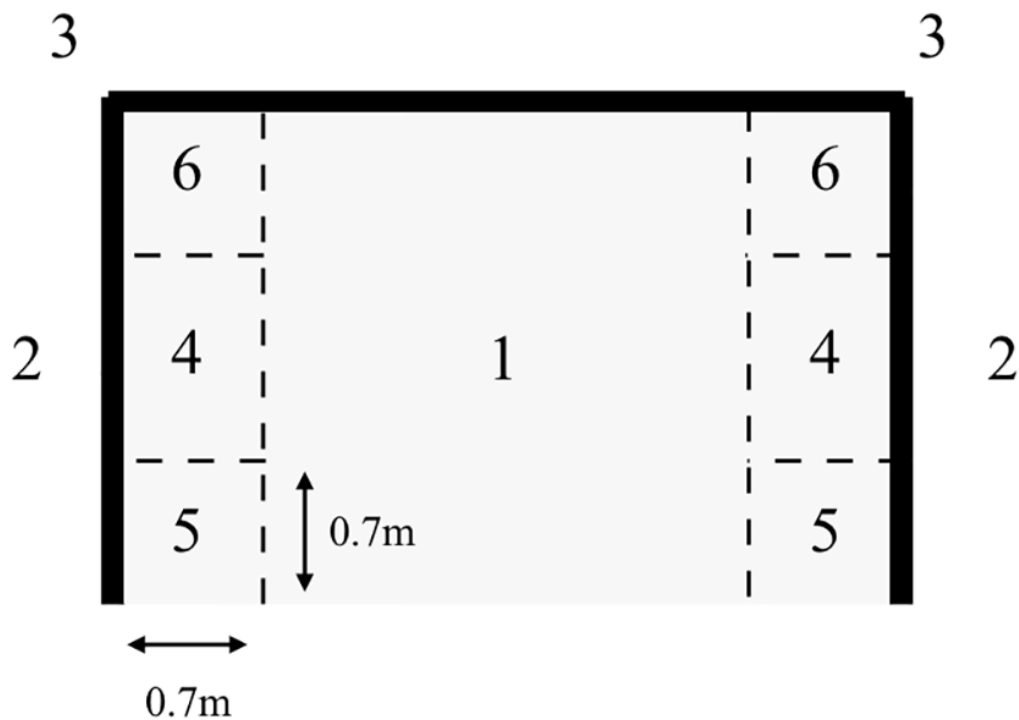
Gaspar ym. (2019) vertasivat differentiaaliharjoittelua perinteiseen harjoitteluun kevennyshypyssä, sekä jalkapallon laukaisuvoimassa ja -tarkkuudessa. Kevennyshypyn suorituskkyä mitattiin, koska parempi tulos kevennyshypyssä olisi todennäköisesti yhteydessä kovempiin laukauksiin. Lisäksi kevennyshypyn parantuminen intervention aikana voisi kertoa differentiaaliharjoittelun aiheuttamista hermostollisista muutoksista suhteessa perinteiseen harjoitteluun. Differentiaaliryhmän harjoitteissa pallolle joko juostiin tai palloa kuljetettiin viiden metrin matka vaihtuvalle laukaisupaikalle. Juoksuun tai kuljetukseen oli lisätty satunnaista vaihtelua esimerkiksi eri kehonosien asentoja muokkaamalla (TAULUKKO 1). Taulukosta 1 käy ilmi, millaisia liikevariaatioiden ääripääät voivat olla ja kuinka paljon ne voivat erota esimerkiksi pelitilanteen suorituksista. Differentiaaliharjoittelu toteutettiin blokkiharjoitteluna, jossa suoritettiin kuusi samantyylistä toistoa yhdessä blokissa. Myös perinteisen ryhmän harjoittelu toteutettiin blokkimenetelmällä siten, että harjoituksissa suoritettiin kuusi toistoa muuttumattomina, jonka jälkeen siirryttiin seuraavaan blokkiin. Molemmille ryhmille tuli yhdessä harjoituksessa kuusi blokkia, eli yhteensä 36 suoritusta. (Gaspar ym. 2019.)

Toisto	Suorituspaikka	Lähestymistapa	Differentiaalimenetelmän mukainen variaatio
1	1	Juosten	Silmälappu silmällä
2	1	Juosten	Kädet ylhäällä
3	1	Juosten	Käsiä eteenpäin pyörittäen
4	1	Juosten	Kädet lantiolla
5	1	Juosten	Kädet sivulle ojennettuna
6	1	Juosten	Kädet suorana alaspäin
7	2	Kuljettaen	Kädet puuskassa
8	2	Kuljettaen	Kädet pään takana
9	2	Kuljettaen	Silmälappu silmällä ja oikea käsi lantiolla
10	2	Kuljettaen	Kädet ojennettuna eteen
11	2	Kuljettaen	Kädet lantiolla lantiota pyörittäen
12	2	Kuljettaen	Kädet selän takan
13	3	Juosten	Taputtaen edessä ja takana
14	3	Juosten	Vasen käsi ylhäällä ja oikea käsi sivulle
15	3	Juosten	Kädet alhaalla lantiota pyörittäen
16	3	Juosten	Pallon potkaisu varpaalla
17	3	Juosten	Yhdellä jalalla hyppien
18	3	Juosten	Kädet ojennettu taaksepäin
19	1	Kuljettaen	Kädet puuskassa
20	1	Kuljettaen	Kädet selän takan
21	1	Kuljettaen	Silmälappu silmällä ja oikea käsi lantiolla
22	1	Kuljettaen	Kädet ojennettuna eteen
23	1	Kuljettaen	Kädet lantiolla lantiota pyörittäen
24	1	Kuljettaen	Kädet selän takana
25	2	Juosten	Taputtaen edessä ja takana
26	2	Juosten	Vasen käsi ylhäällä ja oikea käsi sivulle
27	2	Juosten	Kädet alhaalla lantiota pyörittäen
28	2	Juosten	Pallon potkaisu varpaalla
29	2	Juosten	Yhdellä jalalla hyppien
30	2	Juosten	Kädet ojennettu taaksepäin
31	3	Kuljettaen	Silmälappu silmällä
32	3	Kuljettaen	Kädet ylhäällä
33	3	Kuljettaen	Käsiä eteenpäin pyörittäen
34	3	Kuljettaen	Kädet lantiolla
35	3	Kuljettaen	Kädet sivulle ojennettuna
36	3	Kuljettaen	Kädet suorana alaspäin

TAULUKKO 1. Esimerkki differentiaaliharjoittelusta (36 suoritusta) (Gaspar ym. 2019).

Taidon harjoitteluvaiheessa (alkumittaus-loppumittaus) differentiaaliryhmä paransi hieman kevennyshypyn tulosta ja laukaisuvoimaa suhteessa perinteiseen ryhmään. Tämä saattaa kertoa differentiaaliharjoittelun johtavan tehokkaampaan motoristen yksiköiden aktivaatioon.

Laukaisutarkkuudessa taas perinteinen ryhmä paransi tulostaan hieman differentiaaliryhmään verrattuna. Tarkkuustestissä jalkapallomaali oli jaettu seitsemään osaan kuvan 4 mukaan, jossa tolppien ja yläriman ohi menneistä laukauksista ei saanut pisteitä. Tolppa- ja ylärimaosumasta sai kaksi pistettä ja tolpan ja yläriman risteyskohdan osumasta kolme pistettä. Maaliin päätyneet laukaukset pisteytettiin kuvan 4 mukaan. Vaikka perinteinen ryhmä paransikin laukaisutarkkuustulostaan differentiaaliryhmään verrattuna, differentiaaliryhmä paransi tulostaan perinteiseen ryhmään verrattuna korkeissa, maalin kulmiin kohdistuneissa laukauksissa (kuva 4, pisteet 4 ja 6). Todennäköisesti differentiaaliryhmä valitsi kohteiksi useammin korkean pistemäärän hankalat kohteet, jotka johtivat myös ohilaukauksiin. (Gaspar ym. 2019.)



KUVA 4. Maalilaukausten pisteytys differentiaalioppimisen vaikutuksista jalkapallon potkutarkkuuteen (Gaspar ym. 2019).

Kuten tämän työn salibandytutkimuksessa, myös Gaspar ym. (2019) kehittivät itse mittaukset ja tutkimusasetelman. Tulokset olisivat saattaneet poiketa huomattavasti nykyisistä, mikäli osallistujilla olisi ollut yksi, pienempi kohde laukaisutarkkuudessa ja laukaukset olisi jaettu osumiin (1 piste) ja ohimenneisiin (0 pistettä) (Gaspar ym. 2019). Tutkimus sisälsi ainoastaan kaksi harjoituskertaa molemmille ryhmille, minkä lisäksi tutkimuksessa differentiaaliharjoittelu ei sisältänyt blokkimenetelmän takia välttämättä riittävästi vaihtelua

ottaen huomioon, että myös perinteisen ryhmän harjoittelu sisälsi vaihtelua eri blokkien välillä. Gasparin ym. (2019) tutkimus kertookin osaltaan hankaluudesta verrata differentiaalioppimista ja muita motorisen oppimisen menetelmiä erilaisissa motorisissa taidoissa.

6 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Työn tarkoituksena on tutkia, kuinka differentiaalioppiminen soveltuu opetusmenetelmänä salibandyssa haltuunotto- ja syöttötaidon oppimiseen. Taitojen oppimista arvioidaan ensisijaisesti pysyvyystestillä, jossa verrataan differentiaalioppimisen menetelmin harjoitellutta ryhmää perinteisesti harjoitelleeseen. Harjoittelu differentiaalioppimisen periaatteita noudattaen sisältää paljon vaihtelua, joten toisen ryhmän harjoituksissa esimerkiksi välineet (mailat ja pallot), syöttöetäisyys ja suoritustekniikat vaihtelevat, kun toinen ryhmä harjoittelee yksinkertaistetusti toistamalla haltuunottoa ja syöttöä vähemmällä vaihtelulla.

1. Millaisia oppimistuloksia differentiaalioppimisen avulla saadaan salibandyn haltuunottoon ja syöttöön verrattuna perinteiseen harjoitteluun, jossa vaihtelu on vähäisempää?
2. Kuinka pysyviä oppimistulokset ovat, kun verrataan differentiaalioppimisen periaattein harjoitellutta ryhmää perinteisesti harjoitelleeseen?
3. Tapahtuuko 12–14-vuotiailla salibandynpelaajilla oppimista myös differentiaaliharjoittelun päätyttyä?

Hypoteesit: Voidaan olettaa, että differentiaalioppimisen menetelmin ja perinteisesti harjoitelleen ryhmän välillä alkutestin ja lopputestin välisen kehittymisen välillä ei ole suuria eroja, tai perinteisesti harjoitelleen ryhmän tulokset kehittyvät suhteessa enemmän alkutestin ja lopputestin välillä. Taidon pysyvyyden osalta voidaan olettaa, että differentiaalioppimisryhmällä taidon oppiminen on pysyvämpää perinteisesti harjoitelleeseen ryhmään verrattuna. Lisäksi voidaan olettaa, että differentiaalioppimisryhmällä taidon oppimista tapahtuu myös lopputestin ja pysyvyystestin välillä, mutta perinteisesti harjoitelleella ryhmällä tulokset eivät parane lopputestin ja pysyvyystestin välillä.

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Tutkimuksen rakenteen ja mittausten suunnittelu

Tutkimuksen suunnittelun alkuvaiheessa tarkoituksena oli mitata salibandyn laukaisutaitoa, ja kuinka laukaisutaito kehittyy differentiaalioppimisen keinoin perinteiseen harjoitteluun verrattuna. Pelitilanteessa onnistuneen laukauksen mittari on yleensä maali, joten myös maalivahdin ja muiden kenttäpelaajien toiminnalla on suuri merkitys laukauksen onnistumiseen. Syöttötarkkuus valikoitui testissä mitattavaksi ominaisuudeksi mittausten validiteetin takia. Oletimme siis testin syöttötarkkuuden korreloivan paremmin pelitilanteeseen laukomiseen tai maalintekoon verrattuna.

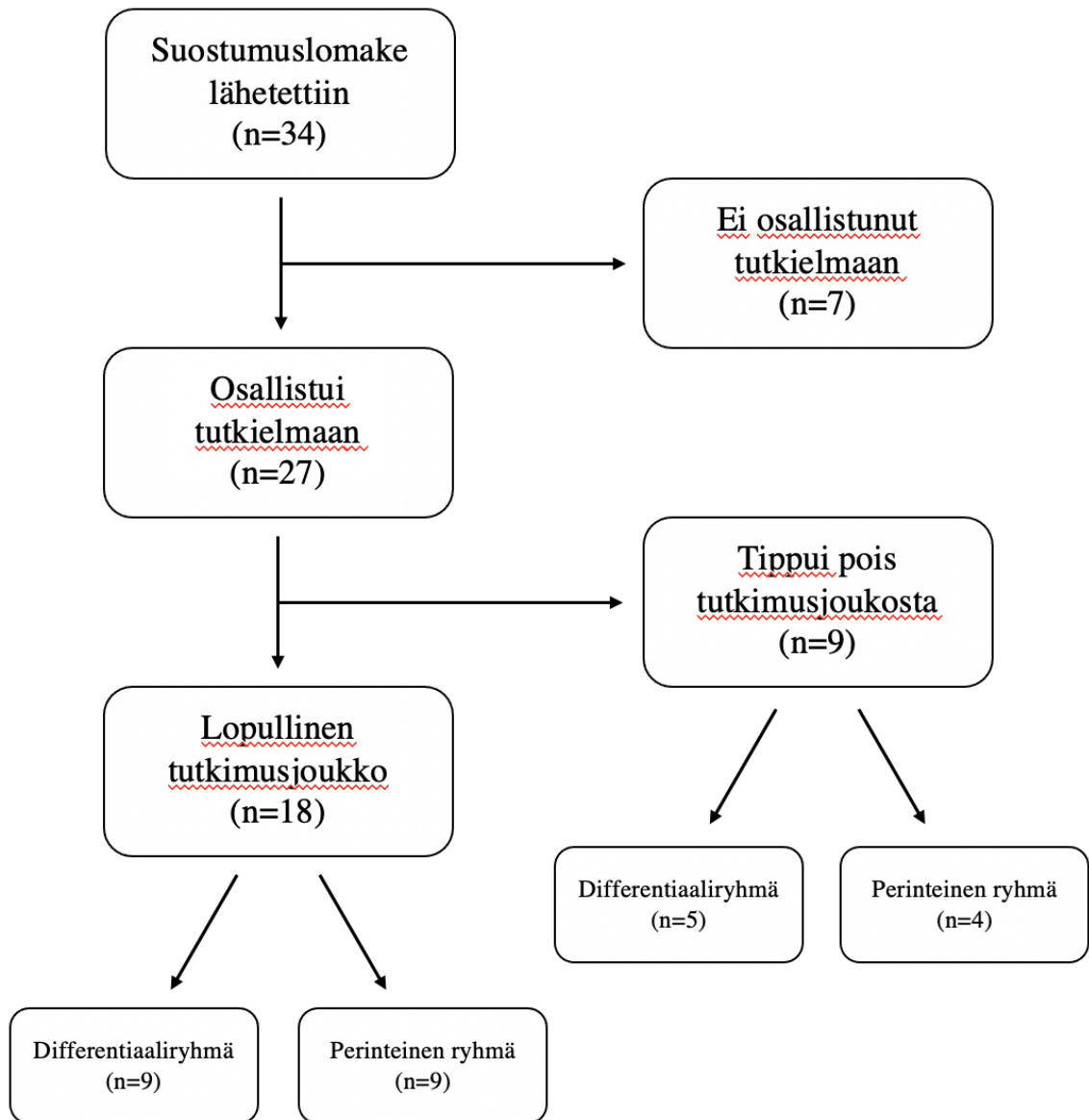
Pomppivan pallon haltuunotolla ja pelaajan liikkumisella tarkoituksena oli lisätä vaihtelua testitilanteeseen mahdollisimman pelinomaisesti siten, että testitilanne olisi mahdollisimman tasapuolinen jokaiselle. Ajatuksena oli mitata sekä haltuunottoa että syöttötaitoa myös, jotta pelaajien väliset taitoerot erottuisivat paremmin pelkkään syöttämiseen verrattuna.

Mittausten suunnittelussa oli hankalaa määritellä, miltä etäisyydeltä maalista syötön tulee lähteä, jotta testi olisi sopivan haastava kohdejoukko huomioiden. Tutkijat testasivat eri etäisyyksiä aluksi salibandyn harrastajien ja ammattipelaajien avulla ja sopivaksi syöttöetäisyydeksi valikoitui noin 6 metriä. Alussa maalina oli kuitenkin pieni, 60 senttimetriä leveä maali. Lisätestauksen jälkeen päädyttiin lisäämään pienen maalin ympärille oikea, 160 senttimetriä leveän salibandymaalin ja kasvattaa syöttöetäisyyttä 9 metriin ja 20 senttimetriin. Tällöin osuma pienempään maaliin tarkoitti erittäin tarkkaa syöttöä ja suuremmasta maalista ohi mennyt syöttö tulkittiin huonoksi syötöksi. Kahden kohteen avulla saatiin myös enemmän eroja pelaajien välille. Molemmat maalit olivat testissä kaadettu siten, että tolpat ja ylärima osoittivat maahan, jotta liian korkeat syötöt eivät osu kohteeseen.

7.2 Kohdejoukko

Tutkimuksen kohdejoukko koostui jyvaskyläläisen salibandyseuran poikien D- ja E-juniorijoukkueista. Kohdejoukko valikoitui tutkijoiden suhteiden ja käytössä olevien resurssien

pohjalta, joten kyseessä oli ei-satunnainen otanta (Metsämuuronen 2011, 62). Koehenkilöiden syntymävuodet olivat 2008–2010 (n=18) ja heillä oli vaihteleva harrastustausta (2–6 vuotta) salibandysta. Kuvassa viisi esitellään kaikki vaiheet suostumuslomakkeen lähetyksestä lähtien lopullisen tutkimusjoukon valikoitumiseen. Suurin syy osallistujien karsiutumiseen oli koronan takia väliin jäänyt yksi mittauskerta (alku- loppu- ja pysyvyysmittaus).



KUVA 5. Tutkimusjoukon valinta ja muutokset tutkimusjakson aikana.

Alkumittaukseen osallistuneiden pelaajien suoritukset pisteytettiin suoritusajan ja osumatarkkuuden perusteella. Molempien joukkueiden pelaajat jaettiin differentiaaliryhmään (n=9) ja perinteiseen ryhmään (n=9) systemaattisen otannan periaatteella siten, että parhaat

pisteet saanut pelaaja kuului differentiaaliryhmään, toiseksi parhaat pisteet saanut pelaaja perinteiseen ryhmään ja niin edelleen (Metsämuuronen 2011, 63). Näin ryhmät olivat kutakuinkin tasavertaiset sekä ikärakenteeltaan että alkumittausten tuloksiltaan intervention alkaessa.

Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja koska kohdejoukko koostui alle 15-vuotiaista, koehenkilöiden huoltajat allekirjoittivat ennen tutkimuksen alkua suostumuslomakkeen (liite 1) tutkimukseen osallistumisesta. Huoltajille selvennettiin lomakkeella esimerkiksi tutkimuksen kesto, kuvattiin mittaustilanteita ja harjoituksia, sekä ilmoitettiin mittaustilanteiden kuvaamisesta videolle ja henkilötietojen käsittelystä.

7.3 Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma oli suunniteltu siten, että mittauskertojen avulla pystyttäisiin havainnoimaan differentiaalioppimisen ja vähemmän vaihtelua sisältävien motoristen taitojen oppimismenetelmien aikaansaamia eroja oppimisessa. Tutkimusasetelmassa pysyvyysmittauksen tulokset kertovat taidon oppimisesta. Differentiaalioppimisen on todettu aikaansaavan pysyvämpiä tuloksia taidon oppimisessa perinteiseen, vähemmän vaihtelua sisältävään harjoitteluun verrattuna (Serrien ym. 2018). Pysyvyysmittaus on useissa tutkimusasetelmissa (esim. Beckmann ym. 2010; Beckmann & Schöllhorn 2006; Schöllhorn ym. 2008; Schöllhorn ym. 2009b) järjestetty 10–30 päivää loppumittauksen jälkeen.

7.4 Interventio

Tutkimuksessa vertailtiin kahden eri interventioryhmän, differentiaaliryhmän ja toistoharjoitteluryhmän oppimistuloksia salibandyn haltuunotossa ja syöttötarkkuudessa. Molemmille ryhmille järjestettiin alku- ja loppumittauksen välissä kuusi hieman toisistaan poikkeavaa harjoituskertaa, kukin kestoltaan 20 minuuttia. Loppumittauksen jälkeen taidonoppimista mitattiin vielä pysyvyysmittauksella. Mittaus- ja harjoituskerrat järjestettiin joukkueiden harjoitusten yhteydessä Palokan liikuntahallissa, Palokan koulun liikuntasalissa ja Vaajakosken liikuntahallissa.

Alkumittaukset. Tutkimuksen alkumittaukset toteutettiin 25.1.2022 Palokan liikuntahallissa ja Palokan koulussa, 27.1.2022 Vaajakosken liikuntahallissa ja 1.2.2022 Palokan liikuntahallissa. Alkumittaukset järjestettiin kolmeen kertaan poissaolojen takia. Mittausten alussa testisuoritus ohjeistettiin koehenkilöille ja jokainen koehenkilö sai yhden harjoituspallon ennen varsinaista testisuoritusta. Koehenkilöiden tehtävänä oli tiputtaa pallo putkesta painamalla maassa olevaa poljinta kädellä, ottaa pomppiva pallo haltuun, kiertää keiloista muodostettu este ja syöttää pallo maaliin mahdollisimman tarkasti. Testisuoritus koostui kymmenen pallon kokonaisuudesta, jolloin koehenkilö liikkui aina syötön jälkeen polkimelle toistamaan edellä kuvattua suoritusta. Testisuoritus alkoi ja päättyi polkimen painallukseen.

Tutkijat mittasivat jokaisen koehenkilön suoritusajan käsiajanotolla ja kirjasivat vihkoon maalien ohi syötetyt pallot, sekä osumat isoon ja pieneen maaliin. Kaikki mittaukset kuvattiin myös Sony HD MC 50 -videokameralla, jotta sekä suoritus aika että syöttötarkkuus voitiin varmistaa videolta jälkikäteen. Jokaisen polkimen painalluksen yhteydessä välähti myös merkkivalo, jotta suoritus aika saatiin mitattua videolta mahdollisimman luotettavasti. Mittauskertojen jälkeen varmistetut tulokset kirjattiin Microsoft Excel -ohjelmaan ja tulosten perusteella tutkimusjoukko jaettiin mahdollisimman tasavertaisesti differentiaaliryhmään ja toistoharjoitteluryhmään harjoitusjaksoa varten.

Harjoitusjakso. Harjoitusjakso ajoittui aikavälille 27.1.2022–17.2.2022 sisältäen kuusi 20 minuutin harjoitusta sekä differentiaali- että toistoharjoitteluryhmälle. Differentiaaliryhmän harjoitukset toteutettiin siten, että harjoitusten suoritukset sisältävät paljon vaihtelua pelaajien taitotaso huomioiden (Schöllhorn ym. 2012). Vaihtelua suoritukseen toivat esimerkiksi erilaisten pallojen käyttö (erilaiset salibandypallot, tennispallot, pehmopallot ym.), ympäristön esteet, sekä erilaiset suoritustekniikat. Differentiaaliryhmän harjoituksissa pelaajat ratkaisivat itse eteen tulevia ongelmia ilman oikeita tai vääriä suoritustekniikoita tai ratkaisumalleja. Vaihtelu pyrittiin kohdistamaan ensisijaisesti haltuunottoon ja syöttämiseen, eikä esimerkiksi havainnointiin. Toistoharjoitteluryhmän harjoituksissa vaihtelun määrä pyrittiin pitämään pienenä ja suoritukset koostuivat enimmäkseen samankaltaisista haltuunotoista ja syötöistä maata pitkin. Harjoituksissa ei kontrolloitu tarkasti toistomääriä ryhmien välillä.

Loppumittaukset suoritettiin harjoitusjakson jälkeen 24.2.2022 Palokan liikuntahallissa ja Palokan koulussa testisuorituksen ollessa sama kuin alkumittauksessa. Alku- ja loppumittauksen väliseksi ajaksi muodostui 23–30 päivää. Loppumittauksen yhteydessä

pelaajia ohjeistettiin välttämään omaehtoista, harjoitusten ulkopuolella tapahtuvaa haltuunoton ja syöttämisen harjoittelua tulosten luotettavuuden parantamiseksi.

Pysyvyysmittaukset suoritettiin 15.3.2022 ja 17.3.2022 Palokan liikuntahallissa ja Palokan koulussa, joten loppu- ja pysyvyysmittauksen välinen aika oli 19–22 päivää. Pysyvyysmittauksen testisuoritus oli sama kuin alku- ja loppumittauksissa. Ensimmäisellä pysyvyysmittauksella testin suoritti 22 koehenkilöä ja poissaolojen takia järjestetyllä jälkimmäisellä kerralla 3 koehenkilöä.

7.5 Tutkimusaineiston analyysi

Tutkimusaineiston tilastolliseen analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics 26.0 ohjelmaa. Ryhmien välisiä tilastollisia eroja tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä ja ryhmän sisäisen kehityksen tilastollista merkitsevyyttä mittauskertojen välillä toistettujen mittausten t-testillä. Harjoittelujakson vaikutusta taidon oppimiseen tarkasteltiin kokonaisajan ja syöttötarkkuuden välisten korrelaatiokertoimien avulla.

7.6 Reliabiliteetti ja validiteetti

Tutkimuksen luotettavuutta määritellään tyypillisesti kahdella eri termillä. Reliabiliteetti ja validiteetti tarkoittavat molemmat luotettavuutta. Reliabiliteetti käsittelee mittauksen toistettavuutta. Reliabeli mittari tuottaa samasta ilmiöstä samanlaisia tuloksia, eli vaihtelu tuloksissa mittausten välillä on pientä. Puolestaan validiteetin tarkoituksena on määrittää se, miten hyvin mittari mittaa juuri haluttua ilmiötä. Validiteetti jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Ulkoinen validiteetti tarkoittaa mittauksen yleistettävyyttä, eli sitä kuinka yleistettävää tutkimuksen tulos on. Sisäinen validiteetti jakautuu edelleen kolmeen osatekijään: sisällön validiteetti, rakennevaliditeetti ja kriteerivaliditeetti. (Metsämuuronen 2011, 125–132.)

Sisällön validiteetti tarkastelee tutkimuksen sisäisiä käsitteitä, ja sitä ovatko ne teorian mukaisia. Tärkeää on myös selvittää kattaako käsitteet ilmiön riittävän laaja alaisesti. Rakennevaliditeetti menee sisällön validiteettia syvemmälle. Rakennevaliditeettiä on mahdollista tarkastella matemaattisten kaavojen avulla, mikäli ilmiö noudattaa tiettyä mallia ja teoriaa.

Tiettyjen matemaattisten kaavojen avulla voidaan varmistua siitä, että mitatut havainnot muuttuvat täysin taustalla olevan teorian mukaan. On olemassa myös toisenlaisia kaavoja, joiden tarkoituksena on löytää mitattujen havaintojen korrelointi tai korreloimattomuus taustalla oleviin teorioihin. Kriteerivaliditeetti tarkoittaa sitä, kun mittaustulosta verrataan, johonkin toiseen arvoon, joka toimii kriteerinä validiteuten. (Metsämuuronen 2011, 125–132.)

Tutkimuksen interventio kehitettiin aikaisempien samansuuntaisten aiheiden interventioita (esim. Beckmann ym. 2010; Hossner ym. 2016; Schöllhorn 2010) mukailleen. Salibandysta tehtyjä vastaavanlaisia interventioita ei ollut tutkijoiden tiedossa, minkä lisäksi haasteena oli sisällyttää testitilanteeseen sopivasti ”vakioitua vaihtelua”, jotta testisuoritus olisi lähempänä pelitilannetta. Haltuunoton mittaamiseen käytettiin suorituksen kokonaisaika, koska onnistuneen haltuunoton määrällinen mittaaminen olisi muutoin ollut hankalaa. Osumatarkkuutta mitattiin laskemalla videotallenteesta ohi menneet syötöt, osumat isoon maaliin ja osumat ison maalin sisässä olevaan pienempään maaliin. Aika ja osumatarkkuus valittiin suorituksesta mitattaviksi reliabiliteetin parantamiseksi ja reliabiliteettia lisäsi myös tulosten tarkastaminen videolta. Tutkijoilla käytössä olleen laitteiston avulla tutkimusasetelma on myös helposti toistettavissa.

Tutkimuksen sisäistä validiteettia pyrittiin parantamaan pitämällä koehenkilöiden suorituksen aikainen liikkuminen ja suoritus aika mahdollisimman pieninä, jotta kuntotekijät eivät nousisi liian suureen rooliin haltuunottoon ja syöttämiseen nähden. Vaikka toisaalta kahden joukkueen pelaajien mukanaolo nostaa otoskoon myötä ulkoista validiteettia, samalla joukkueiden erot harjoitus- ja testipaikoissa heikentävät sisäistä validiteettia. Käytössä olevien resurssien takia mittauksiin ja interventioon oli kuitenkin käytettävä joukkueiden harjoitusvuoroja ja niille määriteltyjä paikkoja. Sisäistä validiteettia heikentävät myös mahdollinen intervention aikainen koehenkilöiden harjoittelu, jota ei pystytty kontrolloimaan, sekä aiemmin mainitut eroavaisuudet joidenkin koehenkilöiden osalta mittauskertojen välisissä ajoissa. Kaikkiaan kuusi koehenkilöä suoritti alku- tai pysyvyysmittauksia ylimääräisillä kerroilla, jolloin alku- ja pysyvyysmittauksen väliseksi ajaksi muodostui koko tutkimusjoukolla 42–51 päivää. Sisäistä validiteettia lisää testien vakiointi ohjeistusten, suorituspaikkojen (esimerkiksi etäisyydet) ja suoritusvälineiden osalta.

Tutkimuksessa otoskoko oli pieni (n=18) ja tutkittaville tuli vaihteleva määrä poissaoloja intervention aikaisista harjoituksista. Tämä heikensi ulkoista validiteettia, eikä tutkimustuloksia

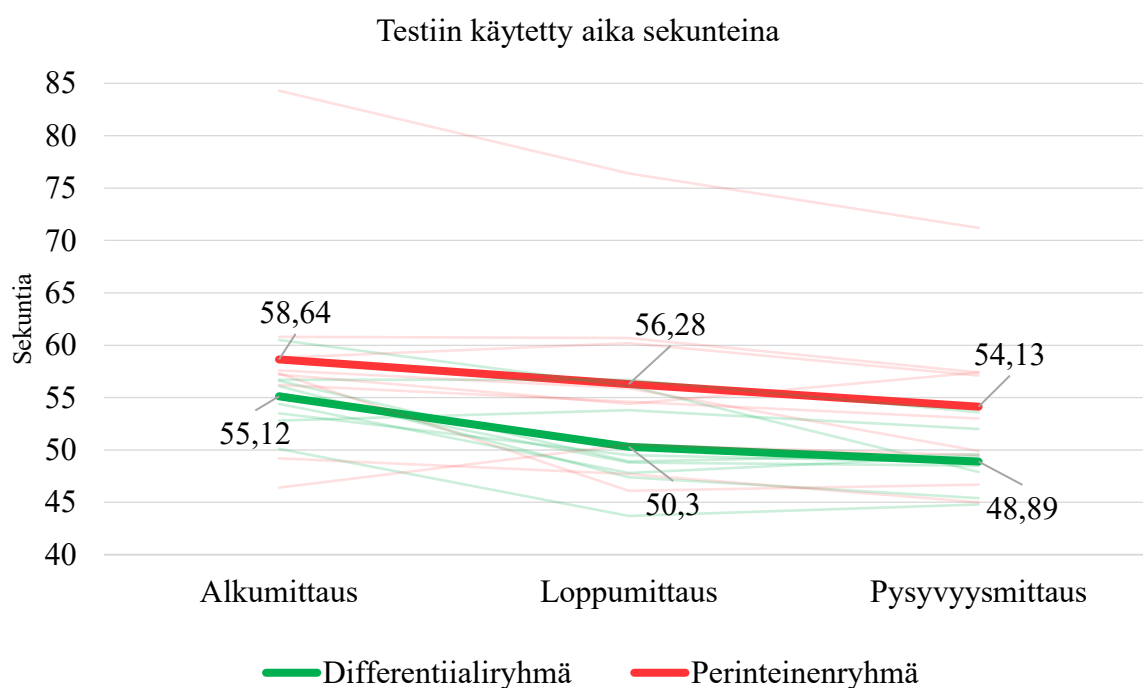
voida yleistää. Vastaavanlaisissa, differentiaalioppimista ja perinteisempää toistoharjoittelua keskenään vertaavissa tutkimusasetelmissä (esim. Bozkurt 2018; Reynoso ym. 2013; Schöllhorn ym. 2006) otoskoko on kuitenkin yleisestikin 12–40 tutkittavan välillä. Ulkoista validiteettia heikensi myös tutkittavien vaihteleva harjoitustausta, joskin harjoitustaustan vaikutusta pyrittiin vähentämään jakamalla tutkittavat alkumittausten tulosten perusteella mahdollisimman tasaisiin interventioryhmiin.

8 TULOKSET

8.1 Harjoittelun vaikutus suoritusajaan

Tutkielman alkumittauksissa differentiaaliryhmän kokonaisajan keskiarvo oli 3,52 sekuntia vähemmän kuin perinteisen ryhmän. Ero ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,177$). Harjoittelujakson jälkeen differentiaaliryhmä pysyi perinteistä ryhmää nopeampana, kasvattaen eroa. Ryhmien välinen ero muuttui tilastollisesti merkitseväksi loppumittauksissa ($p=0,47$) ja pysyi tilastollisesti merkitsevänä pysyvyysmittauksissa ($p=0,040$). Tutkimusjakson aikana differentiaaliryhmän aika parani siis tilastollisesti merkitsevästi verrattessa perinteiseen ryhmään.

Tarkasteltaessa ajan kehitystä molempien ryhmien sisällä havaitaan, että molempien ryhmien testiin käyttämä aika parani tilastollisesti merkitsevästi tutkimusjakson aikana (perinteinen ryhmä $p=0,015$ ja differentiaaliryhmä $p<0,001$). Testiin käytetty aika laski siis molemmilla ryhmillä tilastollisesti merkitsevästi. Keskiarvot ajan kehityksestä ryhmien välillä on havainnollistettu kuvassa 1. Paksut viivat kuvaavat ryhmän keskiarvoa ja himmeämmät viivat kuvaavat yksilöllistä hajontaa ryhmien sisällä.



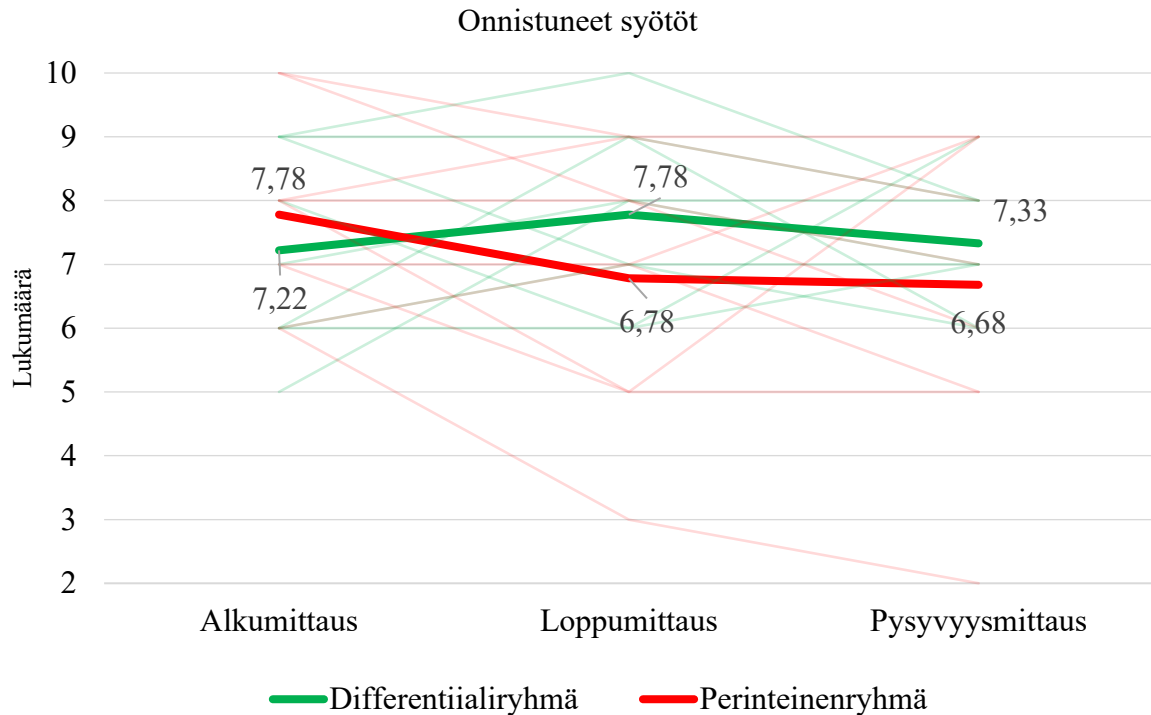
KUVA 4. Ryhmien keskiarvo ajat tutkielman alku- loppu- ja pysyvyysmittauksissa.

Yksilöllisiä ajan kehityksiä tarkastellessa havaitaan, että differentiaaliryhmän (9) koehenkilöistä kaikki paransivat aikaa alkumittauksesta pysyvyysmittaukseen. Perinteisen ryhmän (9) koehenkilöstä puolestaan seitsemän paransi aikaa alku- ja pysyvyysmittauksen välillä.

Alkumittauksissa differentiaaliryhmän ajan keskihajonta oli 2,92 sekuntia ja perinteisen ryhmän ajan keskihajonta oli 10,68 sekuntia. Keskihajonnat pienenevät molemmilla ryhmillä pysyvyysmittauksissa. Pysyvyysmittauksissa differentiaaliryhmän ajan keskihajonta oli 2,80 sekuntia ja perinteisen ryhmän keskihajonta oli 7,91 sekuntia.

8.2 Harjoittelun vaikutus syöttötarkkuuteen

Tutkielman alkumittauksissa differentiaaliryhmän syötöt olivat hieman epätarkempia. Differentiaaliryhmän onnistuneiden syöttöjen keskiarvo oli 7,22. Puolestaan perinteisellä ryhmällä keskiarvo oli 7,78 onnistunutta syöttöä. Onnistuneeksi syötöksi luettiin kaikki syötöt, jotka menivät joko isoon tai pieneen maaliin. Harjoittelujakson jälkeen loppumittauksissa differentiaaliryhmän syötöt olivat kehittyneet, kun puolestaan perinteisen ryhmän syöttötarkkuus oli huonontunut. Loppumittauksissa differentiaaliryhmä oli ohittanut perinteisen ryhmän syöttötarkkuudessa. Molempien ryhmien tulos heikentyi pysyvyysmittauksiin. Pysyvyysmittauksissa differentiaaliryhmän onnistuneiden syöttöjen keskiarvo oli 7,33 ja perinteisellä ryhmällä 6,67. Differentiaaliryhmän syöttötarkkuus parani tutkimusjakson aikana, kun puolestaan perinteisenryhmän syöttötarkkuus huonontui jokaisella mittauskerralla. Ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä millään mittauskerralla. Myöskään differentiaaliryhmän kehitys tai perinteisen ryhmän heikentyminen ei ollut tilastollisesti merkitsevä millään mittauskerralla. Onnistuneiden syöttöjen kehitystä on havainnollistettu kuvassa 2.



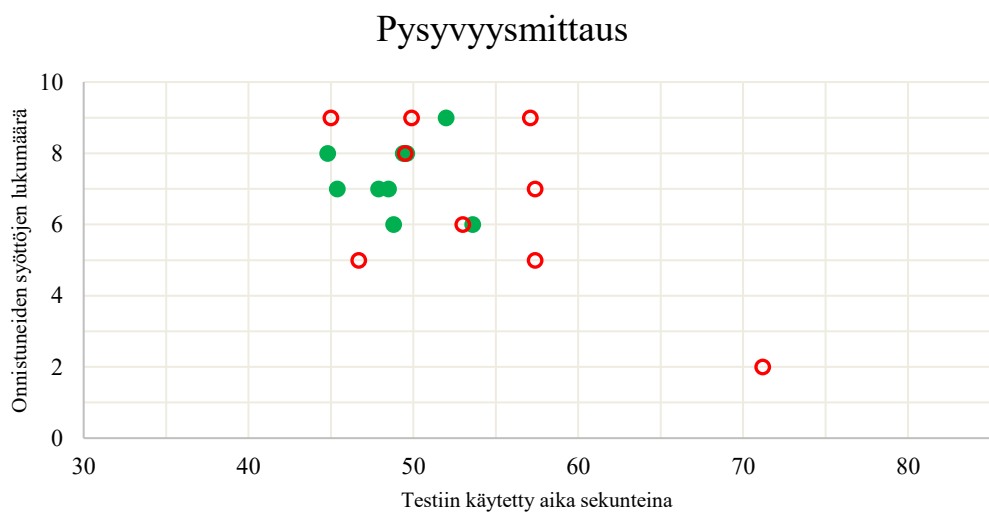
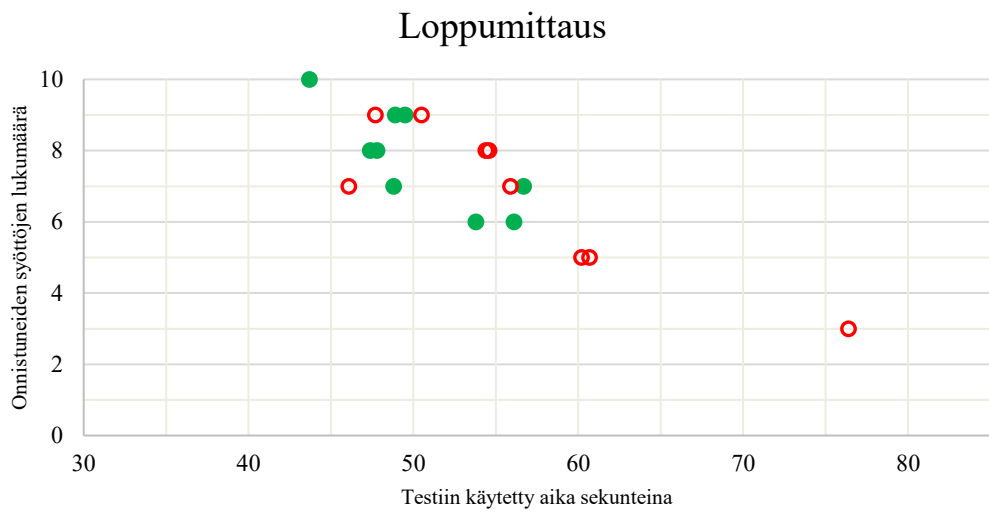
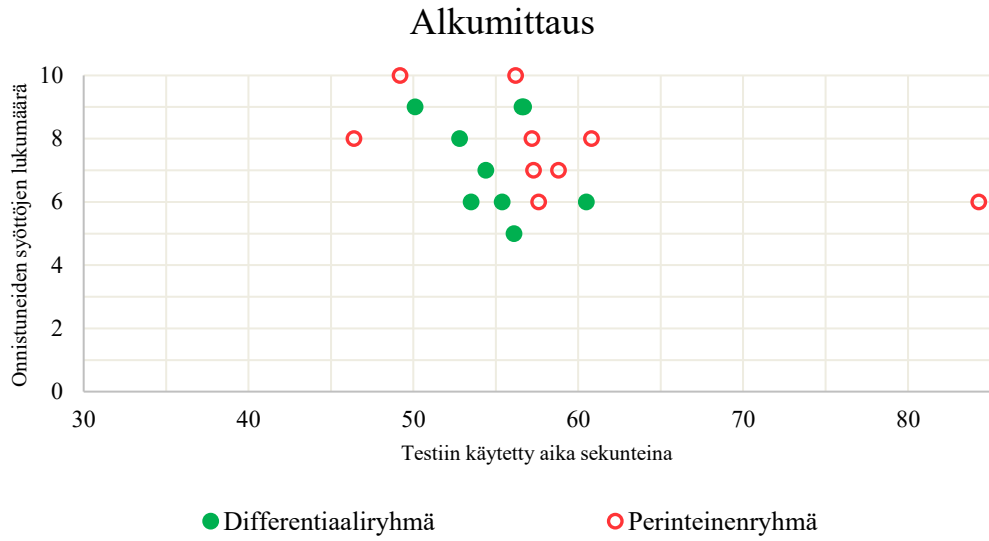
KUVA 5. Ryhmien onnistuneiden syöttöjen keskiarvot tutkielman alku- loppu- ja pysyvyysmittauksissa.

Yksilöllistä syöttötarkkuuden kehitystä tarkasteltaessa havaitaan, että differentiaaliryhmän (9) koehenkilöstä viisi paransi onnistuneiden syöttöjen määrää. Puolestaan perinteisen ryhmän (9) koehenkilöstä ainoastaan kaksi kykeni parantamaan onnistuneiden syöttöjen määrää.

8.3 Harjoittelun vaikutus kokonaissuoritukseen

Ryhmien kokonaisvaltaista kehitystä voidaan tarkastella korrelaatioiden avulla. Korreloiko ajan muutos syöttötarkkuuden muutoksen kanssa? Parhaassa tapauksessa ajan kehitys korreloisi syöttötarkkuuden kehityksen kanssa. Differentiaaliryhmässä ei ole havaittavissa, mitään tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ajan kehityksen ja syöttötarkkuuden kehityksen välillä. Puolestaan perinteisellä ryhmällä havaitaan tilastollisesti merkitsevä korrelaatio pysyvyysmittauksissa ohimenneiden syöttöjen ja ajan kanssa ($p=0,050$). Perinteisenryhmän ajan parantuessa voidaan siis olettaa, että syöttötarkkuus heikkenee. Vertailuna samoilla muuttujilla differentiaaliryhmän korrelaation merkitsevyys on ainoastaan ($p=0,885$) eli korrelaatiota ei ole.

Harjoitteluryhmien kehitystä voidaan havainnollistaa sirontakuvion avulla. Kuvassa ylhäällä olevat pisteet ovat säilyttäneet hyvän osumatarkkuuden testissä ja puolestaan vasemmassa reunassa olevat pisteet ovat suorittaneet radan nopeasti. X-akseli kuvaa testiin käytettyä aikaa ja y-akseli onnistuneiden syöttöjen määrää. Tavoiteltu paikka pisteille olisi siis vasemmalla mahdollisimman ylhäällä. Ryhmän yhtäläistä kehitystä voidaan myös tarkastella kuvion avulla. Ryppään pienentyessä ryhmän sisäiset erot pienenevät ja kaikki osallistujat ovat kehittyneet tasaisesti. Ryppään kasvaessa koehenkilöiden kehitys ei ole ollut tasaista. Ihanteellisessa tilanteessa koko ryhmän rypäs olisi pienentynyt ja siirtynyt kohti vasenta yläkulmaa.



KUVA 8. Molempien harjoitteluryhmien jokaisen osallistuja yksilöllinen suoritus alku-, loppu- ja pysyvyyssmittauksissa.

9 POHDINTA

Tämän tutkielman tavoitteena oli verrata miten differentiaalioppiminen ja perinteinen toistoihin perustuva taidon opetus vaikuttaa salibandyn haltuunoton ja syötön oppimistuloksiin. Tutkielmassa mitattiin sekä taitojen kehittymistä että pysyvyyttä. Koska mielenkiinnon kohteena oli oppimistulokset, pääpainona oli alkutilanteen vertaaminen pysyvyyssmittausten tuloksiin, sillä oppimisen kannalta keskeistä on tarkastella juuri taidon pysyvyyttä, eikä yksittäistä suorituskyvyn kasvua (Schmidt & Lee 2020, 16).

9.1 Oppimisen tehokkuus

Oppimisen tehokkuutta arvioitiin alku- loppu- ja pysyvyytestien avulla. Aiemman tutkimustiedon pohjalta oletettiin, että differentiaalioppimisen avulla saavutetaan enemmän kehitystä ja oppiminen on pysyvämpää. (Beckmann & Schöllhorn 2006; Gaspar ym. 2019; Serrien ym. 2018; Schöllhorn ym. 2006; Schöllhorn ym. 2010a; Schöllhorn ym. 2012.)

Tulokset osoittavat, että molempien ryhmien testiaika parani, mutta differentiaaliryhmä paransi aikaa merkitsevästi enemmän. Kuitenkin ainoastaan differentiaaliryhmä onnistui parantamaan myös syöttötarkkuutta. Perinteisen ryhmän syöttötarkkuus puolestaan heikentyi jokaisella mittauskerralla. Aiempiin tutkimuksiin verratessa, tämän tutkielman tulokset ovat hyvin samankaltaisia. Serrienin ym. (2018) katsauksessa differentiaaliharjoittelun avulla saatiin parempia oppimistuloksia 13:sta tutkimuksessa 14:stä verrattaessa perinteisiin menetelmiin, kun tarkastelussa oli yhden taidon kehitys. Ainoastaan neljässä tutkimuksessa 14:stä oli mukana pysyvyyssmittaus. Kuten tässäkin tutkielmassa jokaisessa neljässä tutkimuksessa differentiaaliryhmä säilytti paremman suoritustason pysyvyyssmittauksissa. Tässä tutkielmassa tarkasteltiin haltuunoton ja syöttämisen kehitystä pelinomaisessa testissä, eli kyseessä oli kahden erillisen taidon yhdistäminen yhdeksi suoritukseksi, joten asetelma on hieman erilainen, mutta taitojen oppimisen ja pysyvyyden kannalta tulokset olivat hyvin samankaltaisia.

Testiajan parannusta voidaan selittää myös itse testisuorituksen kehittymisellä ilman, että oppimista on tapahtunut. Tätä näkökulmaa tukee se, että jokaisella mittauskerralla molempien ryhmien ajan keskiarvo parani edellisestä. Puolestaan taidon oppimisen näkökulmasta differentiaaliryhmän voidaan ajatella oppineen jotain, sillä se pystyi parantamaan aikaa 6,2

sekuntia, mutta myös nostamaan syöttötarkkuutta. Perinteisen ryhmän syöttötaidon voidaan ajatella pysyneen lähes ennallaan, sillä vauhdin kiihtyessä syöttötarkkuus kärsi. Syöttötarkkuuden huonontuminen korreloi vauhdin lisääntymisen kanssa.

Tuloksien luetettavuutta olisi voinut parantaa suorittamalla kaikki mittaukset kaksi kertaa peräkkäin ja laskea tästä keskiarvosuoritus ajallisesti ja syöttötarkkuuden osalta. Tällä tavalla yksilöllinen vaihtelu olisi ollut pienempää ja testisuorituksessa kehittyminen olisi vähentänyt merkitystä. Kahden peräkkäisen mittauksen perusteella olisi voitu arvioida mittausten sisäistä yhtenevyyttä. (Metsämuuronen 2011, 76.) Resursseista johtuen tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista toteuttaa.

9.2 Tutkielman vahvuudet

Tutkielman vahvuuksina voidaan pitää molempien tutkijoiden osallistumista jokaiselle harjoitus- ja mittauskerralle. Vuorovaikutus koehenkilöiden kanssa kehittyi ja tutkijat kykenivät suunnittelemaan yksilöllisesti sopivia harjoitteita molemmille ryhmille sekä antamaan yksilöllistä ohjausta. Molemmat ryhmät kävivät myös yhtä paljon harjoituksissa, jolloin harjoittelu määrä oli ajallisesti sama molemmilla ryhmillä.

Joissain aiemmissa differentiaalioppimista käsittelevissä tutkimuksissa on rajattu toistomäärät selkeästi molempien ryhmien kesken siten, että esimerkiksi yhdellä harjoituskerralla molemmat ryhmät suorittavat 50 toistoa. (Gaspar ym. 2019; Serrien ym. 2018.) Tässä tutkielmassa rajaava tekijä oli aika. Vahvuutena oli harjoitusten suuntaaminen todelliseen palloilu-ympäristöön, jossa joukkueen toimintaa rajoittava tekijä on usein aika. Tässä tutkielmassa käytetyt harjoitteet ovat sellaisenaan mahdollista sisällyttää salibandy treeneihin (LIITE 2). Ryhmien väliset toistomäärät saattoivat olla täysin erilaiset, sillä perinteinen tapa mahdollistaa samassa ajassa suuremman määrän toistoja. Tämä menettely voi tasoittaa opetusmenetelmien avulla saavutettuja oppimistuloksia.

Yhtenä vahvuutena voidaan nähdä mittauksen lajinomaisuus. Mittaustilanne suunniteltiin siten, että yksi suoritus kestää keskimäärin yhden vaihdon verran noin 40–50 sekuntia. Tällä pyrittiin siihen, ettei fysiologinen väsymys vaikuta suoritukseen merkittävästi. Verratessa kaikkien suorittajien ensimmäistä ja viimeistä viittä suoritusta huomataan, ettei suoritusten välillä ole

juurikaan eroa. Tarkkuutta voidaan tarkastella antamalla pieneen maaliin osuneelle syötölle arvoksi 2, isoon maaliin osuneelle syötölle arvo 1 ja ohi menneelle syötölle 0. Näillä arvoilla ensimmäisen viiden syötön keskiarvo tulos oli 5,45 ja viimeisen viiden keskiarvo 5,42. Tästä voidaan päätellä, ettei syötön tarkkuus heikentynyt merkittävästi suorituksen loppua kohden. Fysiologisen väsymyksen merkitys syötön tarkkuuteen oli siten luultavasti pieni. Mittaukset olivat yleisesti yksi tutkimuksen vahvuuksista, koska tuloksia saatiin nimenomaan halutuista ominaisuuksista.

9.3 Tutkielman rajoitukset

Tutkimusasetelmassa oli tekijöitä, jotka rajoittavat tulosten yleistettävyyttä ja tekevät vertailun samankaltaisiinkin tutkimusasetelmiin hankalaksi. Resursseista johtuen mittaukset ja intervention aikaiset harjoitukset järjestettiin kolmessa eri paikassa, joten erilaisilla ympäristöillä saattoi olla vaikutusta tuloksiin. Tutkimusasetelmassa ei myöskään pystytty vakioimaan koehenkilöiden valmistautumista mittauksiin, vaan osallistujat tekivät testit erilaisista lähtökohdista. Mittaukset suoritettiin kello 16.15–20.00 välillä ja koehenkilöillä saattoi olla takana esimerkiksi useamman tunnin liikuntapäivä, tai muuta koulupäivästä ja muista harrastuksista riippuvaista toimintaa. Koehenkilöiden harjoittelua vapaa-ajalla ei myöskään kyetty estämään eettisistä syistä ja sillä saattoi olla vaikutusta mittauksiloksiin.

Tutkielman harjoitusjakso toteutettiin alkukevällä 2022, jolloin molemmilla tutkielmaan osallistuvilla joukkueilla oli käytössään koronarajoituksia ja käytänteitä. Tästä johtuen sairaspoissaoloja ja varotoimenpiteitä oli paljon tutkimusjakson aikana. Ennestään pieni harjoitusmäärä väheni poissaolojen takia merkittävästi. Tätä pyrittiin korvaamaan useilla ylimääräisillä mittausmahdollisuuksilla, mutta harjoituksia ei ollut resurssien takia mahdollista toistaa poissaoleville pelaajilla.

Rajoitteita tutkielmaan asetti tutkijoiden tietämättömyys koehenkilöiden lähtötasosta. Sopivaa vaihtelun määrää differentiaaliharjoitteisiin oli haastavaa löytää ensimmäisiin harjoituksiin. Myös suuret taitotasoerot aiheuttivat haasteita ja harjoitteet suunniteltiin ”keskivertopelaajan” mukaan. Myös perinteisen ryhmän harjoitteet sisälsivät hieman vaihtelua. Esimerkiksi pelaajien syötöissä palloa toisilleen syötöt olivat joka kerta hieman erilaisia, jolloin haltuunotto tuli

suorittaa erilaisilla tekniikoilla. Vaihtelun määrä oli mahdollisesti vielä suurempaa alemman taitotason pelaajilla ja saattoi osalle pelaajista olla lähellä ihanteellista.

Yleistettävyyttä rajoittava tekijä oli myös interventioryhmien harjoitusten toteuttaminen. Differentiaaliryhmän harjoitukset pystyttiin viemään läpi suunnitellusti siten, että ryhmä toteutti annettua tehtävää tarkoituksenmukaisesti. Perinteisen ryhmän harjoitusten aikana ilmeni kuitenkin useammalla harjoituskerralla häiriökäyttäytymistä, jolloin osa ryhmän jäsenistä ei suorittanut annettua tehtävää vaaditulla intensiteetillä. Tutkijoiden havaintojen ja tutkittavilta saadun suullisen palautteen mukaan häiriökäyttäytyminen johtui pääasiassa liian yksinkertaisista tehtävistä, kuten paikaltaan kämmensyötön syöttämisestä paikallaan olevalle parille. Kun suorittajat kokevat harjoitteet liian yksinkertaiseksi keskittyminen ei pysy riittäväällä tasolla edes helposta tehtävästä suoriutumiseen ja harjoitusten laatu kärsii (Magill 2017, 395). Häiriökäyttäytymistä pyrittiin ehkäisemään perustelemalla harjoitteita ja motivoimalla tutkimusjoukkoa, mutta myös muuttamalla harjoitteita mielekkäämmiksi esimerkiksi kilpailujen avulla. Olisikin mielenkiintoista toteuttaa sama tutkimus esimerkiksi aikuisten harrastesalibandyjoukkueella, jolloin tulokset olisivat oletettavasti luotettavampi

9.4 Johtopäätökset

Tutkielman perusteella differentiaalioppimisen avulla saadaan pysyviä ja tehokkaita oppimistuloksia harjoiteltaessa salibandyn syöttöä ja haltuunottoa. 12–14-vuotiaat salibandyn pelaajat kehittyivät differentiaalioppimisen avulla enemmän kuin perinteisen toistoihin perustuvan menetelmän avulla. Tulokset eivät ole kuitenkaan yleistettävissä muun muassa pienen otoskoon takia. Kirjallisuuden perusteella liikuntataitoja opetettaessa kannattaa suosia vaihtelua sisältäviä menetelmiä perinteisen toistoharjoittelun sijaan (Lin ym. 2010). Yksi differentiaalioppimisen vahvuuksista on yksilöllisyyden huomioiminen ja oppijan mahdollisuus löytää itsellensä sopiva suoritustekniikka lukuisten variaatioiden joukosta (Schöllhorn ym. 2009b). Esimerkiksi koulun liikuntatunnilla parin kanssa palloa syötellessä opettaja voi ohjeistaa oppilaita syöttämään ja ottamaan pallon haltuun joka kerta eri tavalla. Vaikka harjoittelu ei tällöin toteudukaan täysin differentiaalioppimisen mukaisesti, tällä tavoin vaihtelua voi sisällyttää suuremmankin ryhmän harjoitteluun. Edellä mainittu tekniikka mukailee Schmidtin ja Leen (2020) satunnaishybridiharjoittelua. Kuitenkin täysin kokematon oppilas saa jo perinteisissä drilleissä suuren määrän vaihtelua, eikä optimaalisen vaihtelun

määrää ole mahdollista määrittää yksilöllisesti. Harjoittelun alkuvaiheessa perinteinen drilliharjoittelu voi olla taidon oppimisen kannalta tehokkainta.

Motoristen taitojen opettamisessa ja harjoittelussa tulee huomioida monia seikkoja. Vaikka harjoitteet olisivatkin valmentajan mielestä tehokkaita taidon oppimisen näkökulmasta, myös hauskuus ja onnistumisen kokemukset ovat olennainen osa harjoittelua. Differentiaaliharjoittelussa valmentajan tulee osata sisällyttää harjoitteluun sopiva määrä vaihtelua ryhmä huomioiden, jotta suoritukset ovat riittävän haastavia kehittymisen kannalta, mutta tarjoavat toisaalta myös onnistumisia. Tämän tutkimuksen perusteella oppijoiden riittävä haastaminen ja onnistumisen kokemukset ovat tärkeitä erityisesti nuorilla liikkujilla. Etenkin suurta ryhmää opettaessa motorisen oppimisen menetelmiä kannattaa todennäköisesti käyttää monipuolisesti, jotta erilaiset oppijat tulee huomioiduksi.

Tämän tutkimuksen mukaan differentiaalioppimisen aikaansaamat oppimistulokset ovat pysyvämpiä perinteisiin menetelmiin verrattuina. Samanlaisia tuloksia on saatu useissa muissakin tutkimusasetelmissä (esimerkiksi Hossner ym. 2016 & Gray 2020). Tehokkaamman oppimisen näkökulmasta differentiaalioppiminen on käyttökelpoinen motorisen oppimisen menetelmä koululiikuntatunneilla ja urheiluseuratoiminnassa muiden vaihtelun merkitystä korostavien menetelmien rinnalla. Oppimista voi tehdä näkyväksi esimerkiksi yksinkertaisten, tuntien tai harjoitusten lomassa suoritettavien testien avulla, koska vaihtelevan harjoittelun aikana oppija ei itse näe kehitystä yhtä selvästi kuin toistoharjoittelussa (Schmidt & Lee 2020, 199). Esimerkiksi koripalloharjoitusten aikana pelaajat voivat aika ajoin suorittaa viiden vapaahetön testin seuratakseen kehittymistänsä.

9.5 Jatkotutkimusehdotukset

Tässä tutkimuksessa vertailtiin differentiaaliharjoittelun oppimistuloksia perinteisten menetelmien tuloksiin salibandyn haltuunotossa ja syöttämisessä. Koehenkilöt olivat iältään 12–14-vuotiaita salibandyä seurassa harrastavia poikia. Osallistujamäärän jäätyä vähäiseksi tutkittavia ei ollut alkuperäisen suunnitelman mukaisesti tarkoituksenmukaista jakaa kolmeen ryhmään. Tulevaisuudessa olisi kuitenkin mielenkiintoista verrata differentiaalioppimista perinteisiin menetelmiin vastaavanlaisessa tutkimusasetelmassa siten, että tutkimus sisältää harjoittelemattoman kontrolliryhmän. Kontrolliryhmän avulla saisi luotettavampaa tietoa

menetelmien toimivuudesta sekä siitä, kuinka paljon pelkästään testin tekeminen useampaan kertaan parantaa tulosta. Vaikka tässä tutkimuksessa erityisesti suoritus aika parani huomattavasti alkumittauksesta loppumittaukseen, aika parani molemmilla ryhmillä, joten testin tekeminen useaan kertaan ei selitä eroja differentiaali- ja perinteisen ryhmän välillä. Alku- ja loppumittauksen välillä oli myös 23–30 päivää aikaa, mikä oletetusti vähentää tutusta testisuorituksesta johtuvan ajan paranemisen merkitystä.

Kontrolliryhmän lisäämisen lisäksi samassa tutkimuksessa voisi differentiaalioppimisen ja perinteisten menetelmien lisäksi verrata muitakin motorisen oppimisen menetelmiä. Tämä vaatisi jo huomattavasti suurempaa osallistujien määrää, perehtymistä menetelmiin ja tarkkuutta, että interventiojakso sujuu kunkin menetelmän oppien mukaisesti. Suuressa osassa aiheen tutkimuksia on verrattu tiettyä vaihtelun merkitystä korostavaa motorisen oppimisen menetelmää perinteiseen menetelmään, mutta vaihtelua korostavia menetelmiä on verrattu vähemmän keskenään (Tassignon ym. 2021). Esimerkiksi Gray (2020) vertasi asetelmassaan differentiaalioppimista, CLA-menetelmää ja ohjailevaa ohjeistusta (prescriptive instructions), jota voidaan pitää ihanteelliseen suoritustekniikkaan tähtäävänä perinteisenä menetelmänä (Gray 2020). Grayn (2020) tutkimus on esitelty tarkemmin alaluvussa 5.3.

Tutkimukseen osallistuneiden pelaajien harjoitustausta ja taitotaso olivat vaihtelevia. Alkumittauksen perusteella pelaajat pystyttiin jakamaan ryhmiin tasaisesti, mutta molempien ryhmien sisäinen tasoero jäi suureksi. Optimaalinen vaihtelun määrä harjoittelussa riippuu yksilöstä (Caballero ym. 2017). Tämän takia jatkossa differentiaalioppimista ja muita motorisen oppimisen menetelmiä verratessa tutkimus olisi mielenkiintoista toteuttaa lähtötasoltaan tasaisemmilla kohdehenkilöillä. Menetelmien välinen vertailu olisi luotettavampaa, kun differentiaaliharjoittelussa vaihtelun määrän saisi säädettyä lähemmäksi oletettua ihannetta.

Oletettavasti osallistujien nuori ikä vaikutti myös harjoitusten kulkuun. Toisinaan osallistujilla oli hankaluuksia keskittyä annettuun tehtävään etenkin, jos yksinkertaista tehtävää, kuten paikaltaan syöttämistä, toistettiin useamman minuutin ajan. Tämän ja edellisessä kappaleessa mainitun lähtötasoeron takia tutkimusasetelma voisi olla tulevaisuudessa tarkoituksellista toistaa esimerkiksi aikuisten harraste- tai alemman tason kilpajoukkueella. Myös hieman vanhemmat juniorit, noin 15–17-vuotiaat SM-tason pelaajat voisivat olla sopiva kohderyhmä.

Tässä tutkimuksessa differentiaaliharjoittelulla opittiin salibandyn syöttämistä ja pallon haltuunottamista tehokkaammin perinteiseen harjoitteluun verrattuna. Loppu- ja pysyvyysmittauksen välinen aika oli 19–22 päivää. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista saada pysyvyysmittauksen tuloksia esimerkiksi kolme kuukautta loppumittauksen jälkeen, jolloin taidon oppimisen arvioiminen olisi luotettavampaa. Nuorilla urheilijoilla toisaalta kolmen kuukauden joukkueharjoittelukin voi kehittää syöttö- ja haltuunottotaitoa huomattavasti, mutta kehittyminen olisi oletetusti samankaltaista kaikilla tutkittavilla.

Tämän työn tutkimus keskittyi salibandytaidoista haltuunottoon ja syöttämiseen. Esimerkiksi Mateus ym. (2015), Santos ym. (2017) ja Coutinho ym. (2018) ovat tutkineet differentiaaliharjoittelun vaikutuksia mekaanisen ja teknisen suorittamisen lisäksi koripallon ja jalkapallon pelitaktisten asioiden oppimisessa. Mekaanisia suorituksia tutkittaessa intervention suunnittelu ja toteuttaminen on todennäköisesti yksinkertaisempaa, mutta tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista saada enemmän tuloksia myös taktisten taitojen kehittämisestä vaihtelua korostavilla menetelmillä. Esimerkiksi pallopelien ottelutilanteissa ennen ulospäin näkyvää toimintaa pelaaja on havainnoinut ympäristöä ja tehnyt päätöksiä tulevasta toiminnasta ja taitojen oppimisen ekologisen mallin mukaan päätöksenteko on kiinteä osa taitojen oppimista (Jaakkola 2017b). Tämän tutkimuksen interventiossa liikaa havainnointia harjoituksissa pyrittiin välttämään, mutta havainnoinnin sisällyttäminen harjoitteluun osallistujat huomioiden opitut taidot siirtyisivät oletettavammin myös ottelutilanteisiin.

Jatkossa olisi tärkeää selvittää myös optimaalista vaihtelun määrää erilaisten harjoitustaustojen ja kehitystason henkilöillä. Asetelma, jossa tutkimusjoukko jaettaisiin neljän vaihtelutason ryhmään voisi toimia yhtenä vaihtoehtona. Ensimmäinen ryhmä voisi toteuttaa perinteistä kiertoharjoittelua, jossa suoritustapa ei muutu suoritusten välillä. Seuraavat ryhmät voisivat muuttaa suoritustapaa blokkimaiseksi siten, että esimerkiksi viiden tai kymmenen suorituksen jälkeen vaihdetaan uusi suoritustapa. Viimeinen ryhmä voisi suorittaa harjoitteet soveltamalla differentiaalioppimista siten, että jokainen suoritus poikkeaa edellisestä.

LÄHTEET

- Atencio, M., Chow, J. Y., Tan, W. K. C., & Lee, C.Y.M. (2014). Using complex and nonlinear pedagogical approach to design practical primary physical education lessons 20 (2): 244–263. doi: 10.1.1.849.6723&rep=rep1&type=pdf.
- Beckmann, H., & Shöllhorn, W. I. (2006). Differenzielles Lernen im Kugelstoßen. *Leistungssport* 1 (2): 44–50.
- Beckmann, H., Winkel, C., & Schöllhorn, W. I. (2010). Optimal range of variation in hockey technique training. *International Journal of Sport Psychology*, 41(4): 5–10.
- Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movements*. Lontoo: Pergamon Press.
- Bozkurt, S. (2018). The effects of differential learning and traditional learning trainings on technical development of football players. *Journal of Education and Training Studies* 6 (4): 25–29. doi: 10.11114/jets.v6i4a.3229.
- Brady, F. (2004). Contextual Interference: a Meta-Analytic Study. *Perceptual and Motor Skills* 99(4): 116–126. <https://doi.org/10.2466/PMS.99.4.116-126>.
- Button, C., Seifert, L., Chow, J. Y., Araújo, D. & Bennett, S. (2021). Dynamics of skill acquisition: An Ecological Dynamics Approach. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Caballero, C., Moreno, F., Reina, R., Roldán, A., Coves García, A., & Barbado, D. (2017). The role of motor variability in motor control and learning depends on the nature of the task and the individual's capabilities. *European Journal of Human Movement* 38: 12–26.
- Chow, J. Y, Komar, J. & Seifert, L. (2021). The Role of Nonlinear Pedagogy in Supporting the Design of Modified Games in Junior Sports. *Frontiers in Psychology* 12 (29). doi: 10.3389/fpsyg.2021.744814.
- Chua, L. K., Dimapilis, M. K., Iwatsuki, T., Abdollahipour, R., Lewthwaite, R. & Wulf, G. (2019). Practice variability promotes an external focus of attention and enhances motor skill learning. *Human Movement Science*. 12 (64): 307–319. doi: 10.1016/j.humov.2019.02.015.
- Coutinho, D., Santos, S., Gonc, B., Travassos, B., Wong, P., Schöllhorn, W., & Sampaio, J. (2018). The effects of an enrichment training program for youth football attackers. *Plos One* 13 (6). doi: 10.1371/journal.pone.0199008.
- Davids, K. (2010). The constraints-based approach to motor learning implications for a non-linear pedagogy in sport and physical education. Teoksessa I. Renshaw, K. Davids &

- G. Savelsbergh (toim.) *Motor learning in practice. A constraints-led approach*. Lontoo: Routledge, 3–16.
- Davids, K. Araújo, D., Seifert, L. & Orth, D. (2015). Expert performance in sport: An ecological dynamics perspective. Teoksessa Baker, J. & Farrow, D (toim.) *Routledge handbook of sport expertise*. 1. painos. Lontoo: Routledge/Taylor & Francis Group. 130–144. doi: 10.4324/9781315776675.
- Davids, K., Button, C. & Bennett, S. (2008). Dynamics of skill acquisition. A constraints-led approach. 1. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Davids, K., Chow, J.Y & Shuttleworth, R. (2005). A constraints-based Framework for Nonlinear Pedagogy in Physical Education. *New Zealand Physical Educator* 38 (1): 17–29.
- Dean, J. C. (2013). Proprioceptive feedback and preferred patterns of human movement. *Exercise and Sport Science Reviews* 41 (1): 36–43. doi: 10.1097/JES.0b013e3182724bb0.
- Eidson, T. A. & Stadulis, R. E. (1991). Effects of variability of practice on the transfer and performance of open and closed motor skills. *Adapted physical activity quarterly* 8 (4): 342–356.
- Eloranta, V. (2007). Ydinkeskeinen motorinen oppiminen. Teoksessa P. Heikinaro-Johanson & T. Huovinen (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. Helsinki: WSOY, 216- 231.
- Fitts, P. M. & Posner, M. I. (1967). *Human Performance*. 1. painos. California: Brooks/Cole publishing company.
- Fontana, F. E., Mazzardo, O., Furtado Jr, O. & Gallagher, J. Whole and part practice: a meta-analysis. (2009). *Perceptual and motor skills* 109 (2): 517–530. doi: 10.2466/PMS.109.2.517-530.
- Francesconi, D. (2011). Implicit and Explicit Learning in Motor Cognition. *Issues for Movement Education. The International Journal of Sport and Society* 2 (1): 1–9.
- Gaspar, A., Santos, S., Coutinho, D., Gonçalves, B., Sampaio, J. & Leite, N. (2019). Acute effects of differential learning on football kicking performance and in countermovement jump. *PLoS ONE* 14 (10). doi: 10.1371/journal.pone.0224280.
- García-Herrero, J. A., Sabido, R., Barbado, D., Martínez, I., J. Moreno, F. (2016). The load of practice variability must be regulated in relation with learner expertise. *International Journal of Sport Psychology* 47(6): 559–570. doi:10.7352/IJSP.2016.47.559.
- Garrett, B. (2009). *Brain & behavior: An introduction to biological psychology*. 2. painos. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

- Goodale, M. A. (2011). Transforming vision into action. *Vision Research* 51 (13): 1567–1587.
- Gray, R. (2020). Comparing the constraints led approach, differential learning and prescriptive instruction for training opposite-field hitting in baseball. *Psychology of Sport and Exercise* 51 (3). doi: 10.1016/j.psychsport.2020.101797.
- Hanin, J. & Hanina, M. (2006). Correction of habitual performance errors in expert athletes: theory & practice. Teoksessa K. Thomson, T. Jaakkola & J. Liukkonen (toim.) *Promotion of motor skills in sports and physical education*. 1. painos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. 89–98.
- Herzfeld, D., Vaswani, P., Marko, M. & Shadmehr, R. 2014. A memory of errors in sensorimotor learning. *Science* 345, 1349–1353. doi: 10.1126/science.1253138
- Hossner, E. J., Käch, B., & Enz, J. (2016). On experimental designs, differential learning, theoretical issues, dynamical systems, and the capability to adapt: Response to Schöllhorn. *Human Movement Science* 47: 246–249. doi: 10.1016/j.humov.2015.11.019.
- Jaakkola, T. (2019). Nonlineaari pedagogiikka liikuntataitojen opettamisen viitekehyksenä. *Liito: Liikunnan ja terveystiedon opettaja* (1): 16–18.
- Jaakkola, T. Liikuntataitojen opettaminen. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) (2017). *Liikuntapedagogiikka*. 2. uudistettu painos. E-kirja. Jyväskylä: PS-Kustannus, 333–347. Viitattu 24.4.2022.
- Jaakkola, T. Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) (2017). *Liikuntapedagogiikka*. 2. uudistettu painos. E-kirja. Jyväskylä: PS-Kustannus, 144–162. Viitattu 19.4.2022.
- Kauranen, K. (2011). *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. 1. painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kim, D., Ryssegem, G. V. & Hong, J. (2011.) Overcoming the Myth of Proprioceptive Training. *Clinical Kinesiology: Journal of the American Kinesiotherapy Association* 65 (1): 19–28.
- Lage, G. M., Ugrinowitsch, H., Apolinário-Souza, T., Vieira, M. M., Albuquerque, M. R. & Benda, R. N. (2015). Repetition and variation in motor practice: A review of neural correlates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 57: 132–141. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.08.012.
- Lee, M.C.Y., Chow, J.Y., Komar, J., Tan, C.W.K. & Button, C. (2014.) Nonlinear Pedagogy: An Effective Approach to Cater for Individual Differences in Learning a Sports Skill. *Plos One* 9 (8). doi: 10.1371/journal.pone.0104744.

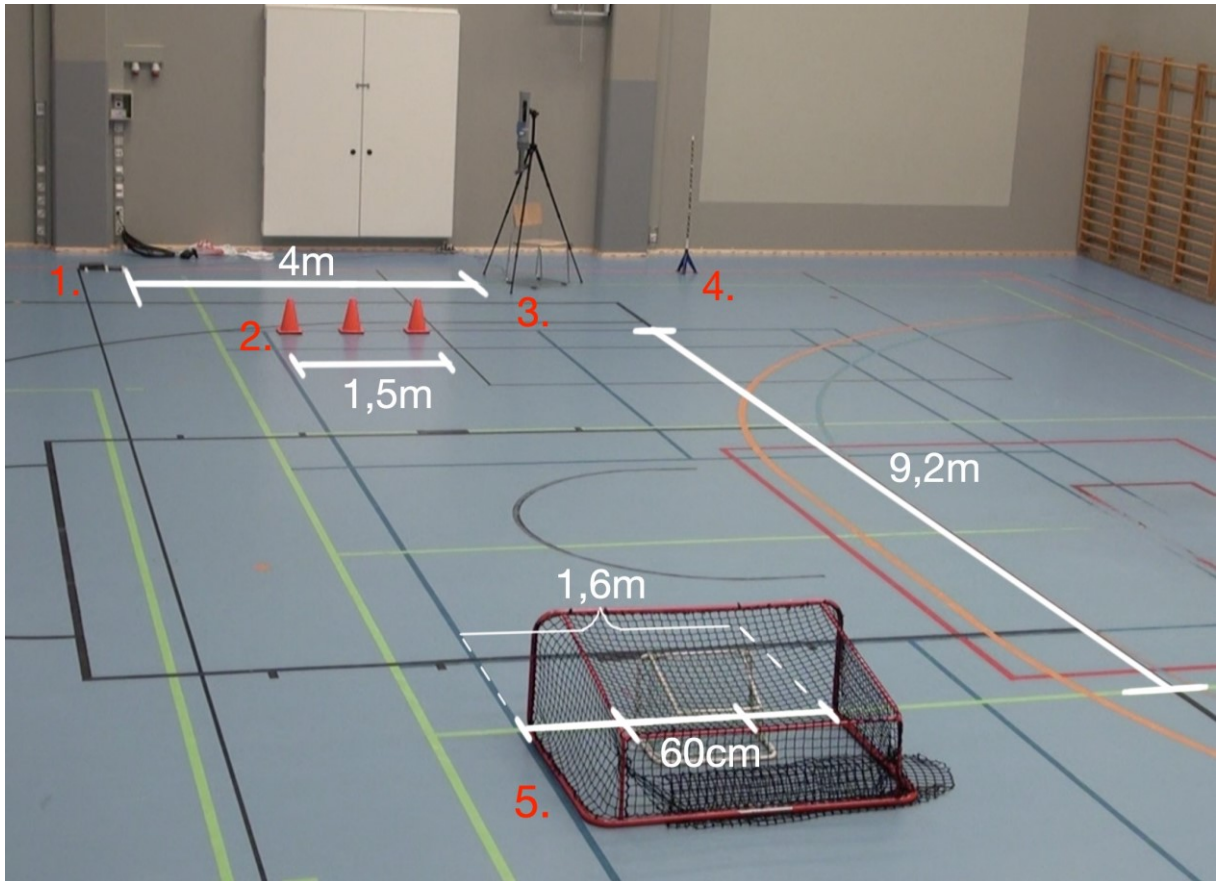
- Lee, T. & Simon, D. (2004). Contextual interference. Teoksessa A. Williams & N. Hodges. *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice*. London, UK: Routledge, 29-44.
- Lin, C.-H. J., Wu, A. D., Udompholkul, P. & Knowlton, B. J. (2010). Contextual Interference Effects in Sequence Learning for Young and Older Adults. *Psychology and Aging* 25 (4): 929–939. doi: 10.1037/a0020196.
- Liukkonen, J. & Jaakkola, T. Oppimista tukevan motivaatioilmaston luominen. Teoksessa T. Jaakkola, J. Liukkonen & A. Sääkslahti (toim.) (2017). *Liikuntapedagogiikka*. 2. uudistettu painos. E-kirja. Jyväskylä: PS-Kustannus, 279–290. Viitattu 24.4.2022.
- Magill, R. A., Anderson, D. A. (2017). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. 11. painos. New York: McGrawHill.
- Masters, R. (1992). Knowledge, Knerves and Know-How: The Role of Explicit Versus Implicit Knowledge in the Breakdown of Complex Motor Skill Under Pressure. *British Journal of Psychology* 83 (3): 343–358.
- Mateus, N., Santos, S., Vaz, L., Gomes, I. & Leite, N. (2015). The effect of a physical literacy and differential learning program in motor, technical and tactical basketball skills. *Revista de Psicologia Del Deporte* 24 (3): 73–76.
- Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. 1. painos. E-kirja opiskelijalaitos. Helsinki: International Methelp. Viitattu 20.4.2022.
- Mousavi, S., Saberi Kakhki, A. & Fazeli, D. (2021). The Comparison of two methods of variability on the learning of golf putting: Contextual Interference and Differential learning. *Motor Behavior* 13 (44): 69–92. doi: 10.22089/mbj.2021.9735.193.
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. Teoksessa M. Wade & H. Whitning (toim.) *Motor development in children: Aspects of coordination and control*. 1. painos. Amsterdam: Martinus Nijhoff Publishers, 341–360.
- Orangi, B. A., Yaali, R., Bahram, A., van der Kamp, J., Aghdasi, M. T. (2021). The effects of linear, nonlinear, and differential motor learning methods on the emergence of creative action in individual soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*. 56 (102009). doi: 10.1016/j.psychsport.2021.102009.
- Orth, D., van der Kamp, G. J. P., Memmert, D., & Savelsbergh, G. J. P. (2017). Creative motor actions as emerging from movement variability. *Frontiers in Psychology* 8. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01903.

- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., Milho, J., and Serpa, S. (2008). Information-governing dynamics of attacker-defender interactions in youth rugby union. *Journal of Sports Science* 26: 1421–1429. doi: 10.1080/02640410802208986.
- Poolton, J. M. & Zachry, T. L. (2007). So You Want to Learn Implicitly? Coaching and Learning Through Implicit Motor Learning Techniques. *International Journal of Sports Science and Coaching* 2 (1): 67–78.
- Reynoso, S. R., Solana, R. S., Vaillo, R. R., & Hernandez, F. J. M. (2013). Aprendizaje diferencial aplicado al saque de voleibol en deportistas noveles. *Apunts Educación Física y Deportes*, 114 (4): 45–52. doi: 10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/4).114.04.
- Santos, S., Mateus, N., Sampaio, J. & Leite, N. (2017). Do previous sports experiences influence the effect of an enrichment programme in basketball skills? *Journal of Sports Sciences* 35: 1759–1767. doi: 10.1080/02640414.2016.1236206.
- Savelsbergh, G. J. P., Kamper, W. J., Rabijs, J., De Koning, J. J., & Schöllhorn, W. I. (2010). A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *International Journal of Sport Psychology* 41: 415–427.
- Schmidt, R. & Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning: A behavioural emphasis*. 4. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. & Lee, T. D. (2020). *Motor learning and performance: From Principles to Application*. 6. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Serrien, B., Tassignon, B. & Baeyens, J-P. & Clijsen, R. (2018). A critical review on the theoretical framework of differential motor learning and meta-analytic review on the empirical evidence of differential motor learning. *SportRxiv* 30. doi: 10.31236/osf.io/6jqeg.
- Shea, C. H. & Kohl, R. M. (1991). Composition of Practice: Influence on the Retention of Motor Skills, *Research Quarterly for Exercise and Sport* 62 (2): 187–195. doi: 10.1080/02701367.1991.10608709.
- Schöllhorn, W. I. (1999). Individualität - ein vernachlässigter Parameter? *Leistungssport* 2: 7–12.
- Schöllhorn, W. I. (2010). Complex movement analysis for complex training approaches. *International Journal of Sport Psychology* 41 (4): 2nd international congress of complex systems in sport and 10th European workshop on ecological psychology: 35–38.
- Schöllhorn, W. I. (2016). Invited commentary: Differential learning is different from contextual interference learning. *Human Movement Science* 47: 240–245. doi: 10.1016/j.humov.2015.11.018.

- Schöllhorn, W. I. & Bauer, H. (1998). Identifying individual movement styles in high performance sports by means of self-organizing Kohonen maps. ISBS Conference Proceedings.
- Schöllhorn, W. I., Beckmann, H., Janssen, D. & Drepper, J. (2010a). Stochastic perturbations in athletics field events enhance skill acquisition. Teoksessa I. Renshaw, K. Davids & G. Savelsbergh (toim.) *Motor learning in practice. A constraints-led approach*. Lon-too: Routledge, 69–82.
- Schöllhorn, W. I., Beckmann, H. & Davids, K. (2010b). Exploiting system fluctuations. Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina (Kaunas)* 46 (6): 365–373.
- Schöllhorn, W. I., Hegen, P. & Davids, K. (2012). The nonlinear nature of learning - a differential learning approach. *The Open Sports Sciences Journal* 5, 100–112.
- Schöllhorn, W. I., Humpert, V., Oelenberg, M., Michelbrink, M., & Beckmann, H. (2008.) *Differenzielles und Mentales Training im Tennis*. *Leistungssport* 6: 10–14.
- Schöllhorn, W. I., Mayer-Kress, G., Newell, K. & Michelbrink, M. (2009a). Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Human Movement Science* 28: 319–333.
- Schöllhorn, W. I., Michelbrink, M., Beckmann, H., Trockel, M., Sechelmann, M. & Davids, K. (2006). Does noise provide a basis for unifying different motor learning theories? *International Journal of Sport Psychology* 2 (3): 34–42.
- Schöllhorn, W. I., Michelbrink, M., Welminski, D. & Davids, K. (2009b). Increasing stochastic perturbations enhances acquisition and learning of complex movements. Teoksessa D. Araújo, H. Ripoll & M. Raab (toim.) *Perspectives on cognition and action in sport*. 1. painos. New York: Nova Science Publishers, Inc, 59–73
- Tassignon, B., Verschueren, J., Baeyens, J-P., Benjaminse, A., Gokeler, A., Serrien, B. & Clijnen, R. (2021). An Exploratory Meta-Analytic Review on the Empirical Evidence of Differential Learning as an Enhanced Motor Learning Method. *Frontiers in Psychology* 12 (533033). doi: 10.3389/fpsyg.2021.533033.
- Vickers, J. (2007). *Perception, Cognition and Decision Training: The Quiet Eye in Action*. 1. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Walkowski, A.D & Munakomi, S. (2021). *Monosynaptic reflexes*. E-kirja. Treasure Island: Statpearls Publishing. Viitattu 15.5.2022.
- Wulf, G. (2007). *Attentional and Motor Skill Learning*. 1. painos. Champaign, IL: Human Kinetics.

LIITE 1. Suorituspaikka

- Nappi, jota painamalla pallo tippuu laitteesta
- Vuorotellen oikealta ja vasemmalta kierrettävät tötsät
- Pallon tiputus laite (korkeus noin 2 m)
- Merkkivalo
- Maali



LIITE 2. Harjoitteet

1. harjoitus 27.1.2022

Differentiaaliryhmä:

-Parin kanssa syöttely vapaasti liikkuen. Kentällä esteitä (2 min)

- jokainen syöttö eri tavalla, keskity ettet syötä kahta kertaa kämmeneltä putkeen
- liikkuminen takaperin

-Kämmenellä muovipussipalloilla lättysyöttö laidan yli, haltuunotto, kääntyminen 360 ja lättysyöttö takaisin uudelle parille. Kaikki pyörii kellonsuuntaan aina syötön jälkeen (10 min)

Variaatiot:

- oikea käsi mailassa
- vasen käsi mailassa
- haltuunotto jaloilla
- haltuunotto korkeassa polviasennossa
- haltuunotto rystyllä
- haltuunotto maila väärinpäin
- haltuunotto liikkeessä

-Kiertoharjoitus, jossa pelaaja itse valitsee minkä esteen/kartion kiertää, jonka jälkeen syöttö laidan yli toiselle puolelle. Laitojen paikkoja vaihdellaan jatkuvasti. Seuraava pelaaja ottaa haltuun syötön ja lähtee itse kuljettamaan rataa. Syötön jälkeen siirrytään toiselle puolelle. Laidan molemmin puolin radat ovat erilaisia. (8 min)

Variaatiot:

- oikea käsi mailassa
- vasen käsi mailassa
- haltuunotto jaloilla
- haltuunotto korkeassa polviasennossa
- haltuunotto rystyllä
- haltuunotto maila väärinpäin
- haltuunotto liikkeessä

Perinteinen ryhmä:

-Pallon heitto kädellä seinään ja haltuunotto. Keskity heittämään samalta etäisyydeltä samaan kohtaan, haltuunotto siten, että pallo osuu ensin maahan ja sitten mailaan (nousevan pallon haltuunotto) (2 min)

-Syöttely itsekseen laitaa vasten. Pyri syöttämään aina samaan kohtaan. Syötöt ja haltuunotot kämmeneltä. (2 min)

-Kämmensyöttely parin kanssa kentän poikittaissuunnassa paikallaan (3 min)

-Sählypallolla lättysyöttö viivan yli, haltuunotto peliasennossa paikallaan. Toistetaan parin kanssa vuorotellen (5 min)

-Kiertoharjoitus, jossa kaksi syöttöä paikallaan oleville pelaajille. Viimeisen haltuunoton jälkeen syötön kaltainen laukaus maata pitkin kuljetuksesta. Puolen vaihto kuluneen ajan mukaan. (4+4=8 min)

2. Harjoitus 1.2.2022

Differentiaaliryhmä:

-Kolmikot, tutkimukseen osallistumattomat/maalivahdit keskellä katkomassa syöttöjä. Kaksi "hyökkävää" pyrkii saada syötön perille. Saa liikkua ja syöttää ilmassa. Minuutin pätkät, kisana. Mahdollisimman monta syöttöä minuutissa. Syötöt tötsien välistä. Vaihtelee erilaisia palloja! Etene helpommasta vaikeampaan. 1 min muovipussipalloilla, 1 min salibandypallolla, 1 min tennispalloilla. (4–5 min)

-Pari vastakkain tötsillä (noin 7 metrin väli). Toinen pareista vippaa pari metriä tötsästä sivuun, toinen liikkuu pallolle, ottaa haltuun eri tavoin, syöttää käyttösyötön ja vippaa toiselle parille. Pyörii jatkuvana. (4–5 min)

Variaatiot (saa vaihdella vapaamuotoisesti, ei samaa kahta kertaa peräkkäin):

- Yksi käsi maillassa
- Kaksi kättä maillassa
- Kämmen/rysty/varsilavan yläreuna
- Jalan eri osilla (sisä-, ulkosyrjä, jalkapöytä, jalkapohja, kantapää)
- Korkeassa polviasennossa reidellä
- Oma variaatio

-Pienpeli, jossa puolustaja ei saa mennä metriä lähemmäs maalialuetta, hyökkääjät noin 4 metriä maalista. Tutkimukseen osallistumattomat/maalivahdit puolustaa. Maalina kaksi pikkumaalia selät vastakkain. Hyökkääjät yrittävät nopeilla syötoillä pelata puolustajan ulos tilanteesta. Pallollinen hyökkääjä ei saa liikkua. Nopea haltuunotto ja tarkka syöttö korostuu. (8min)

Perinteinen ryhmä:

-Syöttely parin kanssa maata pitkin paikaltaan kämmeneltä. Haltuunoton kanssa. (4 min)

-Heitto kädellä ilmaan ja haltuunotto siten, että pallo osuu ensin maahan. Pyri heittämään mahdollisimman samanlaisia heittoja. (4 min)

-Kaikki mahdolliset pallot päätyyn. 5 palloa per pelaaja. Yritä osua toisessa päässä olevaan maaliin ja sen sisällä olevaan pikkumaaliin. Maata pitkin → kerää maalista pallot ja ammu toiseen päähän. (8 min)

-Kiertoharjoitus: Poikkikentänsyöttö, haltuunotto ja syöttö takaisin. Haltuunoton jälkeen seuraava syöttö 9 metrin etäisyydellä olevaan pikkumaaliin. (6 min)

3. Harjoitus 3.2.2022

Differentiaaliryhmä:

-Vippaa esteen (laidan) yli, ota toiselta puolen mahdollisimman nopeasti haltuun. Kierrä toiselle puolelle ja syötä hyvä syöttö parille → pari tekee saman ja syöttää takaisin. Joka toinen toiselta puolelta. Käytä kämmentä ja rystyä, vaihda palloa viiden toiston jälkeen (4 min)

- Variaatiot
- polviltaan
- silmät kiinni
- yhdellä kädellä

-Vippi seinään ja liike seinään päin. Haltuunotto liikkeessä, vaihda pallo jokaisen suorituksen välissä (6min)

- Erilaiset pallot
- salibandypallo
- täytetty salibandypallo
- kumipallo
- iso pehmopallo
- tennispallo
- Variaatiot:
- Haltuunoton jälkeen liike eteen
- taakse
- sivulle
- yksi käsi mailassa
- haltuunotto jalalla
- maila väärinpäin

-Kaikki mahdolliset pallot päätyyn. 5 palloa per pelaaja (jos riittää). Yritä osua toisessa päässä olevaan maaliin maata pitkin → kerää maalista pallot ja ammu toiseen päähän. (6 min)

- Variaatiot:
- syöttö liikkeestä (varioi hidas/nopea liike)
- syöttö rystyltä
- syöttö kämmeneltä
- syöttö läheltä
- syöttö kaukaa
- erikokoinen maali

Perinteinen ryhmä:

-Syötä valittua viivaa pitkin parille maassa kämmenellä. Haltuun ja takaisin. 4 min.

-Vippi ilmaan, ota haltuun niin, että lapa koskee palloon ennemmin kuin pallo maahan. Ota haltuun niin, että pallo osuu ensin maahan, sitten vasta lapaan. Pyri mahdollisimman yhdenmukaisiin vippeihin, aina kämmenellä. (yht. 5 min)

-4–6 henkeä per ryhmä. Ympyrässä. Yksi pallo peliin, syötöt niin että käy jokaisella ja pallo kulkeutuu ensimmäisen syötön antaneelle. Ensimmäisen syötön antanut yrittää osua 9 metrin etäisyydellä olevaan pikkumaaliin. Uutta palloa kiertoon hieman ennen kuin edellinen on kiertänyt koko kierroksen, viiden suorituksen jälkeen paikkojen vaihto. (6 min)

-Loppuaika: Poikkikentän kiertoharjoitus, jossa kolme syöttöä, kaikki annetaan paikaltaan ja paikalla olevalle pelaajalle (pallottomana saa liikkua). Viimeinen syöttö pikkumaaliin maata pitkin.

4. Harjoitus 8.2.2022

Differentiaaliryhmä:

-Kaikki mahdolliset pallot päätyyn. 5 palloa per pelaaja. Yritä osua toisessa päässä olevaan maaliin maata pitkin → kerää maalista pallot ja ammu toiseen päähän. Jokainen suoritus eri tavoin kuin edellinen. (6 min)

Variaatiot:

- salibandysuojaussyöttö
- pitkällä saatolla
- iskussyöttö
- rystylämärisyöttö
- kaverin mailalla
- lämärisyöttö
- maila väärinpäin
- vippi ilmaan ja ilmasta

-syöttö ilmassa parille laidan yli, haltuunotto -> mahdollisimman nopea liike eteen ja syöttö ilmassa takaisin (6min)

Variaatiot:

- Haltuunoton jälkeen liike sivulle
- taakse
- tennispallo
- muovipussipallo
- salibandypallo
- yksi käsi mailassa
- haltuunotto jalalla (+jalan eri osilla)
- maila väärinpäin
- silmät kiinni syöttö

--Vippi seinään ja liike seinään päin. Haltuunotto liikkeessä, välineinä erilaiset pallot. (6min)

Variaatiot:

- Haltuunoton jälkeen liike eteen
- taakse
- sivulle
- tennispallo
- muovipussipallo
- salibandypallo
- yksi käsi mailassa
- haltuunotto jalalla (+jalan eri osilla)
- maila väärinpäin
- silmät kiinni haltuunotto

Perinteinen ryhmä:

-Vippi ilmaan, ota haltuun niin, että lapa koskee palloon ennemmin kuin pallo maahan

→ ota haltuun niin, että pallon pitää osua ensin maahan, sitten vasta lapaan. Pyri mahdollisimman yhdenmukaisiin vippauksiin (yht. 5 min)

-Kolme pistettä, 2–3 henkeä per piste: 1. pieneen maaliin tarkkuuskisoja paras seitsemästä. Yhteensä 10 palloa (5+5 jos palloista pulaa), kumpi saa enemmän osumia kymmenestä. Etäisyys 9 metriä. Syötöt maata pitkin paikaltaan.

2. isoon maaliin tolppakisoja, etäisyys noin 5 metriä. Paikaltaan, ei ylärimoja.

3. Tuolin alta syöttelyä parin kanssa. Yritä parantaa aina omaa (parin) tulosta, kuinka monta syöttöä saatte putkeen tuolin alta toiselle. Parin etäisyys 8-10 metriä (5 min per piste, yhteensä 15 minuuttia). Syötöt paikaltaan maata pitkin.

5. Harjoitus 10.2.2022

Differentiaaliryhmä:

-Pari heittää selin olevalle pelaajalle pallon, heti pallon nähdessään pari pyrkii ottamaan pallon mahdollisimman nopeasti haltuun ja syöttämään pallon parille. Tämän jälkeen hän itse heittää parilleen pallon. Vaihto erilaiseen palloon muutaman suorituksen jälkeen. (6min)

Variaatiot:

-haltuunotto polvillaan

-istualtaan

-silmät kiinni reagoiden pomppu ääneen

-Rysty/kämmen/maila väärinpäin/molemmilla kätsiyyksillä

-erilaiset pallot

-Syöttely parin kanssa siten, että jokainen syöttö on edellistä kovempi. 10-15 syöttöä. Tämän jälkeen voi aloittaa alusta tai vaihtaa rystylle. Seuraavat 10-15 syöttöä siten että pallon ja mailan kosketusaika vähenee kokoajan. Ensimmäisellä syötöllä pitkä kosketusaika ja viimeisellä mahdollisimman lyhyt. Kaikesta variaatiosta huolimatta tarkoituksena syöttää aina mahdollisimman tarkka syöttö. (6min)

-Kiertoharjoitus, jossa pelaaja lähtee juoksemaan laitaa/seinää kohti ja vippaa pallon juoksusta seinään. Paluupallo otetaan haltuun ja syötetään mahdollisimman nopeasti sivulle, jossa yksi pelaaja odottaa syöttöä, ottaa haltuun eri tavoin ja syöttää takaisin jonoon, josta uusi pelaaja aloittaa. Kiertosuunta: Jono -> suoritus -> seinäsyöttäjä -> jono (8min)

Variaatiot:

-erilaiset pallot joka suorituksella

-vaihtuva syöttösuunta

-Molemmilla kentän puolilla (puolten vaihto 4 min kohdalla)

Perinteinen ryhmä:

-Kolmen (tai neljän) ryhmiä 2 tai 3 kpl riippuen pelaajien määrästä. Keskelle kenttää tötsät (noin 1 m väli) jokaiselle ryhmälle. Pelaajat laitojen lähelle molemmin puolin (toiselle puolelle 1, toiselle 2, etäisyys noin 9 metriä). Syöttö tötsien välistä toiselle puolelle, juokse toisen puolen jonon perään. Syötöt kämmenellä paikaltaan paikalla olevalle pelaajalle.

Mahdollisimman monta onnistunutta syöttöä tötsien välistä minuutissa. Mennään 4x1 min lyhyillä tauoilla. Tauon aikana jonot kasaan, tötsien korjaus ja heti uudestaan. (6 min)

-Kaksi ryhmää (3–4 pelaajaa per ryhmä), samat kuin äskeisessä jos mahdollista. Poikkikentän syöttö toiseen jonoon, liiku pallon kanssa pari metriä sivuun tötsille ja yritä osua tötsältä pikkumaaliin. Syöttö ja haltuunotto paikaltaan. Joukkue, joka saa ensin 5 tai 10 osumaa voittaa. Syöttöetäisyys maaliin 7–9 metriä. 2 tai 3 kisaa ajasta riippuen. (6 min)

-Drilli: vippaa itselle pään korkuinen pomppupallo ja ota haltuun niin, että lapa koskee palloon ennen kuin pallo maahan. Käyttösyöttö toisessa jonossa ja syöttö maata pitkin pieneen maaliin noin 9 metrin päähän. Kaksi jonoa. (loppuaika). Pyritään mahdollisimman virheettömiin ja samankaltaisiin suorituksiin.

6. Harjoitus 17.2.2022

Differentiaaliryhmä:

-Syöttely parin kanssa siten, että jokainen syöttö on edellistä kovempi. 10–15 syöttöä. Tämän jälkeen voi aloittaa alusta tai vaihtaa rystylle. Seuraavat 10–15 syöttöä siten että pallon ja mailan kosketusaika vähenee koko ajan. Ensimmäisellä syötöllä pitkä kosketusaika ja viimeisellä mahdollisimman lyhyt. Kaikesta variaatiosta huolimatta tarkoituksena syöttää aina mahdollisimman tarkka syöttö. Muutos edelliskerran harjoitukseen: Välillä paikaltaan, välillä pienestä liikkeestä (vippaa esim. viivan yli, haltuun ja sitten syöttö tai terävä lyhyt liike ja syöttö). Syötöt maassa, vähän ilmassa ja välillä reidellä/muulla kropalla eka kosketus niin, että jokainen suoritus erilainen. (6 min)

-Riittävästi laitakappaleita keskelle kenttää. Valitse suunnilleen samantasoinen pari. Tötsillä rajatut pienet pelikentät (kenttäpuolisko noin 2,5x2,5 m). Toinen pareista toisella puolella, toinen toisella. 1. yritä pitää yhdellä pompulla ja kahdella-kolmella kosketuksella mahdollisimman pitkään pallo elossa. Jos helppoa → 1 kosketus. 2. salibandytennis, viidestä pisteestä poikki. (7 min)

Alussa salibandy pallo → tennispallo, helpompi tai vaikeampi pallo parin tason mukaan. Pallon vaihtelu joka tapauksessa muutaman suorituksen välein. Jos helppoa, kasvata pelaajien etäisyyttä, maali esteeksi.

-Kiertoharjoitus (erilaiset pallot käytössä): seinän kautta itselle, haltuun, nopea liike ja syöttö tötsien välistä kaverille, joka ottaa haltuun, vippaa laitapalan yli ja yrittää osua pieneen maaliin ison maalin sisässä. Jos kuusi pelaajaa tai enemmän, molemmilta puolilta samaan aikaan. Kierto: seinävippaaja → maalintekijä → toisen puolen seinävippaaja jne. (7 min). Haltuunotot: kämmen, rysty, jalka, muut kehonosat varioiden. Jonossa paljon erilaisia palloja, valitse aina eri pallo kuin edellisessä suorituksessa.

Perinteinen ryhmä:

-Syöttely parin kanssa poikkikentän kämmeneltä kämmenelle. Keskity tarkkoihin syöttöihin (3min)

-Heitto ilmaan ja haltuunotto. Keskity nopeaan ja yhdenmukaiseen haltuunottoon. (3 min)

-5 palloa per pelaaja, yritetään osua syötöllä tötsään, 1 piste per tötsä (5 min)

-Kiertoharjoitus: jonot laidoilla, syöttö jonosta jonoon -> haltuunotto ja käyttösyöttö keskelle, jonka jälkeen syöttö maaliin. (loppuaika)

LIITE 3. Koehenkilöiden vanhemmille annettu suostumuslomake tutkimukseen osallistumisesta.

SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Lapsenne joukkue on valittu salibandyharjoittelu tutkimukseen. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää 12–14-vuotiaiden lasten salibandyharjoittelu- ja syöttötaitojen kehitystä soveltaen kahta erilaista lähestymistapaa. 1. harjoitteluryhmässä harjoittelutapaa vaihdellaan systemaattisesti, 2. harjoitteluryhmässä harjoitteet pysyvät samantyyppisinä koko ajan. Suostumuksellanne lapsenne osallistuu sattumanvaraisesti toiseen harjoitteluryhmään. Molempien harjoitteluryhmien toiminta on osa normaalia salibandyharjoittelua, eikä edellytä erityisiä toimenpiteitä. Tarkoituksena on selvittää, miten erilaiset harjoittelumenetelmät vaikuttavat taidon oppimiseen ja taidon pysyvyyteen harjoittelun päätyttyä. Aiempi tutkimus osoittaa, että harjoitteiden monipuolinen vaihtelu on ollut tehokas tapa oppia taitoa. Runsas vaihtelu on havaittu tekevän opitusta taidosta pysyvämpää. Salibandyharjoitteluun ja syöttöön vastaavaa tutkimusta ei ole aiemmin tehty, joten tutkimus on merkittävä salibandy-

saralla. Tutkimus julkaistaan Jyväskylän yliopiston Liikuntakasvatuksen laitoksen pro gradu-työnä vuonna 2022. Tutkimuksen ohjaajana toimii yliopistonlehtori Kasper Salin.

Harjoitteiden ja mittausten kuvaus

Tutkimus toteutetaan lastenne salibandyharjoitusten aikana. Tutkimuksen aikana lapset harjoittelevat 3 viikon ajan, kaksi kertaa viikossa. Yksittäinen harjoitus koostuu noin 20 minuutin jaksosta. Harjoittelu toteutetaan salibandyharjoitusten yhteydessä joko harjoitusten alussa tai lopussa. Tutkimukseen kuuluvat alku- ja loppumittaukset sekä pysyvyyssmittaus, joka toteutetaan 2–3 viikkoa harjoitusjakson päätyttyä. Mittaukset tapahtuvat ottamalla haltuun 10 pomppivaa salibandypalloa. Aina haltuunoton jälkeen kierretään pieni este ja syötetään pallo maaliin. Mittauksista lasketaan kokonaisaika, sekä mitataan syöttötarkkuus siten, että pienestä maalista saa 2 pistettä, isosta maalista 1 ja ohi menneestä 0. Suoritus videokuvataan, jotta voidaan varmistua, ettei ajan otollisia tai pisteiden laskuvirheitä tapahdu. Tutkimus alkaa tammikuussa 2022 ja päättyy helmikuussa 2022. Kestäen noin 6 viikkoa.

Tutkimuksista ei aiheudu ylimääräistä haittaa tai vaaraa lapsellenne, vaan tutkimuksen aikana tehtäviä harjoitteita ja mittauksia voidaan pitää normaalina salibandyharjoitteluna. Lapsenne nimi tai henkilötiedot ei tule esiin lopullisessa tutkimusraportissa. Henkilötietoja käytetään ainoastaan tutkimustiedon yhdistämiseen, ja aineisto käsitellään nimettömänä. Tutkimusaineisto pidetään tutkijoiden hallussa koko tutkimuksen ajan. Videot poistetaan tulosten raportoinnin jälkeen. Ennen tutkimuksen alkua tutkijat ja joukkueen valmentajat selittävät tutkimuksen kulun ja tarkoituksen lapsellenne.

Suostumme osallistumaan tutkimukseen ja toimenpiteisiin yllä kuvattujen sisältöjen mukaisesti. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää lapseni osallistumisen tai kieltäytyä mittauksista missä vaiheessa tahansa syitä ilmoittamatta ja ilman seuraamuksia. Lapseni tutkimustuloksia saa käyttää tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

Tutkittavan nimi _____

Syntymävuosi _____

Päiväys

Huoltajan allekirjoitus

Päiväys

Tutkijoiden allekirjoitus

Vastaamme mielellämme kaikkiin tutkimuksiin liittyviin kysymyksiin!

Markus Jokinen & Eetu Kalapudas: 0505731236

Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto