

**IMPLISIITTISEN MOTORISEN OPPIMISEN VAIKUTUS TAIDON KEHITTYMISEEN JA  
SÄILYMISEEN PAINEENALAISSA TILANTEESSA KOKENEILLA OPPIJOILLA**

Sanni Antonen & Roy Hellgren

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän Yliopisto

Kevät 2017

## TIIVISTELMÄ

Antonen, S. & Hellgren, R. Implisiittisen motorisen oppimisen vaikutus taidon kehittymiseen ja säilymiseen paineenalaisessa tilanteessa kokeneilla oppijoilla. 2017. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma, 76 s., 2 liitettä.

Motorisia taitoja voidaan harjoittaa eri tavoin. Oppijan kannalta onkin tärkeä löytää sellainen harjoitustyyli, joka edistää hänen motorista oppimistaan mahdollisimman tehokkaasti ja tuottaisi pysyviä oppimistuloksia. Motoristen taitojen opettaminen on perinteisesti pohjautunut opettajajohtoiseen opetustyyliin, joka sisältää paljon informatiivista ohjeistusta ja palautetta. Tällainen opetustyyli ei takaa välttämättä tehokasta oppimista. Nykyaikaiset tutkimukset ja opetusmallit korostavat harjoitustapaa, jossa informatiivinen ohjeistus on vähäistä ja suoritusta pyritään ohjaamaan harjoitteiden ja ympäristön avulla. Implisiittinen motorinen oppiminen on eräs tällainen nykyaikainen oppimismalli, mikä hyödyntää aivojen tiedostamattomia ja tehokkaampia alueita motoristen taitojen harjoittelussa ja suorittamisessa. Implisiittisesti opitun motorisen taidon on esimerkiksi todettu kestävän eksplisiittisesti opittua taitoa paremmin paineenalaisessa tilanteessa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää implisiittisen ja eksplisiittisen harjoittelun vaikutuksia ja eroja taidon oppimisen automaatiotasolla olevien henkilöiden taidon kehittymiseen ja säilyvyyteen paineenalaisessa tilanteessa.

Tutkimus toteutettiin interventiotutkimuksena, jossa  $17.4 \pm 0.9$  vuotiaiden ( $n=32$ ) jääkiekon rannelaukauksen tarkkuutta pyrittiin kehittämään implisiittisin tai eksplisiittisin keinoin. Tutkimuksessa oli mukana myös kontrolliryhmä, joka suoritti vain testit ( $23.1 \pm 3.3$  vuotta;  $n=17$ ). Tutkittavat suorittivat alkutestinä 30 rannelaukausta yrittäen osua jääkiekkomaalissa olleeseen maalitauluun (30 x 45 cm). Tämän jälkeen tutkittavat jaettiin tasavahvasti ryhmiin, jonka jälkeen alkoi harjoitusjakso, joka sisälsi kolme harjoituskertaa ja yhteensä 270 suoritusta. Harjoituksissa oli kolme eri laukaisuetäisyyttä. Implisiittinen ryhmä aloitti harjoittelun aina lähimmältä etäisyydeltä edeten kauemmaksi, tarkoituksenmukaisen progression tavoin. Eksplisiittinen ryhmä harjoitteli päinvastoin. Tutkittaville ei annettu palautetta harjoitusten aikana. Harjoitusjakson jälkeen tutkittavat suorittivat paineenalaisen testin, jossa lauottiin 30 kertaa alkutestin tavoin. 8 tai 14 päivän päästä painetestistä oppimista arvioitiin pysyvyydestä, joka toteutettiin alkutestin tavoin. Tutkittavat vastasivat harjoitusjakson ja painetestin päätteeksi kyselyihin, joiden avulla tutkittiin pääasiassa tutkittavien tarkkaavaisuuden suuntaamista ja turhautumisen kokemista. Nämä antoivat viitteitä harjoittelun implisiittisyydestä ja eksplisiittisyydestä.

Tutkimuksen päätuloksena on, että implisiittisen ryhmän tulos painetestissä oli merkittävästi parempi eksplisiittiseen ja kontrolliryhmään verrattuna ( $p < 0.04$ ;  $p < 0.01$ ). Tämä tukee teoriaa, että implisiittisesti opitut taidot säilyisivät paremmin paineenalaisissa tilanteissa kuin eksplisiittisesti opitut taidot. Toinen merkittävä tulos on se, että implisiittisen ryhmän tarkkaavaisuus oli eksplisiittistä ryhmää enemmän ulkoisissa kohteissa. Harjoitusjakson aikana tulos oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.01$ ). Implisiittinen ryhmä paransi testitulostaan alku- ja pysyvyydestin välillä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Eksplisiittisen ryhmän tulokset eivät juuri muuttuneet.

Tutkimustulokset antavat viitteitä siitä, että implisiittinen harjoittelu kehittää taitoa tehokkaammin kuin eksplisiittinen harjoittelu ja taito kestää paremmin paineenalaisissa tilanteissa. Koehenkilöiden pieni määrä ja erilaiset harjoitustaustat heikentävät tutkimuksen validiteettia, minkä vuoksi tuloksia ei voida yleistää. Harjoitusmäärät jäivät myös melko pieniksi taidon automaatiotasolla olevien henkilöiden taidon kehittämiseksi. Implisiittistä motorista oppimista tulee hyödyntää enemmän liikunnanopetuksessa ja urheilussa, jotta meillä olisi tulevaisuudessa yhä taitavampia liikkujia.

Asiasanat: implisiittinen oppiminen, jääkiekko, motorinen oppiminen, taidon automaatiovaihe

## ABSTRACT

Motor skills can be practiced in different ways. As to the trainee, it's important to find a method which would improve his learning most efficiently and which would produce permanent learning results. Teaching motor skills has traditionally been based on teacher centered method which contains a lot of informative instruction and feedback. Such a way of teaching doesn't necessarily result in efficient learning. Modern studies and models of teaching techniques emphasize practice in which informative instruction is of minor importance and performance will be improved by tasks and environment. Implicit motor learning is a modern teaching method which relies on the unconscious and more productive areas in brain in practicing and learning motor skills. Implicitly learned skills are found to be more permanent than skills learned explicitly even when performed under pressure. The purpose of this study is to explore the effect of implicit and explicit practice on the learning and retention under pressure in trainees whose skills are already on the automatic stage.

In this intervention study 17.4 ± 0.9 years old ice hockey players` (n=32) wrist shot accuracy was tried to improve both in implicit and explicit ways. The control group (23.1 ± 3.3; n=17) performed only the tests. The pretest for study groups were 30 wrist shots to hit the target (size 30 x 45 cm) in the ice hockey goal. The performers were divided into two equal learning groups, after which there was a practice period which included three workouts including 270 shots all together. The shots were delivered from three different distances. The implicit group always began the workout at the shortest distance and moving to more advanced distances according to errorless learning. For the explicit group workout was performed vice versa. The study groups reserved no feedback during workouts. After the practice period those in the study groups performed 30 shots as in the pretest but now under pressure. After 8 or 14 days, the learning process was evaluated in a retention test in the same way as in the pretest. At the end of the practice period and the test under pressure, the study groups answered questionnaires which primarily asked for the attentional focus and the frustration level. They gave evidence of the implicit and explicit levels of practicing.

The major result of this study is that the performance level of the implicit group in the pressure test was significantly better than those of the explicit group and the control group ( $p < 0.04$ ;  $p < 0.01$ ). This underlines the theory, that skills learned implicitly would be retained under pressure better than those learned explicitly. Another significant result is that the attentional focus was more external in the implicit group than in the explicit group. The result was statistically significant ( $p < 0.01$ ) in practice period. The implicit group improved test results between the pretest and the retention test, but the improvement was not significant. There were no relevant changes in the results of the explicit group.

The results of the study indicate that the implicit practice will develop skills better than does the explicit practice and that the skills obtained will be better retained under pressure. The small number of the subjects and the difference practice backgrounds undermine the validity of the study and therefore the results cannot be generalized in larger populations. The practice loads also remained comparatively small to be able to improve skills of the subjects who were already on the automatic performance stages. Implicit motor learning needs to be used more in physical education and sports in order to have more skillful trainees in the future.

Key words: implicit learning, ice hockey, motor learning, the automatic stage of the learning of the skill

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO .....	1
2 MOTORISET TAIDOT .....	4
3 MOTORINEN OPPIMINEN .....	5
3.1 Motorisen oppimisen ominaispiirteet .....	6
3.2 Motorisen oppimisen vaiheet .....	6
3.2.1 Kognitiivinen vaihe .....	7
3.2.2 Assosiativinen vaihe .....	8
3.2.3 Automaatiovaihe .....	8
3.3 Motorisen oppimisen kognitiiviset tekijät .....	9
3.3.1 Tietoisuus .....	10
3.3.2 Tarkkaavaisuus .....	11
3.3.3 Muisti .....	12
3.4 Virheet motoristen taitojen oppimisessa .....	13
4 MOTORINEN KONTROLLI .....	15
4.1 Avoimen ketjun liikkeiden ohjaus .....	15
4.2 Suljetun ketjun liikkeiden ohjaus .....	16
4.3 Laajennettu malli motorisesta kontrollista .....	16
4.2 Kehon sisäiset palautejärjestelmät .....	18
4.2.1 Proprioseptinen palaute .....	19
4.2.2 Eksteroseptinen palaute .....	19
4.3 Aivojen eri alueet motorisessa kontrollissa .....	21
4.3.1 Prefrontaalinen kuorialue .....	21
4.3.2 Premotorinen kuorikerros .....	22
4.3.3 Primaarinen motorinen kuorikerros .....	23
5 IMPLISIITTINEN MOTORINEN OPPIMINEN .....	25
5.1 Implisiittisen motorisen oppimisen ominaispiirteitä .....	26
5.1.1 Psykologisen paineen sieto .....	26
5.1.2 Fysiologisen väsymyksen sieto .....	28
5.1.3 Taidon pysyvyys harjoittelun päätyttyä .....	29
5.1.4 Samanaikaisten toissijaisten tehtävien tekeminen .....	31
5.2 Implisiittiset opetusmenetelmät .....	32

5.2.1 Non-lineaarinen pedagogiikka ja differentiaalioppiminen .....	33
5.2.2 Ulkoinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen .....	34
5.2.3 Mielikuvat.....	35
5.2.4 Tarkoituksenmukainen progressio.....	36
6 TUTKIMUSTEHTÄVÄT JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	40
7 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO .....	41
7.1 Tutkittavat .....	41
7.2 Tutkimustehtävän suunnittelu, tarvittavien välineiden rakentaminen ja etäisyyksien testaaminen.....	41
7.3 Tutkimusasetelma.....	43
7.4 Interventio .....	44
7.5 Tutkimuksessa käytetty mittari .....	46
7.6 Tutkimusaineiston analysointi.....	47
7.7 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti .....	48
8 TULOKSET .....	50
8.1 Ryhmien väliset erot paine- ja pysyvyystesteissä sekä harjoittelun yhdysvaikutus.....	50
8.2 Tarkkaavaisuuden suuntaaminen ja koettu turhautuminen .....	52
8.3 Korrelaatiot kyselyosioiden eri osa-alueiden välillä molemmilla mittauskerroilla sekä painetestissä onnistumisen välillä .....	53
9 POHDINTA .....	56
9.1 Taidon kestävyys psykologisen paineen alaisessa tilanteessa.....	57
9.2 Laukaisutarkkuuden kehittyminen .....	58
9.3 Tarkkaavaisuuden suuntaamisen ja koetun turhautumisen vaikutus taidon oppimiseen .....	59
9.4 Tutkimuksen rajoitukset.....	61
9.5 Jatkotutkimusehdotukset .....	62
9.6 Johtopäätökset .....	63
LÄHTEET.....	66
LIITTEET .....	73

## 1 JOHDANTO

Motoristen taitojen harjoittelu, oppiminen ja käyttö näkyvät niin jokapäiväisessä elämässä kuin kilpaurheilussa. Syntymästään lähtien lapsi opettelee erilaisia motorisia taitoja, jotka auttavat häntä suoriutumaan päivittäisistä tehtävistä, liikkumaan paikasta toiseen ja edistämään hänen terveyttään. Lapselle motoristen taitojen harjoittelu tapahtuu leikin, pelin sekä yrityksen ja erehdyksen kautta, kun lapsi opettelee toimimaan monipuolisessa ympäristössä. Oppiminen tapahtuu tiedostamatta, hauskanpidon ja luontaisen oppimisen halun myötä. Voisiko lapsen luontaista oppimistyyliä hyödyntää myöhemmin motoristen taitojen opettamisessa ja oppimisessa?

Motoristen taitojen oppimisessa ja kehittämisessä harjoittelulla on merkittävä rooli (Davids ym. in press, Chown ym. 2016, 89 mukaan). Oppimisessa ei ole yhtä ainoaa tietä, vaan taitoja voidaan harjoittaa eri tavoin. Oppijan kannalta onkin tärkeä löytää sellainen harjoitustyyli, joka edistää hänen motorista oppimistaan mahdollisimman hyvin ja tuottaisi pysyviä oppimistuloksia. Esimerkiksi liikunnanopetuksessa ja urheiluvalmennuksessa on alettu kannustamaan harjoitteluun, jossa oppija on opetuksen keskiössä löytääkseen oman suoritustyykinsä (Eloranta & Jaakkola 2003).

Perinteisesti motoristen taitojen opettaminen on pohjautunut vahvasti opettajajohtoiseen opetustyyliin, jossa pyritään oppikirjamaiseen suoritustekniikkaan. Tällainen eksplisiittinen opetustyyli sisältää paljon informatiivista ohjeistusta ja palautetta, joiden avulla voidaan saavuttaa nopeasti näkyviä muutoksia suorituksessa. (Maxwell ym. 2001; Jaakkola 2010, 37). Siinä oppija pyrkii tietoisesti prosessoimaan ja kontrolloimaan suoritustaan (Berry & Dienes 1993). Eksplisiittisellä tavalla harjoiteltaessa on riski, että paineenalaisessa tilanteessa henkilö alkaa kontrolloimaan tietoisesti automaatiotavalla olevaa liikettä, mikä saattaa johtaa alisuoriutumiseen. Tietoinen liikkeen kontrollointi onkin todettu olevan tehotonta ja häiritsevän liikkeen automaattista toteutusta. (Rendell ym. 2011.)

Kehittyneiden tutkimusmenetelmien ansiosta taidon oppimisen mekanismeista on saatu uutta tietoa (Jaakkola 2016). Nykyaikainen motoristen liikuntataitojen opetusmalli korostaa oppijakeskeisyyttä, jossa harjoittelijoille pyritään löytämään oma luontainen suoritustyyli. Informatiivinen ohjeistus on vähäistä ja suoritusta pyritään ohjaamaan monipuolisten harjoitteiden avulla sekä ympäristöä muokkaamalla. Implisiittinen motorinen oppiminen on eräs tällainen nykyaikainen oppimismalli, mikä hyödyntää aivojen tiedostamattomia ja tehokkaampia alueita motoristen taitojen harjoittelussa ja suorittamisessa (Buszard ym. 2013). Tiedostamaton liikkeen säätely vaikuttaisi olevan tietoista liikkeen

säätelyä tehokkaampaa psykologisen paineenalaisessa tilanteessa (Masters 1992; Rathus ym. 1994; Mullen ym. 2007). Tutkimusten mukaan vaikuttaisi myös siltä, että implisiittisesti opittu motorinen taito kestäisi paremmin fysiologista väsymystä (Poolton ym. 2007; Masters ym. 2008), säilyisi pidempään harjoittelun loputtua (Poolton ym. 2007) eikä häiriintyisi samanaikaisten muiden tehtävien suorittamisesta (Maxwell ym. 2003; Masters ym. 2008), kuten muiden pelaajien havainnoimisesta suorituksen aikana.

Implisiittistä motorista oppimista voidaan edistää erilaisin harjoitusmenetelmin. Tällaisia ovat epäliikkeen pedagogiikka, differentiaalioppiminen, ulkoinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen, mielikuvien käyttö, useiden tehtävien suorittaminen samanaikaisesti sekä harjoittelu tarkoituksenmukaisen progression avulla. Näistä viimeisin on tutkimuksessamme käytetty harjoitusmenetelmä. Tarkoituksenmukaisessa progressiossa harjoittelu toteutetaan progressiivisesti aloittaen oppijan taitotasoon nähden tarpeeksi helpoista harjoitteista (Masters ym. 2001). Oppijalle pyritään tällä tavoin luomaan onnistumisen kokemuksia, jotta liikkeiden suorittaminen säilyisi tiedostamattomalla tasolla (Masters ym. 2001; Fisher 2014, 26). Onnistumisten kokemista voidaan edistää esimerkiksi muokkaamalla oppimisympäristöä helpommaksi (Fisher 2014, 26). Harjoittelun edetessä harjoitteiden vaatimustasoa nostetaan progressiivisesti säilyttäen oppijan onnistumisen kokemukset (Masters ym. 2001).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on implisiittisen motorisen oppimisen vaikutusta taidon automaatiotasolla olevien henkilöiden taidon säilyvyyteen paineenalaisessa tilanteessa. Tutkimme myös taidon kehityksen pysyvyyttä. Tutkimuksen toteuttaminen taidon automaatiotasolla olevilla henkilöillä on perusteltua, sillä aikaisemmat tutkimukset ovat kohdistuneet pääasiassa taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa oleviin aloittelijoihin, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta harjoiteltavasta taidosta. Uskomme myös, että urheilijat hyötyisivät aikaisemmin luetelluista implisiittisen motorisen oppimisen hyödyistä. Pyrimme todentamaan implisiittistä oppimista tutkimuksessamme ryhmille toteutetun kyselylomakkeen avulla. Tällä haluamme selvittää koehenkilöiden kokemaa turhautumista ja tarkkaavaisuuden suuntaamista harjoittelun sekä painetestin aikana. Turhautuminen ja suorituksen tietoinen kontrollointi saattavat lisääntyä epäonnistuneiden suoritusten myötä (Kauranen 2011, 357), kun taas onnistumisen kokemukset pitävät suorituksen todennäköisemmin tiedostamattomalla tasolla (Poolton ym. 2005). Tarkkaavaisuuden suuntaamisella on todettu olevan myös yhteys suorituksen tietoiseen ja tiedostamattomaan kontrolliin. Tarkkaavaisuuden suuntaaminen kehon ulkopuolisiin kohteisiin edistää todennäköisemmin implisiittistä motorista oppimista kuin tarkkaavaisuuden suuntaaminen kehoon tai liikkeen ydinkohtiin. (Wulf ym. 2000.)

Kiinnostuksemme implisiittistä motorista oppimista kohtaan on noussut opintojemme aikana sekä valmennustyön parissa, kun olemme pyrkineet opettamaan erilaisia motorisia taitoja. Meitä on kiinnostanut myös se, miksi toiset henkilöt suoriutuvat hyvin paineenalaisessa tilanteessa, kun taas toisille on tyypillistä alisuoriutuminen. Tutustuessamme implisiittiseen motoriseen oppimiseen, huomasimme, ettei aihetta ole tutkittu Suomessa. Koemme tutkimuksellemme olevan kysyntää suomalaisessa liikuntakentässä, jossa motoristen taitojen kehittämistä halutaan edistää. Uskomme tutkimuksemme olevan hyödyllinen niin koulu-, vapaa-aika- kuin urheilumaailmassa, joissa oppijat ovat taidon oppimisen eri tasoilla. Koska tutkimukset ovat perustuneet pitkälti uuden taidon oppimiseen, koimme tarpeelliseksi tutkia taidon oppimisen pidemmässä vaiheessa olevia henkilöitä. Tällainen tutkimus kiinnostaa todennäköisemmin urheilumaailmaa, kun jo opittuja taitoja pyritään kehittämään paremmiksi.

Haluamme kiittää tutkielman ohjaajaa Timo Jaakkolaa, joka on osoittanut kiinnostusta aiheitamme kohtaan ja antanut laadukasta ohjausta tutkimusprosessin aikana. Haluamme kiittää myös Jyväskylän jääkiekkoseurojen JYP:n ja Diskoksen pelaajia sekä JYP:n a-junioreiden valmentajaa Lauri Merikiveä, yliopistomme opiskelijoita ja yliopiston liikuntabiologian laitoksen työpajaa sekä Schildtin lukion, Voionmaan toimipisteen urheilulinjan jääkiekkovalmentajaa Mika Lievosta, jotka mahdollistivat tutkimuksemme toteutumisen.



## 2 MOTORISET TAIDOT

Magillin (2011) mukaan motoriset taidot tarkoittavat kehon raajojen, pään ja muun vartalon liikkeitä, joilla pyritään saavuttamaan tietty tavoite. Motoriset taidot ovat tahdonalaisia ja opittuja liikkeitä. (Magill 2011, 3–5). Tämän määritelmän mukaan esimerkiksi refleksejä ei voida pitää motorisina taitoina, koska ne tapahtuvat tahdosta riippumatta (Jaakkola 2010, 46). Esimerkiksi polven ojennus jalkapalloa potkaistaessa on motorinen, harjoiteltu liike, jota säädellään tahdonalaisesti. Sen sijaan lääkärin vastaanotolla patellajänteeseen kopautettaessa polven ojennus tapahtuu tahdosta riippumatta.

Motoriset taidot voidaan jakaa eri tavoin, kuten esimerkiksi karkea- sekä hienomotorisiin taitoihin. Karkeamotorisilla taidoilla tarkoitetaan liikkeitä, joissa käytetään suuria lihasryhmiä taidon suorittamiseen. Tällaisia taitoja ovat esimerkiksi juokseminen ja heittäminen. Hienomotoriikassa käytetään puolestaan pieniä lihasryhmiä, koska nämä taidot vaativat tarkkuutta. (Magill 2011, 7–8.) Jääkiekon rannelaukaus sisältää sekä karkea- että hienomotoriikkaa. Rannelaukaus sinällään on karkeamotoriikkaa, mutta kiekon saaminen maaliin vaatii käsien hienomotoriikkaa.

Motoriset taidot voidaan jakaa myös erillis-, sarja- ja jatkuviin taitoihin. Erillistaidoissa on selkeä alku ja loppu, esimerkiksi pallon kiinniottaminen. Tällaiset taidot ovat yleensä yksinkertaisia, yhden liikkeen taitoja. Sarjataito sisältää vähintään kaksi yhteensovittettua taitoa, esimerkiksi pituushypyssä vauhdinoton ja ponnistuksen. Jatkuvissa taidoissa puolestaan toistetaan samaa tekniikkaa pitkän aikaa, kuten esimerkiksi uinnissa. (Magill 2011, 9.) Tässä tutkimuksessa rannelaukaus voidaan mieltää erillistaidoksi, mutta pelissä rannelaukausta edeltää usein luistelu ja mahdolliset harhautukset, minkä takia peli voidaan ymmärtää yhdistelmäksi kaikkia näitä taidon eri luokkia.

Motoriset taidot voivat olla myös suljettuja ja avoimia (Magill 2011, 10). Suljetusta taidosta puhutaan silloin, kun suoritusympäristö on muuttumaton (Schmidt & Lee 2005, 21–22). Avoin taito on puolestaan kyseessä silloin, kun suoritusympäristö muuttuu ja yksilö muokkaa taitoaan sen mukaan (Schmidt & Wrisberg 2004, 7–8). Sama taito voikin olla sekä suljettu että avoin edellä kuvatun ympäristön muutoksen vaikutuksesta (Magill 2011, 10). Siten esimerkiksi rannelaukaus itsessään voidaan luokitella suljetuksi taidoksi, mutta pelitilanteessa se on ennemminkin avoin taito. Tutkimuksemme rannelaukaus on melko suljettu taito, koska suoritusympäristö ei juurikaan muutu - ainoastaan laukaisuetäisyys vaihtelee.

### 3 MOTORINEN OPPIMINEN

Motorinen oppiminen tarkoittaa motoristen liikkeiden oppimista (Eloranta & Jaakkola 2007). Schmidt ja Lee (2014) määrittelevät motorisen oppimisen prosessiksi, jossa kokemusten ja harjoittelun seurauksena syntyy oppimista (Schmidt & Lee 2014, 178). Prosessi johtaa suhteellisen pysyviin muutoksiin motorisessa suorituskävyssä. Motorinen suorituskävy muodostuu motorisen oppimisen lisäksi normaalista iän myötä tapahtuvasta motorisesta kehityksestä. (Kauranen 2011, 291; Schmidt & Lee 2014, 178.) Motorinen oppiminen onkin koko elämän jatkuva prosessi, joka mahdollistaa ihmisen kehityksen selällään makaavasta vastasyntyneestä itsenäiseksi aikuiseksi (Kauranen 2011, 291).

Toinen tärkeä osa motorisen oppimisen määritelmää on, että motorinen oppiminen on seurausta motorisen taidon harjoittelusta (Kauranen 2011, 291; Schmidt & Lee 2014, 178). Esimerkiksi jalkapallon pelaajan motorinen suorituskävy saattaa parantua kehittyneiden kestävyysominaisuuksien myötä. Kyse ei ole kuitenkaan motorisesta oppimisesta, koska parantunut motorinen suorituskävy ei ole seurausta motoristen taitojen harjoittelusta. (Schmidt & Lee 2014, 178.) Toisaalta, jos kestävyysominaisuudet ovat kehittyneet jalkapalloa pelatessa, on motorista oppimistakin saattanut tapahtua.

Motorinen oppiminen edellyttää taidon kannalta oleellisten hermoyhteyksien kehittymistä, minkä takia motorista oppimista ei varsinaisesti ole mahdollista havainnoida (Schmidt & Lee 2014, 178). Motorinen suoritus sen sijaan tarkoittaa motorisen taidon toteuttamista tietyssä tilanteessa ja on paljain silmin havaittavissa (Magill 2011, 249). Esimerkiksi, kun liikunnanopettaja seuraa oppilaitaan liikuntatunnilla, hän havainnoi oppilaiden motorisia suorituksia eikä motorista oppimista.

Motoriseen suoritukseen vaikuttaa motorisen suorituskävyyn lisäksi monta muuta tekijää, kuten esimerkiksi mieliala, stressi ja motivaatio. Motorisen suorituksen paraneminen ei siis aina tarkoita motorista oppimista. Parantunut motorinen suoritus on pikemminkin vihje siitä, että motorista oppimista on saattanut tapahtua. (Schmidt & Lee 2014, 178.) Esimerkiksi, kun koululainen onnistuu tekemään oman ennätyksensä keilauksessa koulun liikuntatunnilla, mutta ei pysty toistamaan suoritusta seuraavilla liikuntatunneilla, ei motorista oppimista ole tapahtunut. Sen sijaan, jos koululainen pystyy toistamaan suorituksensa seuraavilla kerroilla, on motorista oppimista tapahtunut. Motorisen oppimisen määritelmä edellyttää siis sitä, että motorisessa suorituskävyssä tapahtuu suhteellisen pysyviä muutoksia (Kauranen 2011, 291; Schmidt & Lee 2014, 178).

### 3.1 Motorisen oppimisen ominaispiirteet

Magillin (2011, 249–264) mukaan motorisella oppimisella on viisi ominaispiirrettä, jotka ovat havaittavissa suoritettavasta taidosta. Nämä piirteet ovat kehittyminen (*improvement*), yhdenmukaistuminen (*consistency*), vakaus (*stability*), pysyvyys (*persistence*) ja sovellettavuus (*adaptability*). (Magill 2011, 249–264). Taidon kehittyminen tarkoittaa tässä yhteydessä harjoittelun myötä tapahtuvaa kehitystä harjoiteltavassa taidossa. Harjoittelu ei aina johda positiiviseen kehittymiseen. Harjoittelu saattaa vahvistaa ei toivottua tekniikkaa, jolla voi olla negatiivisia vaikutuksia suoritukseen. (Magill 2011, 249–251.)

Yhdenmukaistuminen tarkoittaa oppimisen myötä tapahtuvaa yksittäisten suoritusten vaihteluvälin pienenemistä (Magill 2011, 252–255). Huippu-urheilijoiden suoritukset ovat usein niin yhdenmukaisia, että yksittäisten suoritusten välillä on vaikea havaita eroja. Lasten yleisurheilukilpailuissa on huomattavasti helpompi havaita eroja lasten suoritusten välillä, koska yksittäisten suoritusten vaihteluväli on suurempi oppimisen alkuvaiheissa (Magill 2011, 252–255). Schöllhornin ym. (2010) mukaan kaksi liikettä ei kuitenkaan ole koskaan täysin samanlaisia, vaikka takana olisi tuhansia toistoja (Schöllhorn ym. 2010).

Vakaudella tarkoitetaan, että taito ei ole altis kehon sisäisille tai ulkoisille häiriötekijöille, jotka saattavat vaikuttaa negatiivisesti suoritukseen (Magill 2011, 260–262). Esimerkkejä tällaisista häiriötekijöistä ovat kilpailutilanteesta aiheutuva stressi (sisäinen häiriötekijä) ja huono sää (ulkoinen häiriötekijä). (Magill 2011, 260–262.) Motoristen taitojen pysyvyyttä kuvaa hyvin sanonta: ”Se minkä nuorena oppii, sen vanhana taitaa”. Hyvin opitut motoriset taidot ovat toistettavissa ja palautettavissa mieleen pitkienkin aikojen kuluttua (Magill 2011, 260–262).

Taidon sovellettavuus tarkoittaa oppijan kykyä soveltaa taitoa erilaisessa ympäristössä tai tilanteessa kuin missä taito on alunperin opittu (Magill 2011, 262–264). Esimerkiksi kokenut suunnistaja pystyy juoksemaan sulavasti erilaisissa ympäristöissä ja sääolosuhteissa, toisin kuin kokematon suunnistaja. Tässä pro gradu -tutkielmassa olemme erityisen kiinnostuneita tehtyjen virheiden vaikutuksesta taidon kehittymiseen, taidon vakaudesta paineenalaisessa tilanteessa sekä taidon pysyvyydestä.

### 3.2 Motorisen oppimisen vaiheet

Yleisesti hyväksytyyn käsitykseen mukaan motorisessa oppimisessa on erotettavissa kolme vaihetta. Nämä vaiheet ovat kognitiivinen, assosiativinen ja automaatiovaihe. (Fitts & Posner 1967, 11.) Vaiheet muodostavat jatkumon, jossa vaiheelta toiselle siirtyminen tapahtuu asteittain (Magill 2011, 267). Tämä kolmiportainen prosessi kuvaa oppijan suorituksen kehittymistä, automatisoitumista sekä muutoksia tarkkaavaisuus- ja havaintotoimintojen kohdentumisesta oppimisen aikana (Jaakkola 2010, 103).

### **3.2.1 Kognitiivinen vaihe**

Motorisen oppimisen kognitiivisessa vaiheessa oppija pyrkii ymmärtämään ja hahmottamaan opetettavaa taitoa (Gentile 1972). Erilaisten suoritusmallien kokeileminen ja aktiivinen itsepuhelu ovat hyvin tyypillisiä asioita tässä vaiheessa oppimista. Tämän takia taitojen oppimisen kognitiivinen vaihe sisältää usein paljon tietoista ajattelua. (Wulf 2007a, 3.) Oppija saattaa esittää itselleen esimerkiksi seuraavia kysymyksiä: Mikä on tavoitteeni tehtävässä? Onnistuiko suoritukseni? Minkä takia suoritukseni epäonnistui? Harjoittelun aikaisella itsepuhella hän pyrkii suuntaamaan tarkkaavaisuutensa oppimisen kannalta oikeisiin tekijöihin omassa kehossaan ja oppimisympäristössä (Magill 2011, 266).

Kognitiivisessa vaiheessa motorisen taidon kannalta oleelliset hermoyhteydet eivät ole kehittyneet tarpeeksi, mikä selittää yksittäisten suoritusten välistä suurta vaihtelua, suorituksen epätarkkuutta, epävarmuutta, tehottomuutta ja runsasta virheiden määrää (Kauranen 2011, 357). On hyvin tyypillistä, että oppija käyttää vääriä lihaksia liikkeen suorittamiseen ja taidon sujuvan suorittamisen kannalta oleellisten lihasten välinen yhteistoiminta, eli vaikuttaja-vastavaikuttajalihas -parien työskentely, on heikkoa. Tämän vuoksi liikkeet ovat vaivalloisia ja hitaita. (Williams & Wemsley 2000.) Taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa oppiminen on yleensä nopeaa, mikä motivoi oppijaa. Toisaalta runsaat epäonnistumiset saattavat aiheuttaa turhautumista ja häpeää oppijalle, mikä saattaa tukahduttaa oppimista. Taidosta ja harjoittelun intensiteetistä riippuen, taitojen oppimisen kognitiivinen vaihe saattaa kestää muutamista päivistä muutamiin viikkoihin. (Kauranen 2011, 357.)

Perinteisesti tietoisuutta omasta suorituksesta on pidetty tärkeänä taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa. Tästä johtuen oppijan tietoisuutta tämän hetkisen ja tavoiteltavan suorituksen välisestä erosta pyritään usein lisäämään (Jaakkola 2010, 161). Tarkkaavaisuuden suuntaamiseen ja implisiitiseen oppimiseen liittyvät lukuisat tieteelliset tutkimukset ovat kuitenkin haastaneet näitä perinteisiä ajatuksia tietoisuuden hyödyllisyydestä taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa (Masters 1992;

Hardy ym. 1996; Wulf & Weigelt 1997; Maxwell ym. 2000; Wulf ym. 2001). Tällaisia tutkimustuloksia esittelemme myöhemmin.

### **3.2.2 Assosiatiivinen vaihe**

Motorisen oppimisen assosiatiivisessa vaiheessa oppija on jo muodostanut käsityksen motorisesta taidosta (Wulf 2007a, 3). Hän on ratkaissut suurimman osan taidon suorittamiseen liittyvistä kognitiivisista ongelmista, minkä takia suorituksen aikaista itsepuhelua ja tietoista suorituksen prosessointia tapahtuu vähemmän kuin kognitiivisessa vaiheessa. Suorituksen tietoisien prosessoinnin vähentyminen assosiatiivisessa vaiheessa mahdollistaa tarkkaavaisuuden siirtämisen suorituksen pienempiin yksityiskohtiin (Kauranen 2011, 357–358). Oppija voi siirtää tarkkaavaisuutensa myös kehon ulkopuolisiin tekijöihin, kuten ympäröivän pelitilanteen havainnoimiseen ja ennakoimiseen. Taidon oppimisen edetessä hän pystyy myös löytämään ympäristöstä aikaisempaa helpommin oppimisen kannalta oleellista informaatiota, esimerkiksi havainnoimaan tulevaa maastoa suunnistaessaan. (Jaakkola 2010, 106–107.)

Assosiatiivisessa vaiheen aikana motorisessa suorituksessa aktivoituvat hermoyhteydet alkavat vahvistua. Vahvistuneet hermoyhteydet vastaavat motorisessa suorituksessa oleellisten lihasten tarkoituksenmukaisesta rekrytoinnista. Suorituksen tietoisien prosessoinnin väheneminen, vahvistuneet hermoyhteydet ja tarkoituksenmukainen lihasten rekrytointi lisäävät onnistuneiden suoritusten määrää. (Schmidt & Lee 2005, 403; Kauranen 2011, 357–358.) Assosiatiivisessa vaiheessa oppiminen on edelleen suhteellisen nopeaa, mutta assosiatiivinen vaihe kestää selvästi pidempään kuin kognitiivinen vaihe. Assosiatiivinen vaihe saattaa kestää muutamasta kuukaudesta useaan vuoteen riippuen opeteltavasta taidosta ja harjoittelun intensiteetistä. (Kauranen 2011, 358.)

### **3.2.3 Automaatiovaihe**

Automaatiovaiheella tarkoitetaan oppimisen vaihetta, jossa taidon suorittaminen on itsenäistä, lähes automaattista (Schmidt & Lee 2005, 403–404). Automaatiotasolla suoritettavat liikkeet ovat sujuvia sekä vaivattomia ja niiden säätely tapahtuu tiedostamattomasti (Jaakkola 2010, 39; Kauranen 2011, 293). Suorituksia yhdistää sujuvuuden lisäksi yhdenmukaisuus ja virheiden vähäisyys (Jaakkola 2010, 108–109). Kehittyneen motorisen kontrollin myötä liikkeiden suorittamiseen ei enää käytetä turhia lihasryhmiä ja tarpeellisten lihasten välinen yhteistoiminta on optimaalista, tehokasta ja taloudellista (Williams & Wemsley 2000). Motorista kontrollia käsittelemme myöhemmin.

Automaatiovaiheessa suorituksen aikana tapahtuu hyvin vähän taitoon kohdistuvaa ajattelua ja itsepuhelua, koska suorituksen säätely tapahtuu pääasiassa tiedostamattomalla tasolla. Automaatiovaiheessa oppija pystyy siirtämään tarkkaavaisuutensa taidon toteuttamisesta kokonaan esimerkiksi ympäristön tarkkailuun. (Wulf 2007a, 3.) Myös oleellisen informaation havaitseminen ympäristöstä ja sen pohjalta tulevien tapahtumien ennakoiminen on tehokasta, jolloin päätöksentekoon jää enemmän aikaa (Savelsbergh ym. 2002; Vickers 2007, 54). Taitavan jääkiekkoilijan ei tarvitse suunnata tarkkaavaisuuttaan kiekon hallitsemiseen tai luistelemiseen. Hän pystyy kerta vilkaisulla havaitsemaan pelistä oleellisen informaation sekä suunnittelemaan omat ratkaisunsa sen perusteella. Automaatiovaiheessa oppija on hyvin lähellä absoluuttista suoritusmaksimiaan ja taidon kehittyminen on hidastunut merkittävästi (Kauranen 2011, 308).

Kun taitava liikkuja kohtaa uuden tilanteen, hänen liikuntakoneisto järjestäytyy tilanteen vaatimalla tavalla. Tätä automaattista järjestäytymistä kutsutaan liikkeiden itsejärjestäytymiseksi (*self-organization*). Liikkeen sujuvaan toteutukseen uudessa tilanteessa vaikuttavat myös kehon vapausasteet ja niiden toiminta. Kehon vapausasteet (*degrees of freedom*) tarkoittavat raajojen, niiden osien ja niitä liikuttavien lihaksien sekä nivelten käyttämisen laajuutta, joka kasvaa taidon oppimisen edetessä (Chow. ym. 2016, 9–12.) Esimerkiksi oppimisen kognitiivisessa vaiheessa vapausasteiden käyttö on hyvin rajoittunutta, mikä estää sulavaa liikkeen toteuttamista. Harjoittelun ja oppimisen myötä liikuminen tulee luontevammaksi ja sujuvammaksi. Vapausasteiden määrään ja niiden uudelleen järjestäytymiseen vaikuttaa myös oppijan ja ympäristön välinen vuorovaikutus. Taitava henkilö kykenee hyödyntämään vapausasteitaan tehokkaasti ja soveltamaan niiden käyttöä ympäristön mukaan. (Davids ym. 2008; Jaakkola 2016.)

Suurin osa aikaisemmin toteutetuista implisiittisen motorisen oppimisen tutkimuksista on toteutettu henkilöillä, jotka ovat olleet taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa (Masters 1992; Wulf ym. 1999; Maxwell ym. 2000; Capio ym. 2013). Tutkimuksissa on saatu tuloksia implisiittisen motorisen oppimisen hyödyllisyydestä motoristen taitojen oppimisessa. Tämän pro gradu -tutkielman yhtenä tarkoituksena on selvittää, voidaanko implisiittisen motorisen oppimisen menetelmillä saavuttaa saman suuntaisia tuloksia myös taidon oppimisen myöhäisemmissä vaiheissa. Tämän tutkimuksen koehenkilöt ovat harrastaneet jääkiekkoa noin kymmenen vuotta, minkä takia voidaan olettaa, että he ovat lajitaidoissa, kuten rannelaukauksessa, lähellä taidon oppimisen automaatiovaihetta.

### **3.3 Motorisen oppimisen kognitiiviset tekijät**

Motorisen oppimisen kognitiivisilla tekijöillä tarkoitetaan taidon oppimisessa mukana olevia tiedollisia tekijöitä (Jaakkola 2010, 117). Tässä luvussa käsittelemme kognitiivisia tekijöitä, jotka ovat keskeisessä osassa implisiittistä motorista oppimista. Näitä ovat tarkkaavaisuus, motivaatio ja muisti, joilla on tärkeä suhde suorituksen aikaiseen tietoisuuteen ja siten implisiittiseen motoriseen oppimiseen. (Masters 1992; Wulf ym. 1999; Maxwell ym. 2000; Capiro ym. 2013.) Tämän takia käsittelemme ensimmäisenä tietoisuutta ja sen vaikutusta motoriseen oppimiseen.

### 3.3.1 Tietoisuus

Ihmisen tietoisuus muodostuu keskushermoston reagoiessa erilaisiin ärsykkeisiin, kuten tunteisiin, aistimuksiin, ajatuksiin ja havaintoihin (Kauranen 2011, 144). Tietoisuudella katsotaan olevan tärkeä rooli motorisessa oppimisessa (Maxwell ym. 2001). Se miten tietoisuuden taso vaikuttaa motoriseen oppimiseen ei ole vielä täysin selvää (Willingham 2001). Tutkimukset osoittavat, että koehenkilöt, jotka ovat olleet tietoisempia omista suorituksistaan, ovat suoriutuneet testitulanteessa heikommin kuin koehenkilöt, jotka eivät ole olleet yhtä tietoisia omista suorituksistaan (Maxwell ym. 2001; Rendell ym. 2011). Suorituksen tietoisuutta onkin pyritty tietoisesti vähentämään erilaisilla kognitiivisilla tehtävillä, kuten lasku- ja muistitehtävillä (Masters 1992; Capiro ym. 2013).

Perinteisen käsityksen mukaan motoristen taitojen oppiminen on hyvin tietoinen prosessi, koska suorituksen analysointi nähdään tärkeänä osana oppimista (Maxwell ym. 2001; Jaakkola 2010, 37). Tällöin mietitään tarkkaan, mitä liikkeen suorittamisen eri vaiheissa tapahtuu sekä miten ne tulisi toteuttaa (Maxwell ym. 2001). Tietoinen suorituksen analysointi saattaa kuitenkin häiritä taidon automaattivaiheella olevien oppijoiden tiedon automaattista prosessointia ja siten taidon suorittamista (Hardy ym. 1996).

Nykytietämyksen mukaan motorinen oppiminen ei edellytä suorituksen kehittymisen tiedostamista. (Schmidt & Lee 2014, 178.) Motorisesta oppimisesta yli puolet on arvioitu tapahtuvan täysin tiedostamattomasti (Kauranen 2011, 293). Tieteellisistä tutkimuksista on saatu tuloksia, joiden mukaan osa motorisista taidoista olisi opittavissa täysin ilman tietoista suorituksen prosessointia (Willingham 2001). Myös tietoisien suorituksen suunnittelu käynnistyy aivojen tiedostamattomalla tasolla jopa kaksi sekuntia ennen liikkeen aloittamista. Tulevan suorituksen valmistelu on siis käynnistynyt jo ennen tietoista päätöstä liikkeen suorittamisesta. (Kauranen 2011, 142.)

### 3.3.2 Tarkkaavaisuus

Tarkkaavaisuus tarkoittaa motorisessa oppimisessa tietoisuutta omasta suorituksesta ja sen kohdentamista suorituksen kannalta tarkoituksenmukaisiin tekijöihin (Magill 2011, 195). Tarkkaavaisuus kuvaa sitä, mitä oppija ajattelee ja mihin hän kiinnittää huomionsa suorituksen aikana. Tarkkaavaisuuden ei kuitenkaan tarvitse välttämättä olla tietoisuutta ollakseen tehokasta (Magill 2011, 195). Esimerkiksi jääkiekkomaalivahdit oppivat tiedostamattomasti suuntaamaan tarkkaavaisuutensa pelaajan laukauksessa tekijöihin, joista laukauksen suuntaa pystyy ennakoimaan jo ennen laukauksen lähtemistä.

Perinteisesti on ajateltu, että kognitiivisessa vaiheessa oppiminen edistyy sitä paremmin mitä tietoisemmaksi oppija tulee omasta suorituksesta (Maxwell ym. 2001). Oppijalle on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti, miten tämänhetkinen suoritus eroaa tavoiteltavasta suorituksesta. (Jaakkola 2010, 161.) Wulf ja Weigelt (1997) tutkivat informatiivisen palautteen vaikutusta uuden taidon oppimiseen, joka oli tasapainoilu tasapainoilualustalla. Koehenkilöt (n=18), jotka olivat nuoria aikuisia, jaettiin kahteen ryhmään. Toiselle ryhmälle annettiin informatiivista palautetta tehtävän suorittamisesta. Toiselle ryhmälle ei sen sijaan annettu palautetta ollenkaan. Tulosten perusteella informatiivisen palautteen antamisella ei ollut merkitystä oppimistulosten kannalta. (Wulf & Weigelt 1997.)

Informatiivinen palaute ja tarkat yksityiskohdat tavoiteltavasta suorituksesta ohjaavat oppijan tarkkaavaisuutta kehon sisäisiin tekijöihin. Tämä lisää liikkeen säätelyn tietoisuuden tasoa. (Jaakkola 2010, 162.) Kehon ulkopuolisen tarkkaavaisuuden kohteen on osoitettu puolestaan vähentävän suoritusten tietoisuutta. Ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde mahdollistaa tehokkaiden suoritusten tuottamisen jo oppimisen kognitiivisessa vaiheessa (Magill 2011, 206). Wulf ym. (1999) toteuttivat uuden taidon oppimiseen liittyvän tutkimuksen, jossa koehenkilöiden (n=22) tehtävänä oli opetella golfin pitch -lyönti. Molemmille ryhmille annettiin saman verran informatiivisia ohjeita, mutta toisen ryhmän tarkkaavaisuus ohjattiin kehon sisäiseen tekijään (kädet) ja toisen ryhmän tarkkaavaisuus kehon ulkoiseen tekijään (maila). Oppimista mittaavassa pysyvyydestestissä ulkoisen tarkkaavaisuuden ryhmä pärjäsikin sisäisen tarkkaavaisuuden ryhmää paremmin. (Wulf ym. 1999.) Esimerkiksi koripallovalmentajan tulisikin suunnata aloittelevien harrastajien tarkkaavaisuutta ulkoisiin kohteisiin vapaan harjoittelussa. Pallon pyörivä liike, kori ja lentorata ovat esimerkkejä ulkoisista tarkkaavaisuuden kohteista, kun taas ranteen koukistus on esimerkki sisäisestä tarkkaavaisuuden kohteesta.



On kuitenkin täysin luonnollista, että oppija kohdistaa tarkkaavaisuutensa kehon sisäisiin tekijöihin oppimisen kognitiivisessa vaiheessa pyrkiessään luomaan ymmärrystä uudesta taidosta. Uuden taidon suorittamiseen liittyy usein myös loukkaantumisen riski, mikä suuntaa oppijan tarkkaavaisuutta kehon sisäisiin tekijöihin. Tämä puolestaan lisää suorituksen tietoisuutta sekä varovaisuutta. (Jaakkola 2010, 162–163.) Taidon oppimisen myöhemmissä vaiheissa tarkkaavaisuuden suuntaaminen kehon sisäisiin tekijöihin saattaa häiritä taidon suorittamista siirtämällä suorituksen ohjauksen tiedostamattomalta tasolta tietoiselle tasolle (Jaakkola 2010, 39 & 187). Näin käy helposti, jos alkaa tietoisesti analysoida jo automatisoitunutta taitoa (Hardy ym. 1996). Kilpailutilanteesta syntyvä ulkoinen paine saattaa myös siirtää suorituksen ohjauksen takaisin tietoiselle tasolle ja johtaa alisuoriutumiseen (Jaakkola 2010, 39 & 187). Esittelemme lisää tutkimustuloksia tarkkaavaisuuden suuntaamisen vaikutuksista oppimiseen Implisiittiset opetusmenetelmät -osiossa.

### **3.3.3 Muisti**

Muistilla tarkoitetaan aivojen kykyä varastoida tietoja sekä kokemuksia ja palauttaa ne tajuntaan (Kauranen 2011, 129). Muistiin varastoidaan myös taidon oppimiseen liittyvää informaatiota, minkä takia muistilla on tärkeä rooli motorisessa oppimisessa (Jaakkola 2010, 127). Toisaalta muisti voi olla myös oppimista rajoittava tekijä, koska oppija pystyy ottamaan vastaan vain rajallisen määrän informaatiota kerrallaan (Ille & Cadopi, 1999).

Muisti voidaan jakaa kolmeen eri osaan riippuen siitä, kuinka pitkään tietoa säilytetään kyseisellä muistialueella. Lyhytaikainen sensorinen muisti varastoi aistikanavia pitkin saapuvaa tietoa vain noin 250 ms ja toimii ilman tietoisuutta. Vain osa jatkuvasta lyhytaikaiseen sensoriseen muistiin saavuvasta informaatiosta saavuttaa tietoisuuden tason ja siirtyy työmuistiin. (Kauranen 2011, 131.) Työmuistilla on tärkeä rooli oppimisessa, koska siellä tapahtuu aistikanavia pitkin saapuvan ja pitkäkestoisesta muistista palautuvan informaation käsittely. Työmuisti pystyy hallinnoimaan vain rajallista määrää informaatiota kerrallaan, minkä takia sen informaation käsittelykapasiteetti saattaakin olla motorista oppimista rajoittava tekijä. (Jaakkola 2010, 127.) Työmuistista tieto siirtyy pitkäkestoiseen muistiin, joka voidaan jakaa deklaratiiiviseen ja proseduraaliseen muistiin (Anderson 1987).

Deklaratiiviseen muistiin varastoidaan tietoja ja tapahtumia, jotka voidaan palauttaa mieleen tietoisesti. (Jaakkola 2010, 129; Kauranen 2011, 319–321; Lola ym. 2012). Deklaratiivinen muisti voidaan jakaa episodiseen muistiin ja semanttiseen muistiin. Episodinen muisti sisältää henkilön tärkeiksi kokemia tapahtumia. Semanttinen muisti on puolestaan tietomuisti, johon tallentuu tietoja esimerkiksi

uutta opiskellessa. (Tulving 1989.) Deklaratiivisia muistoja kutsutaan myös eksplisiittisiksi muistoiksi eli tietoisiksi muistoiksi (Kauranen 2011, 319–321; Lola ym. 2012). Deklaratiivinen muisti pyrkii vastaamaan kysymykseen mitä pitäisi tehdä (Jaakkola 2010, 129). Työmuistilla ja deklaratii-visella muistilla on keskeinen rooli eksplisiittisessä motorisessa oppimisessa (Maxwell ym. 2001).

Proseduraalisessa muistissa säilytetään opittuihin motorisiin taitoihin liittyviä tietoja. Niitä käytetään automatisoituneiden taitojen suorittamiseen, kuten pyörällä ajamiseen. (Kauranen 2011, 130.) Tällaisia muistoja kutsutaan myös implisiittisiksi muistoiksi (Kauranen 2011, 319–321; Lola ym. 2012). Proseduraalinen muisti toimii ilman tietoisuutta, minkä takia se mahdollistaa tarkkaavaisuuden siirtämisen pois motorisen taidon suorittamisesta (Capiro ym. 2013). Proseduraalinen muisti pyrkii vastaamaan kysymykseen, kuinka jokin tehdään (Jaakkola 2010, 129). Työmuistin aktiivisuutta vähentämällä voidaan lisätä proseduraalisen muistin käyttöä ja edistää implisiittistä motorista oppimista (Maxwell ym. 2001; Lola ym. 2012). Motorisen taidon harjoittelussa on siis tärkeää pyrkiä harjoitteisiin, jotka edistäisivät proseduraalisen muistin toimintaa. Esittelemme myöhemmin erilaisia opetusmenetelmiä, joiden avulla mielikuvat ja liikeradat siirtyvät proseduraaliseen muistiin.

### **3.4 Virheet motoristen taitojen oppimisessa**

Motorisia taitoja harjoitellessa syntyy aina suoritusvaihtelua ja myös ei-tarkoituksenmukaisia suorituksia. Tällaisia suorituksia kutsutaan usein virheellisiksi suorituksiksi. (Maxwell ym. 2001.) Perinteisessä motoristen taitojen harjoittelussa pyritään havaitsemaan suorituksessa syntyvät virheet. Niiden avulla suorituksia on analysoitu tarkasti, mikä on nähty tärkeänä osana oppimisprosessia. (Wulf 2007a, 6–7.) Oppija tavoittelee tällöin oppikirjamaista suoritusta vähentämällä ei-tarkoituksenmukaisten suoritusten määrää. (Maxwell ym. 2001.)

Harjoittelussa syntyvien virheiden vaikutus motoristen taitojen oppimiseen voi olla sekä positiivinen että negatiivinen (Sanli & Lee 2014). Syntyvien virheiden positiivista vaikutusta perustellaan esimerkiksi Schmidt:n (1975) skeemateorian mukaan sillä, että virheet antavat palautetta suorituksesta (Schmidt 1975). Oppija kerää tietoisesti palautetta suorituksesta ja tekemistään virheistä, minkä avulla hän pyrkii parantamaan suoritustaan (Maxwell ym. 2001). Esimerkiksi keihäänheittäjä havaitsee keihään lentäneen huonossa asennossa. Hän tekee havaintoja videolta, tarkkailee käden liikerataa heiton aikana ja miettii mikä meni vikaan. Hän saattaa saada myös korjaavaa palautetta valmentajalta. Kaikkien näiden havaintojen avulla hän pyrkii parantamaan seuraavaa heittoaan.

Motorisen taidon harjoittelun yhteydessä syntyneillä virheillä voi olla myös negatiivinen vaikutus oppimiseen (Masters & Maxwell 2004; Sanli & Lee 2014). Epäonnistunut suoritus lisää usein tietoisuuden tasoa, kun syntynyt suoritus ei vastannutkaan aiottua suoritusta (Jeannerod 2006, 32; Francesconi 2011; Capio ym. 2013). Virhe saattaa käynnistää suorituksen tietoisien kontrolloimisen, jolloin oppija pyrkii työmuistin avulla tunnistamaan ja korjaamaan virheellisen suorituksen (Berry & Dienes 1993; Baddeley & Wilson, 1994). Suorituksen tietoinen kontrollointi on kuitenkin todettu tiedostamatonta kontrollia tehottomammaksi liikkeen suorittamisessa (Masters & Maxwell 2004). Yksi epäonnistuminen tai ei-optimaalinen suoritus ei välttämättä lisää suorituksen tietoisuutta, mutta useampi virhe lisää todennäköisyyttä tietoisuuden lisääntymiseen (Masters ym. 2001). Useissa tieteellisissä tutkimuksissa on myös havaittu, että lisääntynyt tietoisuuden taso motorisen taidon harjoittelussa olisi yhteydessä suurempaan riskiin alisuoriutua paineenalaisessa tilanteessa, kuten kilpailutilanteessa (Masters 1992; Hardy ym. 1996; Maxwell 2000; Masters & Maxwell 2004; Mullen ym. 2007).

Motoristen taitojen harjoittelussa virheitä ei tarvitse välttää, vaikka pyrittäisiin välttämään tietoisuuden lisääntymistä. Onnistuneella harjoittelun progressiolla virheiden määrää pystytään kuitenkin vähentämään. (Masters ym. 2001.) Suoritusta voidaan pyrkiä viemään haluttuun suuntaan jättämällä virheet huomiotta ja muokkaamalla harjoitusta siten, että se itsessään ohjaisi suoritusta. (Masters ym. 2001; Eloranta & Jaakkola 2003). Kun virheitä tai ei-optimaalisia suorituksia ei huomioida, niitä ohjaavat liikeradat eivät pääse vahvistumaan (Eloranta ym. 2003).

## **4 MOTORINEN KONTROLLI**

Motorinen kontrolli tarkoittaa hermolihaskäytännön toimintaa motoristen liikkeiden suorittamisen aikana (Kauranen 2011, 13). Hermolihaskäytännön kuuluvat kolme erilaista järjestelmää. Nämä ovat tietoa vastaanottava sensorinen järjestelmä, tietoa käsittelevä keskushermosto ja lihasten toimintaa ohjaava motorinen järjestelmä. (Kauranen 2011, 13.)

Liikkeiden suorittamisen kontrollointi on perinteisesti ajateltu tapahtuvan kahden erilaisen ketjun (suljettu ja avoin) kautta riippuen siitä, kuinka paljon liikkeiden suorittamiseen on aikaa ja hyödynnetäänkö niiden säätelyssä suorituksesta syntyvää palautetta. Nykyisin ajatellaan, että kaikkien motoristen liikkeiden suorittamisesta vastaa sama motorisen kontrollin järjestelmä, jossa ilmenevät molempien ketjujen toiminnat. (Kauranen 2011, 135; Schmidt & Lee 2014, 64–68.)

Motorinen kontrolli voi olla tiedostamatonta tai tietoisia, ja se on usein näiden kahden eri asteisia yhdistelmiä. Mitä enemmän suoritukseen liittyy kognitiivisia prosesseja, sitä tietoisempaa liikkeen kontrollointi on. (Kauranen 2011, 135.) Tiedostamattomat aivojen alueet osallistuvat myös tietoisien liikkeiden säätelyyn, koska kaikkien liikkeiden suunnittelu alkaa aivojen tiedostamattomilla alueilla (Pockett 2009, 21). Motorisen kontrollin tietoisuuden taso vaikuttaa siihen, vahvistaako suoritus tiedostamatonta, implisiittistä vai tietoisia, eksplisiittistä motorista oppimista (Fletcher ym. 2000; Masters & Maxwell 2008).

Seuraavaksi esittelemme Schmidtin (1975) ja Adamsin (1971) teorioita motorisen kontrollin liikkeiden ohjauksesta. Näiden teorioiden mukaan liikkeitä kontrolloidaan joko avoimen tai suljetun ketjun kautta (Adams 1971; Schmidt 1975). Esittelemme myös Schmidtin (2014) teorian laajennetusta motorisesta kontrollista, joka kuvaa sekä avoimen että suljetun ketjun liikkeiden säätelyä (Schmidt & Lee 2014, 68).

### **4.1 Avoimen ketjun liikkeiden ohjaus**

Avoimen ketjun liikkeillä tarkoitetaan nopeita ja lyhytkestoisia liikkeitä, joiden suorittamisessa ei ehditä hyödyntämään suorituksen aikana syntyvää palautetta. Avoimen ketjun liike suunnitellaan etukäteen, eikä sitä kyetä juurikaan muuttamaan enää liikkeen alettua. (Schmidt & Lee 2014, 92–93.)

Avoimen ketjun liikkeiden ohjaus perustuu Schmidtin (1975) skeema-teoriaan, jossa ihminen hyödyntää ennalta suunniteltuja ja ohjattuja motorisia ohjelmia. Motorinen ohjelma tarkoittaa yksittäisten liikkeiden ja liikesarjojen muodostamaa liikekokonaisuutta. (Schmidt & Lee 2014, 92–93.)

Keho tuottaa myös avoimen ketjun kontrollijärjestelmän ohjaamista liikkeistä palautetta, vaikkei sitä ehditä hyödyntää suorituksen aikana. Keskushermosto muodostaa palautteen perusteella entistä tarkempia motorisia ohjelmia. (Kauranen 2011, 135–141.) Tässä pro gradu -tutkielman keskiössä oleva jääkiekon rannelaukaus on hyvä esimerkki avoimen ketjun liikkeestä. Sen suorittamisessa ei pystytä hyödyntää suorituksen aikaista palautetta, koska suoritus kestää vain vähän aikaa.

## **4.2 Suljetun ketjun liikkeiden ohjaus**

Suljetun ketjun liikkeet ovat hitaampia ja pitkäkestoisempia kuin avoimen ketjun liikkeet. Ne ovat myös harkittuja motorisia suorituksia, minkä takia suorituksen aikaista palautetta ehditään hyödyntää liikkeen ohjauksessa (Adams 1971). Langanpään pujottaminen neulansilmästä on esimerkki suljetun ketjun liikkeestä. Siinä hyödynnetään jatkuvasti suorituksen aikana syntyvää palautetta, jonka avulla liikerataa voidaan muuttaa.

Adamsin (1971) esittelemässä suljetun ketjun teoriassa liikkeiden ohjausjärjestelmä antaa alustavat ohjeet liikkeen suorittamisesta, mutta lopullinen suoritus riippuu keskushermostoon palaavasta palautteesta. Palautteen perusteella keskushermosto voi päättää jatkaa liikettä aiotulla tavalla, antaa tarkentavia ohjeita liikkeen suorittajalle tai korjata ei-toivottuja liikkeitä. (Magill 2011, 89.)

## **4.3 Laajennettu malli motorisesta kontrollista**

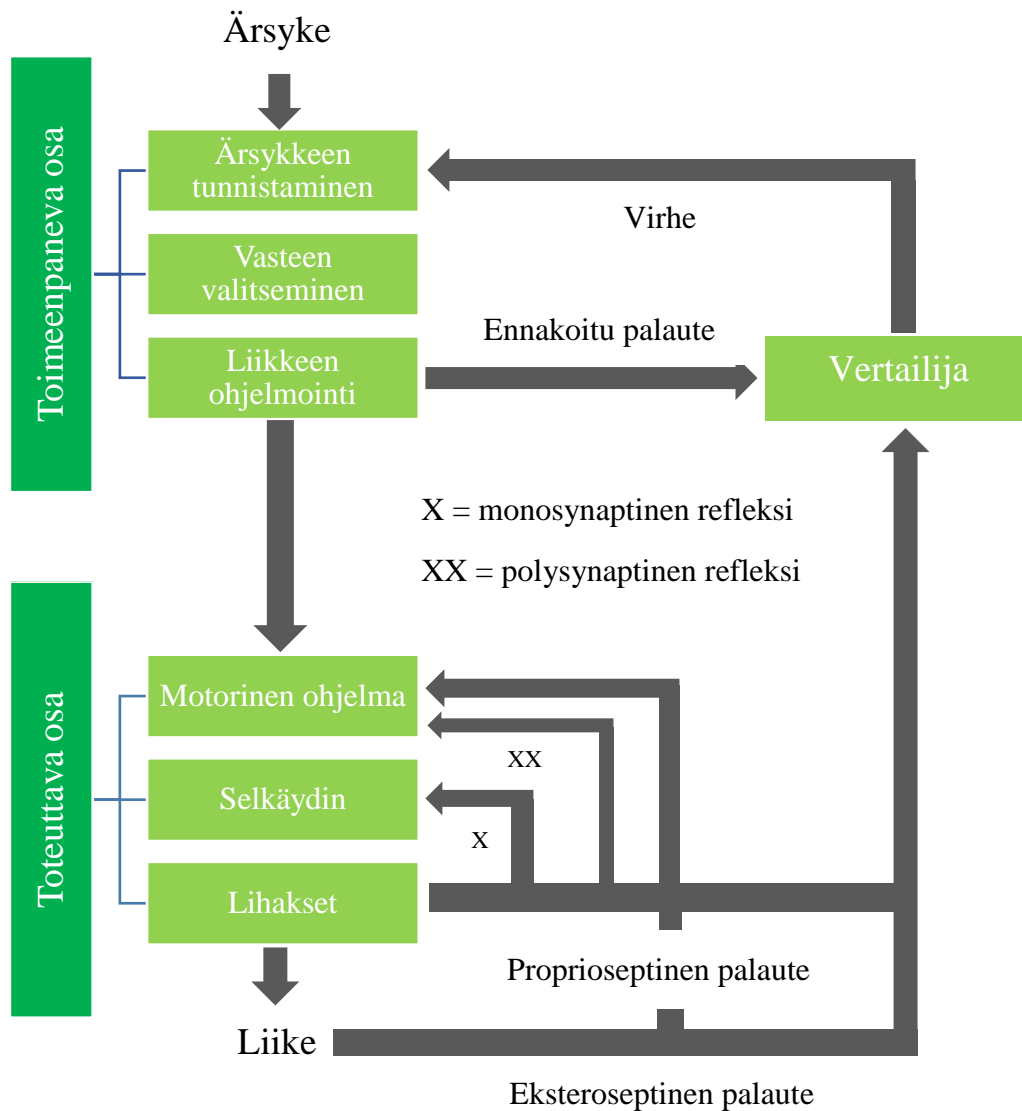
Schmidtin (2014) laajennettu malli motorisesta kontrollista kuvaa hyvin sekä avoimen että suljetun ketjun liikkeiden säätelyä. Malli koostuu toimeenpanevasta, toteuttavasta ja vertailevasta osasta (kuva 1). (Schmidt & Lee 2014, 68.)

Aivojen toimeenpaneva osa vastaa päätöksenteosta, johon kuuluvat ärsyksen tunnistaminen, vasteen valitseminen ja liikkeen ohjelmointi. Toimeenpaneva osa lähettää ohjeet suunnitellusta liikkeestä toteutuksesta vastaavalle osalle, johon kuuluvat motorinen ohjelma, selkäydin ja lihakset. Valittu motorinen ohjelma muodostuu toimeenpanevan osan päätöksenteon pohjalta. Ohjelma sisältää ohjeet

liikkeen suorittamisesta. Ohjeet siirtyvät selkäytimen välityksellä lihaksiin, jotka toteuttavat liikkeen. (Schmidt & Lee 2014, 68.)

Toimeenpaneva osa lähettää ohjeet myös vertailusta vastaavalle osalle ennakoituna palautteena. Se vertaa ennakoitua ja aistinelimistä palaavaa todellista palautetta keskenään ja tulkitsee niiden välistä eroa virheenä, minkä perusteella suoritusta pyritään mahdollisesti korjaamaan. Suljetun ketjun liikkeen säätelyssä suorituksesta syntyvää palautetta hyödynnetään suorituksen säätelyssä jo suorituksen aikana. (Schmidt & Lee 2014, 67–68.) Esimerkiksi jos langanpää on menossa neulansilmästä ohitse, silmä välittää tiedon tilanteesta vertailevalle osalle, joka antaa korjaavat ohjeet toimeenpanevälle osalle.

Avoimen ketjun liikkeen säätelyyn osallistuvat ainoastaan toimeenpanosta ja toteuttamisesta vastaavat osat. Avoimen ketjun liikkeen ohjaus alkaa havainnosta, joka johtaa päätökseen toteuttaa liike. Päätöksen jälkeen toimeenpaneva osa suunnittelee, miten liike toteutetaan ja lähettää ohjeet liikkeen toteuttamista vastaavalle osalle. (Schmidt & Lee 2014, 91–92.) Esimerkiksi jääkiekkoilija havaitsee olevansa maalintekopaikassa, minkä perusteella toimeenpaneva osa suunnittelee laukauksen ja lähettää ohjeet laukauksen suorittamisesta vastaaville lihaksille. Palautetta suorituksesta pelaaja pystyy hyödyntämään vasta liikkeen loputtua (Schmidt & Lee 2014, 91–92).



KUVA 1. Laajennettu malli motorisesta kontrollista (Schmidt & Lee 2014).

#### 4.2 Kehon sisäiset palautejärjestelmät

Kaikista liikkeistä syntyy kehon sisäistä palautetta. Liikkeestä syntyvä kehon sisäinen palaute voidaan jakaa proprioseptiseen ja eksteroseptiseen palautteeseen (kuva 1). Jako perustuu palautteen lähteeseen ja siihen, miten palautetta voidaan hyödyntää motorisissa liikkeissä. (Schmidt & Lee 2014, 64–65.)

Kehon sisäinen palaute on luonteeltaan tiedostamaton, mutta esimerkiksi epäonnistunut suoritus voi käynnistää suorituksen tietoisin analysoinnin, jolloin kehon sisäisestä palautteesta saattaa tulla tie-

toista. Kehon ulkoinen palaute tarkoittaa kehon ulkopuolelta peräisin olevaa palautetta, kuten esimerkiksi videolta tai valmentajalta saatua palautetta. Myös kehon ulkoinen palaute saattaa johtaa kehon sisäisen palautteen tiedostamiseen (Schmidt & Lee 2014, 64–65.)

#### **4.2.1 Proprioseptinen palaute**

Proprioseptinen palaute tarkoittaa kehon sisäistä aistimusta, kuten tietoa kehon eri osien asennoista ja liikkeistä. Proprioseptorit ovat eri puolilla kehoa sijaitsevia aistinelimiä, jotka välittävät tietoa keskushermostoon sensorisia hermoja pitkin kehon eri osista, liikesuunnista ja nopeuksista. (Kauranen 2011, 135–136.) Tällaisia aistinelimiä ovat esimerkiksi sisäkorvan tasapainoelin eli vestibulaarinen järjestelmä, lihaksissa sijaitsevat lihasspindelit ja jänteissä sijaitsevat golgin jänne-elimet (Schmidt & Lee 2014, 65).

Proprioseptistä palautetta hyödyntävät myös mono- ja multisynaptiset refleksit, jotka ovat täysin tiedostamattomia (Schmidt & Lee 2014, 72). Refleksien toiminta on tärkeä erottaa motorisista taidoista, koska ne eivät ole seurausta motorisesta oppimisesta (Schmidt & Lee 2014, 72) ja ne ovat tahdosta riippumattomia (Magill 2011, 3–5). Monosynaptisessa refleksissä viejä- (afferentti) ja tuoja- (efferentti) neuroneja yhdistää vain yksi synapsi ja aktiopotentiaali palaa välittömästi selkäytimestä takaisin lihakseen (Schmidt & Lee 2014, 72). Esimerkki monosynaptisen refleksin toiminnasta on, kun ihminen rojahtaa lattialle nyrjäyttäessään nilkkansa. Golgin jänne-elin aistii jänteeeseen kohdistuvan liian suuren voiman ja lähettää käskyn rentouttaa ympäröivät lihakset lisävaurioiden ehkäisemiseksi. Monosynaptisessa refleksissä kestää vain 30–50 ms aistinelimestä lähtevästä aktiopotentiaalista lihasvasteeseen (Schmidt & Lee 2014, 72).

Multisynaptisessa refleksissä aktiopotentiaali kiertää useamman synapsin kautta korkeammalla keskushermostossa, mutta edelleen tietoisuuden alapuolella. Multisynaptisessa refleksissä viive aistieliimen havainnosta lihasvasteeseen on 50–80 ms. (Schmidt & Lee 2014, 72.) Esimerkiksi jos jääkiekkoilija luistelee railoon ja horjahtaa, jalkojen lihasten aistinelimet havaitsevat muutoksen asennossa pyrkien korjaamaan sitä tasapainon säilyttämiseksi.

#### **4.2.2 Eksteroseptinen palaute**



Eksteroseptinen palaute muodostuu kehon suhteesta ympäristöön. Näkö- ja kuuloaistit ovat tärkeimmät eksteroseptisen palautteen lähteet. (Schmidt & Lee 2014, 64.) Esimerkiksi näköaistin eksteroseptisen palautteen perusteella jääkiekkomaalivahti yrittää muuttaa liikesuuntaa tai torjuntaa, jos kiekko muuttaa matkalla suuntaa. Näköaistilla on tärkeä rooli motorisessa kontrollissa. Kaikki näköaistin avulla hankittu tieto kulkee aluksi silmän verkkokalvon kautta primaariselle näköaivokuorelle, mistä sen käsittely jatkuu joko dorsaalista tai ventraalista rataa pitkin. (Schmidt & Lee 2014, 74.)

Dorsaalisen radan tehtävä on vastata kysymyksiin “Missä jokin on?” tai “Missä minä olen suhteessa johonkin?”. Vastatakseen näihin kysymyksiin dorsaalisen rata kerää informaatiota sekä tarkan että ääreisnäön näkökentistä. Dorsaalinen rata kulkee aivojen alueiden lävitse, jotka laskevat asioiden etäisyyksiä suhteessa katsojaan ilman tietoisuutta. (Schmidt & Lee 2014, 74–76.) Dorsaalisen radan informaation käsittely tapahtuu Schmidin (2014) mallissa sisemmällä kehällä ilman tietoista informaation käsittelyä, minkä takia informaation käsittely tapahtuu nopeammin kuin ventraalisen radan kautta. Dorsaalinen rata esimerkiksi kerää, arvioi ja välittää tiedon kiekon ja maalin yläkulman välistä etäisyydestä liikkeen suunnittelua varten, ennen kuin jääkiekkoilija ampuu rannelaukauksen.

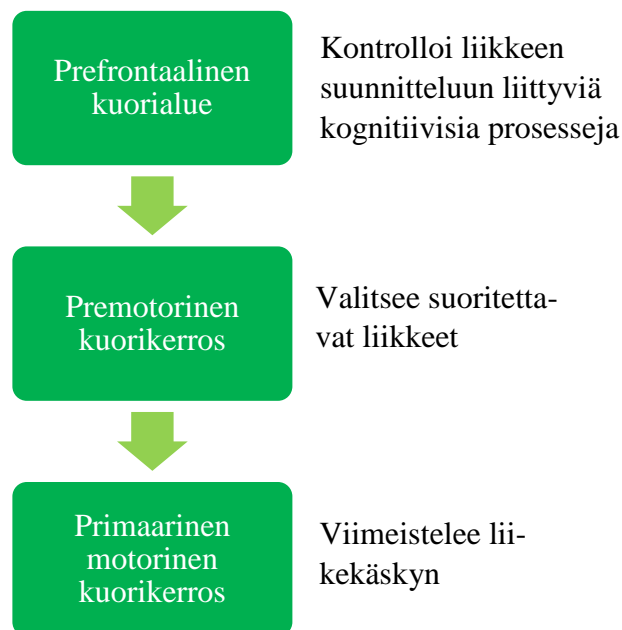
Ventraalinen rata pyrkii vastaamaan kysymykseen “Mikä tuo on?”. Se vastaa tietoisesta kohteiden tunnistamisesta ja hyödyntää vain sentraalisesta näkökentästä peräisin olevaa informaatiota. Schmidin (2014) laajennetussa motorisen kontrollin mallissa ventraalinen rata osallistuu motoriseen kontrolliin ulompaa kehää pitkin, jossa informaation käsittely tapahtuu tietoisesti, minkä takia sillä on tärkeä rooli tietoisessa liikkeen säätelyssä. (Schmidt & Lee 2014, 76.)

Tieteellisissä (The quiet eye) tutkimuksissa on havaittu, että dorsaalisen radan aktiivisuuden lisääntyminen on positiivisesti yhteydessä motorisen suorituksen onnistumiseen. “The quiet eye” kuvaa yksilön taitoa säilyttää katse suorituksen keskeisimmässä osassa liikkeen aikana. (Vickers 2016.) Ilmiötä on tutkittu paljon huippu-urheilijoilla eri lajeissa, kuten golfissa (Vickers 1992), koripallossa (Vickers 1996a & 1996b) ja dartsissa (Vickers ym. 2000). Näissä tutkimuksissa on havaittu, että pidempi ja tarkempi katseen kiinnittäminen suorituksen kannalta tarkoituksenmukaiseen paikkaan juuri ennen suoritusta, erottaa taitavat urheilijat vähemmän taitavista urheilijoista (Vickers 2016). Tieteellisissä tutkimuksissa on havaittu myös, että “the quiet eye:ta” pystytään kehittämään harjoittelulla, mikä on johtanut myös suorituksen kehittymiseen (Vickers 2016). Esimerkiksi Harle ja Vickers (2001) havaitsivat, että kehittämällä koripalloilijoiden “the quiet eye:ta” koripalloilijoiden vapaahettotarkkuus parani 54 %:sta 76 %:in (Harle & Vickers 2001).

”The quiet eye:n” ja dorsaalisen radan hyödyntäminen taidon oppimisessa korostuvat suoritusympäristön muuttuessa ja tarkkuutta vaativissa tehtävissä. Näitä voidaan kehittää erilaisin opetusmenetelmin, joita esittelemme myöhemmin kappaleessa 5.2. Tutkimuksessamme ”the quiet eye:n” ja dorsaalisen radan aktiivisuus näkyivät siinä, kiinnittivätkö koehenkilöt tarkkaavaisuutensa maalitauluun vai esimerkiksi kiekkoon tai mailaan.

### 4.3 Aivojen eri alueet motorisessa kontrollissa

Nykyisen käsityksen mukaan aivojen ylimmällä tasolla sijaitseva prefrontaalinen kuorialue vastaa liikkeen suunnitteluun liittyvistä kognitiivisista prosesseista (Jahanshahi ym. 2001). Prefrontaalisen kuorialueen toiminta perustuu käytettävissä olevaan työmuistiin. Aivojen keskimmaisella tasolla sijaitseva premotorinen kuorikerros vastaa suoritettavien liikkeiden valinnasta ja alimmalla tasolla sijaitseva primaarinen motorinen kuorikerros viimeistelee liikekäsyt. (Kauranen 2011, 141–143.)



KUVA 2. Aivojen alueet ja niiden merkitys motorisessa kontrollissa (Mukaeltu Kauranen 2011, 141–145; 153–154).

#### 4.3.1 Prefrontaalinen kuorialue

Prefrontaalinen kuorialue aktivoituu ja osallistuu liikkeen valmisteluun, kun liikkeen suorittamiseen liittyy kognitiivista päätöksentekoa. Alue käyttää työmuistia aikaisempien ja nykyisen tilanteen vertailuun ja pyrkii sen perusteella luomaan tarkoituksenmukaisen suunnitelman liikkeen suorittamisesta. Kognitiivisten prosessien pohjalta prefrontaalisella kuorialueella syntynyt suunnitelma liikkeen toteuttamisesta siirtyy primaariselle motoriselle aivokuorelle. (Kauranen 2011, 145.) Esimerkiksi harjoitustilanteissa on usein tarpeeksi aikaa suorituksen tietoiseen miettimiseen, jolloin kognitiiviset prosessit ehtivät käynnistyä prefrontaalisella kuorialueella ja osallistua liikkeen suunnitteluun. Tämä johtaa todennäköisesti eksplisiittiseen tietoiseen oppimiseen, koska suorituksen säätelyyn liittyy paljon kognitiivisia prosesseja (Fletcher ym. 2000; Masters & Maxwell 2008).

Pallopelien pelitilanteet ovat usein niin nopeita, etteivät prefrontaalisen kuorialueen kognitiiviset prosessit ehdi aktivoitua. Seurauksena on implisiittistä motorista oppimista, koska liikkeen säätely tapahtuu pääasiassa tiedostomattomasti ja siihen liittyy vain vähän kognitiivisia prosesseja, kuten deklaratiivisen muistin käyttöä (Maxwell ym. 2001; Lola ym. 2012). Esimerkiksi, kun tenniksen pelaaja tekee näköhavainnon vastustajan lyönnistä, alkavat aivojen tiedostamattomat alueet valmistella tarkoituksenmukaista lyöntiä takaisin ja lopulta suoritettava liike saavuttaa tietoisuuden vasta juuri ennen lyöntihetkeä.

#### **4.3.2 Premotorinen kuorikerros**

Premotorinen kuorikerros tekee jatkuvasti tilanearviota ympäristöstä ja valmistelee erilaisia toimintamalleja, jotka nopeuttavat ihmisen reaktioaikaa ulkoisiin ärsykkeisiin. Tiedostamaton liikkeiden valmistelu perustuu erityisesti premotorisella aivokuorella sijaitseviin peilisoluihin, jotka pystyvät peilaamaan, mallintamaan ja ennakoimaan toisen ihmisen liikkeitä. Premotorisen aivokuoren peilisolut pystyvät ennakoimaan vastustajan liikkeitä pelikentällä 400–500 ms ennen kuin vastustajan liikkeet saavuttavat pelaajan tietoisuuden. Tämän myötä esimerkiksi jääkiekkomaalivahti kykenee torjuntaliikkeeseen, vaikkei hän sitä tahdonalaisesti kontrolloisi. Sen sijaan aistielimien tekemästä havainnosta kestää 500 ms ennen kuin se saavuttaa tietoisuuden. Tämän lisäksi ihmiseltä kuluu noin 150–300 ms tahdonalaisen motorisen vasteen tuottamiseen. (Kauranen 2011, 153.)

Pelin lukeminen on hyvä esimerkki tiedostamattomien aivoalueiden jatkuvasta tilanearvioiden tekemisestä ja toimintamallien valmistelusta. Peilisolujen muodostamien ennakkovalmistelujen ansioista pelaaja ehtii tehdä oikeita valintoja jo ennen kuin tieto vastustajan liikkeistä saavuttaa tietoisuuden.

Aivojen tiedostamattomat alueet aloittavat erilaisten toimintamallien suunnittelun jo noin 100 ms tehdyn havainnon jälkeen. Tiedostamattomien prosessien ansiosta ihmisen reaktioajat ovat nopeimmillaan 120–150 ms. Ilman tiedostamattomien prosessien toimintaa ihmisen reaktioajat olisivat nopeimmillaan 500 ms. (Kauranen 2011, 153–154.) Mikäli peilisolut tulkitsevat vastustajan liikkeitä väärin, premotorinen aivokuori valmistelelee ei-toivottuja motorisia ohjelmia ja vastustaja onnistuu harhautuksessaan. Korjaavan liikkeen tuottaminen kestää vähintään 300 ms, minkä johdosta vastustaja ehtii viemään harhautuksen loppuun nopeatempoisessa pallopelissä. (Kauranen 2011, 154–155.)

### **4.3.3 Primaarinen motorinen kuorikerros**

Primaarinen motorinen kuorikerros viimeistelee liikekäslyn. Se kerää liikkeen suorittamiseen liittyvää informaatiota myös muilta aivokuorilta, kuten premotoriselta ja suplementaariselta motoriselta kuorialueelta, näkökukkuloista, tyvitumakkeista, pikkuaivoista sekä somatosensoriselta kuorialueelta. (Kauranen 2011, 145.) Samalla kun primaarinen motorinen aivokuori lähettää lopullisen käslyn liikkeen toteuttamisesta vastaaville lihaksille, se lähettää kopion liikkeen suunnitelmasta pikkuaivoille. Ne vastaavat liikkeen tarkkailemisesta ja mahdollisesta korjaamisesta suorituksen aikana. (Magill 2011, 71.) Pikkuaivot ovatkin erityisen aktiivisia taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa (Ioffe ym. 2006), koska tähän vaiheeseen liittyy yleensä paljon ei-toivottuja suorituksia (Kauranen, 2011, 357). Taidon oppimisen automaatiovaiheessa ei-toivottuja suorituksia ei enää juuri tapahdu, minkä takia pikkuaivojen aktiivisuus on huomattavasti vähäisempää kuin taidon oppimisen aikaisemmissa vaiheissa (Magill 2011, 282).

Tyvitumakkeet aktivoituvat ennen näkyvää motorista toimintaa, minkä takia niiden uskotaan ohjaavan primaarista motorista aivokuorta liikkeiden yhdistelyssä, suunnittelussa ja tarkoituksenmukaisessa aktivoinnissa ennen liikkeen alkua (Kauranen 2011, 145). Tyvitumakkeilla on tärkeä rooli liikkeiden tiedostamattomassa säätelyssä, koska ne ovat erikoistuneet tarkkuutta, ajoitusta ja voimantuottoa vaativien liikkeiden suorittamiseen. Tämän vuoksi tiedostamaton liikkeiden säätely on tietoisista liikkeiden säätelyä tehokkaampaa. (Schmidt & Wrisberg 2008, 15; Kauranen 2011, 293.) Tyvitumakkeiden alueen aktiivisuuden on havaittu kasvavan, mitä pidemmällä taitojen oppimisessa ollaan. Niitä pidetään eräänlaisina varastoina, joissa säilytetään opittuja ja automatisoituneita motorisia ohjelmia. (Magill 2011, 281; Kauranen 2011, 145.) Puttemans ym. (2005) tutkivat muutoksia aivokuorien aktiivisuudessa uuden taidon opettelussa. Harjoittelujakson jälkeen kaikki koehenkilöt (n=11) olivat oppineet uuden taidon ja sen suorittaminen oli siirtynyt alemmalle aivokuorelle, jossa

tyvitumakkeet sijaitsevat. (Puttemans ym. 2005.) Seuraavaksi käsittelemme tarkemmin tiedostamata motorista oppimista, jossa tyvitumakkeiden aktiivisuus on tärkeässä roolissa.

## 5 IMPLISIITTINEN MOTORINEN OPPIMINEN

Implisiittinen motorinen oppiminen (*implicit motor learning*) tarkoittaa tiedostamatonta taitojen omaksumista (Jaakkola 2010, 38; Lola ym. 2012). Implisiittiselle motoriselle oppimiselle on tyypillistä, että tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät ohjaavat suoritusta ja tietoinen liikkeen säätely on vähäistä (Fletcher ym. 2000). Esimerkiksi tyvitumakkeiden ja primaarisen motorisen kuori-kerroksen (Schmidt & Wrisberg 2008, 15; Kauranen 2011, 141–143), sekä proseduraalinen muistin toiminta (Kauranen 2011, 130) korostuvat tiedostamattomassa liikkeen säätelyssä ja motorisessa oppimisessa. Pienen lapsen motoristen taitojen oppiminen on hyvä esimerkki tiedostamattomasta motoristen taitojen oppimisesta, kun oppiminen tapahtuu leikkien ja pelien lomassa ilman, että lapsi tietoisesti yrittää opetella uusia motorisia taitoja.

Implisiittistä motorista oppimista tapahtuu käytännössä jatkuvasti ja suurin osa tavallisista ja päivittäisistä liikkeistä suoritetaan tiedostamattomasti ilman, että niihin tarvitsisi kiinnittää huomiota. Esimerkiksi pyöräillessä tasapaino säilyy ilman, että siihen tarvitsisi tietoisesti keskittyä (Francesconi 2011.) Tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät ovat aktiivisesti mukana myös tietoisessa liikkeen säätelyssä, koska on havaittu, että myös tietoisien liikkeen suunnittelu alkaa aivojen tiedostamattomilla alueilla noin kaksi sekuntia ennen näkyvää suoritusta. Onkin arvioitu, että suurin osa ihmisen motoristen taitojen oppimisesta tapahtuisi tiedostamattomasti. (Kauranen 2011, 155 & 293.)

Eksplisiittinen motorinen oppiminen (*explicit motor learning*) tarkoittaa tietoista taitojen opettelua. Mitä tietoisempaa taidon harjoittelu on, sitä enemmän tapahtuu eksplisiittistä motorista oppimista. (Masters & Maxwell 2008; Lola ym. 2012). Työmuistin toiminta sekä liikkeiden tietoinen ja tahdonalainen kontrolli ovat keskeisessä roolissa eksplisiittisessä harjoittelussa (Fletcher ym. 2000; Maxwell ym. 2001; Masters & Maxwell 2008).

Eksplisiittiselle motoriselle oppimiselle ovat tyypillisiä tietoinen liikkeen säätely ja runsas oman suorituksen prosessointi, minkä takia eksplisiittisesti harjoittelevat henkilöt pystyvät usein kuvaamaan tarkasti omaa suoritustaan ja tietävät paljon taitoon liittyviä ydinkohtia. Tietoisuus omasta suorituksesta ja taitoon liittyvistä ydinkohdista ei kuitenkaan takaa onnistunutta liikkeen suorittamista ja sen on itseasiassa todettu lisäävän todennäköisyyttä epäonnistua paineenalaisessa tilanteessa. (Maxwell ym. 2000; Maxwell ym. 2001; Fournier & Farrow 2013, 78.) Perinteinen motoristen taitojen opettaminen ohjaa yleensä eksplisiittiseen motoriseen oppimiseen. Esimerkiksi runsas tarkkojen ohjeiden

ja jatkuva palautteen antaminen lisäävät eksplisiittistä motorista oppimista. Runsasta ohjeiden ja palautteen määrää on suosittu perinteisessä motoristen taitojen opettamisessa, koska on uskottu, että oppijan tietoisuus nykyisen ja tavoiteltavan suorituksen välillä edistäisi motoristen taitojen oppimista. (Francesconi 2011; Lola ym. 2012.)

## **5.1 Implisiittisen motorisen oppimisen ominaispiirteitä**

Tieteellisten tutkimusten mukaan implisiittisellä motorisella oppimisella vaikuttaisi olevan paljon etuja eksplisiittiseen motoriseen oppimiseen verrattuna. Näitä ovat esimerkiksi taidon parempi kestävyys paineenalaisessa tilanteessa (Masters 1992; Rathus ym. 1994; Mullen ym. 2007), fysiologisen väsymyksen sieto (Poolton ym. 2007; Masters ym. 2008), taidon pidempi säilyvyys harjoittelun päätyttyä (Poolton ym. 2007) sekä niiden häiriintymättömyys samanaikaisten muiden tehtävien suorittamisesta (Maxwell ym. 2003; Masters ym. 2008), kuten pelin havainnoimisesta. Implisiittinen harjoittelu soveltuu kaikille harjoittelijoille, sillä se ei ole riippuvainen älykkyydosamäärästä tai iästä (Maybery ym. 1995; Liao & Masters 2001). Sitä voidaan harjoittaa myös taidon oppimisen eri vaiheissa. (Fletcher ym. 2000; Liao & Masters 2001; Fournier & Farrow 2013, 79.)

Implisiittisen motorisen oppimisen tärkein hyöty on kuitenkin se, että se kehittää tiedostamattomia liikkeen säätelyjärjestelmiä, joiden on todettu olevan tietoisia liikkeen säätelyjärjestelmiä tehokkaampia säätelemään liikettä (Kauranen 2011, 293). Epäonnistuneen suorituksen jälkeen urheilijoiden voi usein kuulla kertovan heidän miettineen liikaa suorituksen aikana. Vaikuttaisikin siltä, että paras suoritus saavutetaan, kun tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien annetaan rauhassa suunnitella ja toteuttaa suoritus ilman tietoista liikkeen säätelyä (Kauranen 2011, 293).

### **5.1.1 Psykologisen paineen sieto**

Implisiittisen motorisen oppimisen tieteellisissä tutkimuksissa on saatu tuloksia, joiden mukaan eksplisiittinen tieto tekee taidosta haavoittuvaisemman psykologisen paineen alla. Liiallinen eksplisiittinen tieto altistaa urheilijan niin sanotulle tiedon uudelleen käyttöönotolle (*the reinvestment theory*). (Masters & Maxwell, 2008.) Siinä normaalisti automaation tasolla tapahtuva suoritus siirtyy takaisin tietoiselle tasolle, mikä johtaa usein suorituksen epäonnistumiseen (Poolton & Zachry 2007). Tiedon uudelleen käyttöönotto kuvaa yksilön taipumusta tietoiseen suorituksen kontrolliin. Suoritusta kontrolloidaan eksplisiittisen tiedon pohjalta, mikä otetaan käyttöön työmuistin avulla. (Masters 1992.)

Tenniksen ottelupallo on hyvä esimerkki psykologisesta painetilanteesta, jossa eksplisiittisen tiedon uudelleen käyttöönottoon taipuvaiset pelaajat alisuoriutuvat (Poolton & Zachry 2007).

Masters (1992) oli ensimmäinen tutkija, joka onnistui todistamaan, että implisiittisesti opittu motorinen taito ei ole yhtä haavoittuvainen psykologisessa painetilanteessa kuin eksplisiittisesti opittu motorinen taito. Tutkimukseen osallistui 40 vapaaehtoista koehenkilöä, jotka eivät olleet aikaisemmin pelanneet golfia. Heidät jaettiin viiteen ryhmään: implisiittinen oppiminen, eksplisiittinen oppiminen, implisiittinen kontrolliryhmä, stressille altistettu- ja ei-altistettu kontrolliryhmä. Tutkimuksen harjoitteluvaihe piti sisällään neljä harjoituskertaa, joista jokaisen aikana koehenkilöt löivät 100 golfin puttilyöntiä. Implisiittisen ryhmän koehenkilöt eivät saaneet ohjeita puttilyönnin suorittamiseen. He suorittivat harjoittelun aikana Baddeleyn (1966) luomaa toissijaista tehtävää, jossa heidän piti sanoa äänen sattumanvarainen kirjain aina äänimerkin kuultuaan. Eksplisiittisen ryhmän koehenkilöt lukivat tarkkoja ohjeita puttilyönnin suorittamisesta ennen jokaista harjoituskertaa ja heitä pyydettiin noudattamaan näitä ohjeita mahdollisimman tarkasti. Harjoitusjakson jälkeen kaikki ryhmät suorittivat lopputestin, jonka aikana implisiittinen, eksplisiittinen ja stressille altistettu kontrolliryhmä altistettiin psykologiselle paineelle. Psykologinen paine luotiin koehenkilöille siten, että koehenkilöille luvattiin palkkio tutkimukseen osallistumisesta. Sen suuruus riippui heidän suorituksen onnistumisesta ja golfammattilaisen tekemästä arviosta. Paineenalaisessa tilanteessa implisiittisen ryhmän tulokset jatkoivat samaa kehitystä kuin harjoitteluvaiheen aikana ja eksplisiittisen ryhmän tulokset pysyivät paikoillaan tai laskivat hieman. Implisiittisen ryhmän ja kontrolliryhmän koehenkilöt osasivat kuvata tutkimuksen päätyttyä huomattavasti vähemmän puttilyöntiensä tekniikoita kuin eksplisiittinen ryhmä. Tämä kertoo siitä, että motorinen oppiminen olisi tapahtunut pääasiassa implisiittisesti. (Masters 1992.)

Hardy ym. (1996) kyseenalaistivat Mastersin (1992) tutkimustulokset ja epäilivät, että implisiittisen ryhmän koehenkilöiden tulokset jatkoivat kehittymistä paineenalaisessa tilanteessa siitä syystä, että paineenalaisessa tilanteessa heidän ei tarvinnut enää suorittaa toissijaista tehtävää. Hardy ym. (1996) toistivat Mastersin (1992) tutkimuksen ja lisäsivät mukaan implisiittisen ryhmän, joka jatkoi toissijaisen tehtävän suorittamista paineenalaisessa tilanteessa. Tutkimustuloksista kävi kuitenkin ilmi, että edellä mainitun implisiittisen ryhmän tulokset jatkoivat myös kehittymistä paineenalaisessa tilanteessa. (Hardy ym. 1996.) Myöhemmin sama tutkimustulos, implisiittisesti opittujen motoristen taitojen paremmasta kestävyydestä paineenalaisissa tilanteissa, on pystytty toistamaan useita kertoja esimerkiksi Maxwell ym. (2000) ja Mullen ym. (2007) tutkimuksissa. Näissä tutkimuksissa on harjoiteltu golfin puttilyöntiä.



Implisiittisesti opittujen motoristen taitojen kestävyyttä paineenalaisissa tilanteissa on tutkittu paljon positiivisin tuloksin taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa (Masters 1992; Hardy ym. 1996; Maxwell 2000; Mullen ym. 2007). Tämän vuoksi tietoisuuden hyödyllisyyttä ja työmuistin käyttöä kyseisessä oppimisen vaiheessa on alettu kyseenalaistamaan, vaikka tietoisuus taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa on nähty tärkeänä perinteisessä taidon opettamisessa (Maxwell 2000). Maxwell ym. (2003) tutkivat työmuistin merkitystä liikkeen säätelyssä ja motoristen taitojen oppimisessa. Heidän mukaansa tiedostamattomat ja tietoiset liikkeen säätelyjärjestelmät toimivat itsenäisesti eikä motoristen taitojen oppiminen välttämättä etene tietoisesta tiedostamattomaksi, kuten ollaan perinteisesti ajateltu. Tällöin ei voida olettaa, että tietoisesti opittu taito muuttuisi tiedostamattomaksi, automatoituneeksi taidoksi. Työmuistin hyödyntäminen liikkeen säätelyssä vaikuttaisi olevan eduksi ainoastaan silloin, jos henkilö on tottunut käyttämään sitä liikkeen säätelyssä. Työmuistin rajallinen kapasiteetti ja tietoinen informaation käsittely rajoittavat tästäkin huolimatta suoritusta. (Maxwell ym. 2003.)

Tieteellisistä tutkimuksista on saatu tuloksia (Sun ym. 2005; Lam ym. 2010; Lola ym. 2012) joiden mukaan suorituksen kannalta olisi edullisempaa, että tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien toimintaa vahvistettaisiin harjoittelun alussa ja vasta sen jälkeen tietoista liikkeen säätelyjärjestelmää alettaisiin hyödyntää suorituksen muokkaamisessa. Tämä vaikuttaisi ehkäisevän riskiä liikkeen tietoiseen säätelyyn ja alisuoriutumiseen paineenalaisessa tilanteessa (Masters 1992). Lola ym. (2012) tutkivat päätöksenteon nopeutta ja syötön tarkkuutta lentopallon syöttötilanteessa taidon oppimisen kognitiivisessa vaiheessa olevilla koehenkilöillä (n=40), joiden keskimääräinen ikä oli  $11.2 \pm 0.3$  vuotta. Heidät jaettiin neljään ryhmään: implisiittiseen ryhmään, eksplisiittiseen ryhmään, yhdistelmä- ja kontrolliryhmään. Eksplisiittinen ryhmä sai harjoittelujakson aikana tietoa sekä teoriassa että harjoittelun muodossa. Heidä ohjeistettiin tarkasti koko harjoitusjakson ajan. Implisiittisellä ryhmällä oli myös teoria- ja harjoittelujakso, mutta he eivät saaneet tarkkoja ohjeita ja heidän keskittymistään häirittiin sekä teoria- että harjoitteluosiossa toissijaisella tehtävällä. Yhdistelmäryhmä harjoitteli aluksi implisiittisen ryhmän tavoin ja myöhemmin eksplisiittisen ryhmän tavoin. Kontrolliryhmä teki vain testit. Kaikkien ryhmien tulokset kehittyivät tutkimuksen aikana, mutta eniten kehitystä tapahtui yhdistelmäryhmällä ja toiseksi eniten implisiittisellä ryhmällä ( $p < 0.05$ ). (Lola ym. 2012.)

### **5.1.2 Fysiologisen väsymyksen sieto**

Reberin (1993) mukaan implisiittistä motorista oppimista ohjaavat tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät ovat evoluution näkökulmasta vanhempia kuin tietoiset liikkeen säätelyjärjestelmät. Jälkimmäiseksi mainitut ovat alkaneet kehittyä ihmiselle vasta paljon myöhemmin. (Reber 1993.) Tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien tehokas toiminta ratkaisi ihmisen eloonjäämisen taistelu- ja metsästystilanteissa. Taistellessaan hengestään ihmisen oli pystyttävä toimimaan tehokkaasti fysiologisen väsymyksen ja psykologisen paineen vallitessa. (Masters & Poolton 2012.)

Poolton ym. (2007) tutkivat implisiittisesti opitun motorisen taidon kestävyyttä anaerobisen väsymyksen vallitessa. Tutkimukseen osallistui 46 yliopisto-opiskelijaa, joiden tehtävänä oli syöttää rugby-pallo alakautta mahdollisimman tarkasti seinään piirrettyyn maaliin. Koehenkilöt jaettiin sattumanvaraisesti kahteen ryhmään, joista toinen aloitti harjoittelun läheltä maalia ja siirtyi asteittain kauemaksi maalista (implisiittinen). Toinen ryhmä aloitti harjoittelun puolestaan kaukaa maalista siirtyen asteittain lähemmäksi maalia (eksplisiittinen). Testivaiheessa koehenkilöiden piti suorittaa kaksi kertaa anaerobinen pyörätesti ennen heiton tarkkuustestiä. Anaerobisella väsymyksellä ei ollut vaikutusta implisiittisen ryhmän suorituksiin, kun sen sijaan eksplisiittisen ryhmän suoritukset heikkenivät selvästi. Masters ym. (2008) toistivat Pooltonin ym. (2007) tutkimusasetelman, mutta aiheuttivat koehenkilöille fysiologisen väsymyksen maksimaalisen hapenottokyvyn juoksutestillä. Fysiologisella väsymyksellä ei ollut vaikutusta implisiittisesti opittuun motoriseen taitoon. Sen sijaan aerobinen fysiologinen väsymys vaikutti negatiivisesti eksplisiittisesti opittuun motoriseen taitoon (Masters ym. 2008).

Fysiologisen väsymyksen negatiivinen vaikutus eksplisiittisesti opittuun motoriseen taitoon voi johtua siitä, että väsymys siirtää työmuistin huomion tietoisesta liikkeen säätelystä suorittamisen kannalta epäolennaisiin asioihin. Tällaisia ovat esimerkiksi koettu epämukavuuden tunne ja turhautuminen, jotka liittyvät väsymykseen. Implisiittisesti opittu motorinen taito ei ole riippuvainen käytettävissä olevasta työmuistista. Tämä voisi selittää sitä, minkä takia fysiologisella väsymyksellä ei vaikuttaisi olevan samanlaista negatiivista vaikutusta implisiittisesti opittuun motoriseen taitoon kuin eksplisiittisesti opittuun motoriseen taitoon. Toinen mahdollinen selitys voi olla se, että motorisia taitoja eksplisiittisesti opetellut henkilö saattaa lisätä tietoisesta liikkeen säätelyä, jotta fysiologinen väsymys ei vaikuttaisi suoritukseen. Tämä saattaa kuitenkin johtaa suorituksen epäonnistumiseen liiallisen tietoisesta liikkeen kontrolloimisen johdosta. (Masters ym. 2008.)

### **5.1.3 Taidon pysyvyys harjoittelun päätyttyä**

Implisiittinen oppiminen perustuu proseduraaliseen muistiin, jossa opitut motoriset sekä kognitiiviset taidot vaikuttaisivat säilyvän pidempään kuin deklaratiiivisessa muistissa (Liao & Masters 2001, 307). Allen ja Reber (1980) tutkivat kielioppisääntöjen säilyvyyttä. Oppimisen säilyvyyttä testattiin kahden vuoden päästä harjoittelun päätyttyä. Koehenkilöiden (n=8) tehtävänä oli opetella keksittyä kieltä, joka perustui keksittyihin kielioppisääntöihin. Harjoitusjakson jälkeen koehenkilöiden tehtävänä oli perehtyä uuteen materiaaliin, josta 50 prosenttia noudatti samoja kielioppisääntöjä ja tunnistaa, mitkä kohdat eivät olleet kieliopillisesti oikein. Koehenkilöt tunnistivat kielioppivirheet 81 prosentin tarkkuudella ja pystyivät verbaalisesti perustelemaan 40 prosenttia havaitsemistaan kielioppivirheistä. Kaksi vuotta harjoittelujakson jälkeen koehenkilöt pystyivät edelleen tunnistamaan kielioppivirheet 68 prosentin tarkkuudella, mutta eivät osanneet enää perustella verbaalisesti miksi jossakin oli kielioppivirhe. Koehenkilöt pystyivät siis edelleen tunnistamaan kielioppivirheet lähes yhtä hyvin kuin kaksi vuotta aikaisemmin, mutta eivät osanneet kuvata kielioppisääntöjä verbaalisesti. (Allen & Reber 1980.) Allenin ja Reberin (1980) mukaan proseduraalisen muistin säilyksessä oleva implisiittinen tieto on syvällisesti prosessoitua, minkä takia se säilyy pidempään kuin deklaratiiivisen muistin eksplisiittinen tieto (Allen & Reber 1980).

Orrell, Eves ja Masters (2004) tutkivat implisiittisen motorisen oppimisen vaikutusta tasapainon kehittymiseen. Tutkimukseen osallistui 42 koehenkilöä, joilla ei ollut aikaisempaa kokemusta tasapainoa haastavista lajeista kuten lumilautailusta tai surffauksesta. Koehenkilöt jaettiin kolmeen ryhmään, joista kaksi ohjasi koehenkilöitä implisiittiseen motoriseen oppimiseen (mielikuvat ja tarkoituksenmukainen progressio) ja yksi eksplisiittiseen motoriseen oppimiseen (tutkiva oppiminen). Tutkivan oppimisen katsotaan lisäävän eksplisiittistä tietoa. Oppimisen implisyyttä ja eksplisyyttä arvioitiin koehenkilöille kertyneen eksplisiittisen tiedon määrän perusteella, taidon kestävyydellä samanaikaisen toissijaisen tehtävän alaisessa tilanteessa ja taidon pysyvyydellä pitkän ajan kuluessa. Tutkivan oppimisen koehenkilöt omaksuivat enemmän eksplisiittistä tietoa. Siitä huolimatta kaikissa ryhmissä vaikuttaisi tapahtuneen paljon implisiittistä motorista oppimista, koska kaikki ryhmät pärjäsivät hyvin samanaikaisen toissijaisen tehtävän alaisessa tilanteessa ja taidon pysyvyydestä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että koehenkilöt pärjäsivät tasapainoilutestissä paremmin suorittaessaan samanaikaista toissijaista tehtävää kuin pelkästään tasapainoillessaan. Vaikuttaisi siis siltä, että omaksumista eksplisiittisestä tiedosta huolimatta, myös tutkivan oppimisen koehenkilöt hyödynsivät tiedostamattomia liikkeen säätelyjärjestelmiä tehtävän suorittamisessa. Tasapaino on taito, jonka oppiminen alkaa paljon aikaisemmin kuin yksilö pystyy tietoisesti analysoimaan omaa suoritustaan. Tut-

kijat epäilivätkin, että tasapainon säilyttäminen saattaa olla luonteeltaan niin tiedostamattomasti säädeltyä, ettei opetusmenetelmällä ole suurta merkitystä liikkeen säätelyn tietoisuuden tasoon. (Orrell, Eves & Masters 2004.)

Aikaisemmin esiteltyssä Pooltonin ym. (2007) tekemässä tutkimuksessa oli myös toinen osio, joka tutki monimutkaisen motorisen taidon (rugbypallon syöttäminen alakautta) pysyvyyttä pidemmän ajan kuluessa (vuosi harjoittelun päättymisestä). Tutkimuksessa havaittiin, että molempien ryhmien (n=46) tulokset säilyivät suurin piirtein samalla tasolla kuin vuotta aikaisemmin. Yllättävää oli, että tällä kertaa eksplisiittisen motorisen oppimisen koehenkilöiden suoritukset eivät kärsineet fysiologisesta väsymyksestä. Eksplisiittisen motorisen oppimisen koehenkilöt eivät myöskään enää osanneet kuvailla suoritustensa ydinkohtia. Vaikuttaisi siltä, että vuoden jälkeen eksplisiittisen ryhmän liikkeen säätely olisi siirtynyt enemmän tiedostamattomalle tasolle, mikä selittäisi heidän onnistumistaan fysiologisen väsymyksen alaisessa tilanteessa. (Poolton ym. 2007.)

#### **5.1.4 Samanaikaisten toissijaisten tehtävien tekeminen**

Implisiittinen motorinen oppiminen kehittää tiedostamatonta liikkeen säätelyjärjestelmää, joka ei ole riippuvainen käytettävissä olevasta työmuistista. Tämä mahdollistaa useiden tehtävien suorittamisen samanaikaisesti. Tietoista liikkeen säätelyä rajoittaa puolestaan työmuistin rajallinen kapasiteetti. (Gabbett & Masters 2011.) Esimerkiksi taitava jääkiekkoilija kykenee samanaikaisesti kuljettamaan kiekkoa ja havainnoimaan peliä. Mikäli pelaajan kiekonkäsittely kovassa vauhdissa on riippuvainen tietoisesta liikkeen säätelystä, kiekko todennäköisesti karkaa viimeistään, kun pelaaja alkaa havainnoida peliä. (Magill & Anderson 2012, 5).

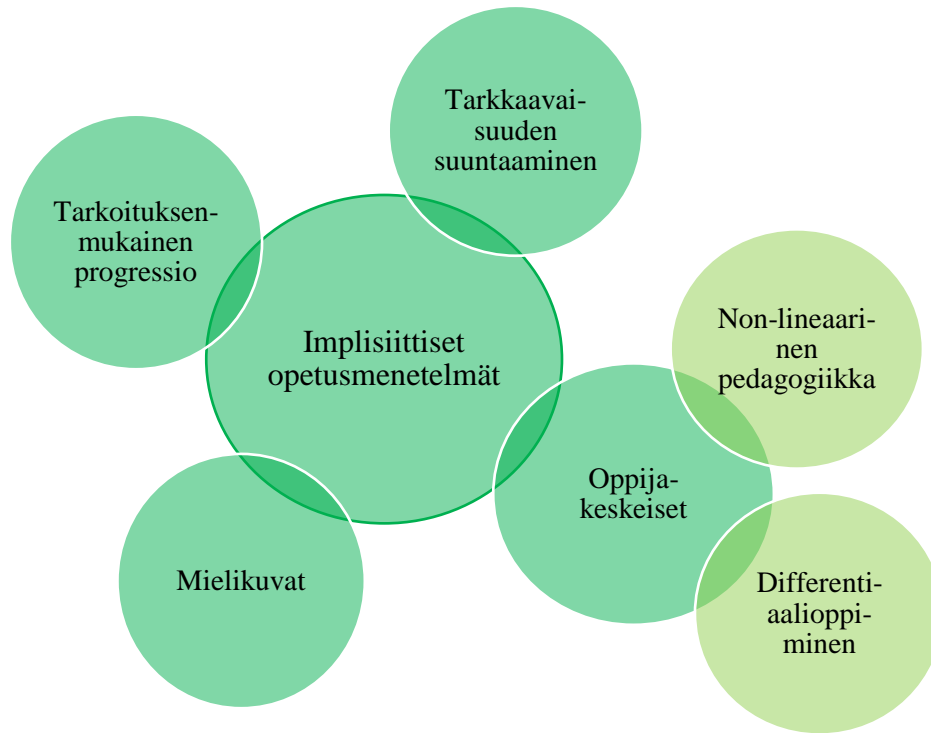
Tieteellisissä tutkimuksissa on käytetty paljon erilaisia samanaikaisia toissijaisia tehtäviä, kuten esimerkiksi äänimerkkiin reagoiminen mahdollisimman nopeasti sanomalla sattumanvarainen kirjain (Masters 1992; Hardy ym. 1996) tai laskemalla numeroita alaspäin (Capiro ym. 2013). Toissijaisen samanaikaisen tehtävän suorittaminen tarkoittaa sitä, että varsinaisen tehtävän (esimerkiksi golfin puttilyönti) lisäksi suoritetaan samanaikaisesti toissijaista tehtävää (esimerkiksi parillisten numeroiden laskeminen sadasta alaspäin) (Capiro ym. 2013). Toissijaisen tehtävän tarkoituksena on edistää implisiittistä motorista oppimista vähentämällä suorituksen tietoisuutta, kun tarkkaavaisuus siirretään toissijaisen tehtävän suorittamiseen. Implisiittiselle motoriselle oppimiselle on tyypillistä, että suoritus ei kärsi huomion siirtämisestä pois liikkeen suorittamisesta. (Masters 1992.)

## 5.2 Implisiittiset opetusmenetelmät

Erilaisilla opetusmenetelmillä voidaan vähentää riskiä tiedon uudelleen käyttöönnotolle suorituksen aikana (Masters & Maxwell 2004, 210). Tällaiset opetusmenetelmät ovat hyvin oppijakeskeisiä ja tukevat implisiittistä tapaa oppia (Eloranta & Jaakkola 2003). Erityisesti kilpailu-urheilussa valmentajat pyrkivät saamaan aikaan oppimistuloksia, jotka kestävät psykologisen paineen alla (Masters & Maxwell 2004, 210). Tämän takia on perusteltua pyrkiä luomaan oppimisympäristöjä, jotka tukevat implisiittistä oppimista ja vähentävät syntyvän eksplisiittisen tiedon määrää (Masters 1992). Implisiittisten opetus- ja harjoitusmenetelmien käyttö onkin lisääntynyt viime vuosina urheilussa menestyvien maiden taitoharjoittelussa (Jaakkola 2016).

Oppijakeskeisessä lähestymistavassa oppijan oma toiminta on oppimisen keskiössä (Eloranta & Jaakkola 2003). Harjoittelijoita rohkaistaan kokeiluun ja kehittämään ongelmanratkaisutaitoja sekä itsenäistä ja kriittistä ajattelua. (Eloranta 1997; 2003a; Eloranta & Jaakkola 2003; Tan ym. 2012.) Oppijakeskeisissä opetustyyleissä luodaan ympäristöjä, jotka sisältävät erilaisia virikkeellisiä, spontaaneja ja konkreettisia mahdollisuuksia. Näissä oppija voi motivoitua ja aktivoitua oman taitotasansa mukaisella tavalla. (Jaakkola 2010, 38.) Oppija sekä ympäristö nähdään yhteen nivoutuneena yksikönä, jossa oppija tulkitsee ympäristöä ja muokkaa suoritustaan sen mukaan (Chow 2013). Tällaisia opettamis- ja oppimismetodeja, jotka tukevat oppijakeskeistä ja implisiittistä motorista oppimista ovat mm. non-lineaarinen pedagogiikka, differentiaalioppiminen, ulkoinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen, mielikuvien käyttö, useiden tehtävien suorittaminen samanaikaisesti sekä tarkoituksenmukainen progressio. Näistä viimeisin on tutkimuksemme pääaiheena, joten käsittelemme sitä myöhemmin kappaleessa 5.2.4

Motoristen taitojen opettamista on pidetty hyvin vahvasti opettajalähtöisenä toimintana, jossa opettajalla tai valmentajalla on hyvin suuri merkitys (Eloranta & Jaakkola 2007). Tällainen opettajajohdoinen tyyli tukeutuu vahvasti eksplisiittisiin opetusmetodeihin, kuten informatiivisiin suoritusohjeisiin ja palautteeseen (Klatzkyn 1984, 62). Se on myös fokusoitunut teknisiin kriteereihin, vaikka kasvaneen tietoisuuden on osoitettu heikentävän automatisoitunuttakin suoritusta (Klatzkyn 1984, 62; Lee ym. 2014). Opettajajohtoiselle tyylille on myös ominaista palautteen antaminen samanlaisena eritasoisille oppijoille (Lee ym. 2014). Taidon harjoittelu nähdään hyvin lineaarisena prosessina, jossa suoritusta harjoitellaan osaharjoitteiden avulla kokonaissuoritusten sijaan (Eloranta & Jaakkola 2007; Chow ym. 2016, 26).



KUVA 3. Implisiittiset opetusmenetelmät.

### 5.2.1 Non-lineaarinen pedagogiikka ja differentiaalioppiminen

Non-lineaarinen pedagogiikka ja differentiaalioppiminen ovat opetusmetodeja, jotka pohjautuvat motorisen oppimisen ekologiseen teoriaan. Siinä oppija, ympäristö ja tehtävä nähdään yhtenä yksikkönä, jolloin yhden osa-alueen muokkaaminen vaikuttaa muihinkin osa-alueisiin. (Newell 1986; Chow ym. 2016, 29–31) Esimerkiksi oppimisympäristöä muokkaamalla harjoittelua voidaan ohjata haluttuun suuntaan. Ympäristö ohjaa tällöin oppijan liikkumista. Samalla oppija tekee ympäristöstä havaintoja, joiden avulla hän muokkaa omaa toimintaansa. (Davids ym. 2012.) Esimerkiksi jääkiekkomaalivahti joutuu jatkuvasti havainnoimaan ympäröivää peliä ja suhteuttamaan omaa toimintaansa siihen. Seuraavassa taulukossa on esitelty non-lineaarisen pedagogiikan ja differentiaalioppimisen peruseräpäät.

TAULUKKO 1. Oppijakeskeiset opetustyyli (Eloranta & Jaakkola 2003; Schöllhorn ym. 2006; Davids ym. 2012).

<b>Non-lineaarinen pedagogiikka</b>	<b>Differentiaalioppiminen</b>
<b>Pääajatus</b> Pysyvien oppimismuutoksien tuottaminen	<b>Pääajatus</b> Pysyvien oppimismuutoksien tuottaminen
Oppijan oman suoritustyylin löytäminen → ohjattu oivaltaminen	Suoritukset eivät ole juuri koskaan täysin identtisiä keskenään.
Liikkeen lopputulos tärkeämpää kuin liikkeen oppikirjamaisuus	Suoritustavat ovat yksilöllisiä → Ei oppikirjamaisuutta
<b>Harjoittelu</b> Ympäristöä ja tehtävää (säännöt, harjoitteluvälineet jne.) muokkaamalla/rajoittamalla ohjataan oppijan toimintaa. → Oppijan tiedostamattoman minän toiminnan edistäminen.	<b>Harjoittelu</b> Harjoittelussa tärkeää vaihtelevuus, esim. liikerytmi, kehonosat, välineet, ympäristö.
Toiminnan ja harjoittelun maksimoiminen → paljon tekemistä	Samaa harjoitetta toistetaan mahdollisimman vähän, 1-3 kertaa. → Auttaa oppijaa sopeutumaan erilaisiin ympäristöihin.
Havainnointi/päätöksenteko mukana harjoittelussa	Pyritään tuottamaan mahdollisimman paljon erilaisia suoritustyyliä. → Oppija löytää oman suoritustyykinsä. → Ongelmanratkaisu
<b>Ohjeistus</b> Ohjeistus ulkoisissa tarkkaavaisuuskohteissa	<b>Ohjeistus</b> Korjaavaa palautetta ei juuri anneta → Virheiden huomioimattomuus
Opettaja tarkkailijan roolissa	
<b>Muuta</b> Soveltuu hyvin koulumaailmaan ja harrastustointintaan.	<b>Muuta</b> Käyttö kohdistettu urheilumaailmaan, jossa on aikaa vaihdella harjoitteita jatkuvasti.

### 5.2.2 Ulkoinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen

Ulkoinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen tarkoittaa keskittymistä liikkeen tehokkuuteen ja liikkeeseen liittyviin kehon ulkopuolisiin kohteisiin, kuten välineisiin, vastustajaan tai harjoitusalueeseen. Sisäinen tarkkaavaisuuden suuntaaminen puolestaan tarkoittaa keskittymistä kehoon, esimerkiksi käsien asentoon tai niiden liikkeeseen. (Wulf 2007b; Wulf ym. 2010; Fournier & Farrow 2013, 37–38.) Ulkoiseen kohteeseen keskittyminen on todettu hyödyllisemmäksi motoristen taitojen oppimisen

kannalta kuin sisäiseen kohteeseen keskittyminen, koska sen katsotaan esimerkiksi nopeuttavan oppimisprosessia (Wulf ym. 2010). Ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde mahdollistaa automaattisen liikkeen kontrollin ilman, että liikkeen kontrolli häiriintyisi suorituksen aikana (McNevin ym. 2003), sillä se edistää tiedostamattomien ja automaattisten prosessien toimintaa. Tämä edesauttaa sitä, että liikkeen suorittaminen olisi tehokasta ja sujuvaa. (Wulf ym. 2010; Kauranen 2011, 293.)

Taidon tai liikkeen haastavuus vaikuttaa siihen, millainen tarkkaavaisuuden kohde edistää tai haittaa oppimista. Mikäli harjoitettava taito on suorittajalle helppo, ei keskittymiskohteella ole tehtävässä juurikaan väliä. (Wulf 2006; Wulf ym. 2007.) Tehtävän haastavuuden lisääntyessä tarkkaavaisuuden suuntaaminen ulkoiseen tai sisäiseen kohteeseen tulee sen sijaan merkityksellisemmäksi. Aloittelija saattaa hyötyä enemmän ulkoisesta tarkkaavaisuuden kohteesta, joka on lähellä kehoa, esimerkiksi tennismaila lentävän pallon sijaan. Kokenut oppija voi sen sijaan suunnata tarkkaavaisuuden vastustajaan tai palloon. (Wulf ym. 2007.) Ulkoisen tarkkaavaisuuden hyötyjä motorisessa oppimisessa on testattu positiivisin tuloksin eri taidoissa ja eri taidon oppimisen vaiheessa olevilla koehenkilöillä (Wulf 2013; Hadler ym. 2014).

Tarkkaavaisuuden suuntaaminen ulkoisiin kohteisiin liittyy niin keskittymiseen kuin ohjeiden ja palautteen antoon. (Wulf ym. 2000; Wulf 2007b, 110; Wulf ym. 2010.) Ohjeet ja palautteet tulisi antaa ulkoisen tarkkaavaisuuden kohteen lisäksi siten, miten kyseinen liike tulisi suorittaa, koska liikkeet ovat tallennettu aivoihin mielikuvina. Aivojen tiedostamattomat osat eivät ”tunnista” kieltosanoja, minkä takia kielteinen ohje aktivoi juuri sitä mielikuvaa, jota sillä yritetään kieltää. (Kauranen 2011.) Kun valmentaja huutaa oppijalle ”älä purista mailaa”, hän vahvistaa todennäköisyyttä, että oppija edelleen puristaa mailaa. Ohje tulisikin antaa mieluummin myönteisen tekemisen kautta: ”pidä mailasta kevyesti kiinni”. Mikäli oppijalle toistetaan jotain ohjetta, hän todennäköisesti toimii sen mukaan myös paineenalaisessa tilanteessa (Gabbett & Masters 2011).

### **5.2.3 Mielikuvat**

Mielikuvat syntyvät ajatuksissa tapahtumien ja kokemusten seurauksena eri aistikanavien avulla (Fournier & Farrow 2013, 18). Ne kuvaavat sitä, miltä liikkeen tulisi näyttää. Mielikuvien tarkoituksena on suunnata oppijan huomio suorituksen kokonaisuuteen teknisten ydinkohtien sijaan. Eksplisiittiset ohjeet voidaan siis antaa käyttäen mielikuvia liikkeistä, jolloin ne tukevat harjoittelun implisiittistä puolta. (Liao & Masters 2001.) Esimerkiksi kiekonheitossa valmentaja haluaa heittäjän pitä-



vän käden suorana pyörähdysten aikana. Sen sijaan, että hän pyytäisi heittäjää pitämään käden suorana, hän voi sanoa, että kiekon tulee piirtää mahdollisimman iso ympyrä. Tenniksessä kämmenlyöntiä harjoiteltaessa voi puolestaan kuvitella lyövänsä pallon sateenkaareen muotoiselle radalle. Taitojen oppimiseen vaadittavien mielikuvien tulee olla tehokkaita ja sisältää liikkeiden teknisiä sisältöjä kuvailevin keinoin (Liao & Masters 2001) Niiden tulee olla myös selkeitä ja ymmärrettäviä (Masters 2000). Esimerkiksi haluttaessa oppijan juoksevan nopealla askeltiheydellä, voi häntä ohjata juoksemaan kuin kuumalla alustalla tai tikittävän kuin ompelukone.

Liao ja Mastersin (2001) mukaan mielikuvien käyttäminen ohjeiden ja palautteen annossa saattaa auttaa oppijaa suoriutumaan paremmin paineenalaisissa tilanteissa. Mielikuvien on osoitettu edistävän implisiittistä oppimista ehkäisemällä oppimisen aikana syntyvän eksplisiittisen tiedon määrää ja siten vähentämällä tiedon uudelleen käyttöönoton riskiä. (Liao ja Masters 2001.) Heidän tutkimuksessaan koehenkilöiden (n=30) tehtävänä oli opetella pingiksen yläkierteinen kämmensyöttö. Koehenkilöt jaettiin kahteen implisiittisen oppimisen ryhmään ja yhteen eksplisiittisen oppimisen ryhmään. Toisessa implisiittisen oppimisen ryhmässä käytettiin mailan liikerataan liittyvää mielikuvaa harjoitteluvaiheessa ja toisessa ryhmässä päätehtävän lisäksi tehtiin toissijaista tehtävää samanaikaisesti. Eksplisiittisen oppimisen ryhmälle esiteltiin kaksitoista yläkierteisen kämmensyötön ydinkohtaa. Ryhmien välille ei muodostunut eroja oppimistuloksissa harjoitteluvaiheen lopussa eikä taidon pysyvyydestissä harjoittelujakson jälkeen. Implisiittisen oppimisen ryhmät kuitenkin pärjäsivät selvästi eksplisiittisen oppimisen ryhmää paremmin psykologisen paineenalaisessa testissä ( $p < 0.01$ ). (Liao & Masters 2001.)

#### **5.2.4 Tarkoituksenmukainen progressio**

Tarkoituksenmukainen progressio (*errorless learning*) tarkoittaa virheiden syntymisen vähentämistä harjoittelun aikana (Poolton ym. 2005). Tämän opetusmenetelmän englanninkielinen nimi on hieman harhaanjohtava, koska kyse on syntyvien virheiden määrän minimoimisesta opetusmenetelmän avulla eikä niiden poistamisesta kokonaan (Masters ym. 2001). Käytämmekin tässä työssä mieluummin opetusmenetelmän nimenä Tarkoituksenmukainen progressio, koska mielestämme se kuvaa opetusmenetelmää parhaiten.

Tarkoituksenmukaisessa progressiossa harjoittelu aloitetaan oppijan taitotasoon nähden tarpeeksi helppoista harjoitteista (Masters ym. 2001). Onnistumisten kokemista voidaan edistää esimerkiksi muokkaamalla oppimisympäristöä helpommaksi (Fisher 2014, 26). Harjoitteiden vaatimustasoa nostetaan

progressiivisesti säilyttäen oppijan onnistumisen kokemukset. Tällä tavoin pystytään vähentämään virheiden määrän syntymistä harjoittelussa, ja ehkäisemään suorituksen siirtymistä tietoiselle tasolle. (Masters ym. 2001.) Onnistuneiden suoritusten kokeminen katsotaan olevan tärkeää erityisesti oppimisen alkuvaiheessa (Fisher 2014, 26). Esimerkiksi tarkkuustehtävissä oppijan kannattaa harjoitella ensiksi kohteen läheltä ja vähitellen siirtyä kauemmaksi kohteesta suorituksen varmentuessa (Poolton ym. 2007). Tarkoituksenmukainen progressio nähdään implisiittisenä tapana oppia, sillä siinä esimerkiksi määritellään vähemmän sääntöjä ja ohjeita sanallisesti kuin virheiden avulla oppimisessa. Virheitä sisältävä oppiminen lisää deklarattiivisen muistin käyttöä, kun taas tarkoituksenmukainen progressio käyttää enemmän proseduraalista muistia suoritusten aikana. (Poolton ym. 2005; Fisher 2014, 26; Kamp ym. 2015.)

Mitä enemmän oppija saa onnistumisen kokemuksia ja mitä vähemmän tehdyistä virheistä kerrotaan hänelle palautteenannossa, sitä todennäköisemmin hän toimii tiedostamattomasti ja intuitiivisesti suoritusta tehdessään (Gabbett & Masters 2011; Farsi ym. 2012). Kun onnistuneita suorituksia huomioidaan, vahvistuu näiden suoritusten motoriset ohjelmat aivoissamme. Tällöin ei puolestaan synny ei-optimaalisten liikeratojen vahvistumista, sillä oppijan suoritusten virheelliset mielikuvat, skeemat unohtuvat. (Eloranta & Jaakkola 2003.) Oppija, joka harjoittelee implisiittisin keinoin, käyttää tiedostamatonta kontrollia liikkeitä tehdessään (Farsi ym. 2012), miettii vähemmän suorituksiaan ja käyttää vähemmän työmuistia suorituksen aikana kuin paljon virheitä tekevä ja epäonnistumisia kokeva oppija (Gabbett & Masters 2011; Farsi ym. 2012).

Onnistumisten kokeminen harjoittelussa näyttää johtavan huomattaviin oppimisen hyötyihin verrattessa virheitä ja epäonnistumisia sisältävään harjoitteluun. Esimerkiksi onnistumisten avulla harjoittelevien suoritukset eivät hajoa stressin tai uupumuksen seurauksesta yhtä helposti kuin paljon virheitä tekevien suoritukset. (Maxwell ym. 2001.) Oppijan suorituksen itsearviointi ja analysointi ovat myös vähäisempää onnistumisten kokemisen myötä kuin epäonnistumisten myötä (Kamp ym. 2015). Virheiden huomioimattomuuden myötä oppija voi myös tuntea olonsa luottavaisemmaksi kokeillessaan erilaisia liikevariaatioita (Gabbett 2011).

Tarkoituksenmukaisen progression tutkimuksissa on osoitettu, miten onnistumisten kokeminen on tuottanut parempia tuloksia testitilanteessa kuin paljon virheitä sisältävä harjoittelu (Maxwell ym. 2001; Capio ym. 2013). Tällainen tutkimus on tehty esimerkiksi golfin puttiharjoittelussa, johon osallistui 29 liikunta-alan opiskelijaa (Maxwell ym. 2001). Koehenkilöillä ei ollut aikaisempaa kokemusta golfista. Tutkimuksessa tarkoituksenmukaisen progression mukaisesti harjoitteleva ryhmä

lähti liikkeelle 25 cm:n päästä reiästä ja eteni harjoitusten edetessä 200 cm:n päähän reiästä. Virheitä tekevä ryhmä lähti puolestaan liikkeelle 200 cm:n päästä ja tuli vähitellen lähemmäksi reikää. Tutkimuksessa oli mukana myös kontrolliryhmä, joka sai suorittaa lyöntejä eri etäisyyksiltä missä tahansa järjestyksessä. ryhmät suorittivat jokaiselta eri etäisyydeltä (kahdeksan eri etäisyyttä) 50 puttilyöntiä. Testiosioon sisältyi putteja 200 cm:n päästä normaalisti sekä niin, että samaan aikaan suoritettiin toissijaista tehtävää. Testiin kuului myös putti 300 cm:n päästä, joka ei kuulunut harjoitusosioon. Tutkimus osoitti, että tarkoituksenmukaisen progression tyylillä harjoitteleva ryhmä teki paljon vähemmän virheitä sekä harjoittelun aikana ( $p < 0.005$ ) että kaikissa testiosioissa (toistotesti  $p = 0.01$ , paineenalainen testi  $p < 0.005$  ja putti 300 cm:n päästä  $p = 0.03$ ) kuin virheitä sisältävän harjoittelun ryhmä ja kontrolliryhmä. Tarkoituksenmukaisen progression ryhmän suoritukset eivät myöskään kärjineet testissä, jossa he suorittivat samanaikaista toista tehtävää, jolla kuormitettiin heidän työmuistiaan. Tämän takia voidaan olettaa, että oppiminen oli tapahtunut implisiittisesti. (Maxwell ym. 2001.)

Implisiittisen ryhmän onnistumiset vähenivät selvästi, kun he siirtyivät lyömään kauemmaksi reiästä harjoitusjaksolla. Maxwellin ym. (2001) mukaan tämä johtui siitä, että koehenkilöt alkoivat tietoisesti prosessoida suorituksiaan ja muodostaa eksplisiittistä tietoa lyönneistään. (Maxwell ym. 2001.) Näyttäisi siltä, että implisiittisen oppimisen edut säilyisivät siitäkin huolimatta, että oppiminen siirtyisi myöhemmässä vaiheessa eksplisiittiselle tasolle. (Poolton ym. 2005; Sun ym. 2005; Lam ym. 2010.)

Poolton ym. (2005) jatkoivat Maxwellin ym. (2001) tekemää koeasetelmaa siten, että ryhminä toimivat eksplisiittinen ryhmä ja sekoitus (implisiittis-eksplisiittinen) -ryhmä ( $n=35$ ). Koehenkilöt olivat nuoria aikuisia, joilla ei ollut kokemusta golfista. Harjoittelu- ja toistomäärät olivat samat kuin Maxwellin ym. (2001) tutkimuksessa. Molemmat ryhmät aloittivat harjoittelun lähimmältä etäisyydeltä siirtyen kauemmaksi. Ryhmille annettiin myös kuusi teknistä ohjetta puttauslyönnistä siten, että eksplisiittinen ryhmä sai ohjeet heti harjoittelun alussa ja yhdistelmäryhmä vasta 150 harjoituslyönnin jälkeen. Ryhmien välille muodostui ero testissä, jossa kuormitettiin työmuistia siten, että yhdistelmäryhmä pärjäsikin eksplisiittistä ryhmää paremmin. Heidän suorituksensa eivät huonontuneet samalla tavoin kuin eksplisiittisen ryhmän suoritukset. Tutkimustulos tukee ajatusta, että oppimisen alkuvaiheessa tiedostamattomasti opittu motorinen suoritus ei kärsi työmuistin kuormittumisesta. Sen sijaan eksplisiittisen ryhmän harjoittelu kuormitti alusta alkaen tietoisuutta, deklaratiivista muistia, joka toimii yhdessä työmuistin kanssa. (Poolton ym. 2005.)

Harjoitusetäisyys ei ole aina tuonut eroja implisiittisen ja eksplisiittisen ryhmän välille. Tutkittaessa tikanheiton tarkkuutta implisiittinen ryhmä harjoitteli heittämään ensiksi läheltä ja siirtyi vähitellen

kauemmaksi. Eksplisiittinen ryhmä teki päinvastoin. Tässä tapauksessa implisiittinen ryhmä ei kuitenkaan tehnyt eksplisiittistä ryhmää vähempää virheitä harjoittelun aikana. Toisessa tutkimuksessa implisiittinen ryhmä lähti etäisyyden sijaan heittämään aluksi isoon kohteeseen, kun taas eksplisiittinen ryhmä aloitti pienestä kohteesta. Harjoittelujaksossa ei ilmennyt eroja, mutta pysyvyydestissä ja siirtovaikutustestissä implisiittinen ryhmä osoitti kehittyneensä eksplisiittistä ryhmää paremmin. Implisiittisen ryhmän motivaatiotaso ja itseluottamus olivat korkeat verrattuna eksplisiittiseen ryhmään. Tämä saattaa olla yksi selitys implisiittisen oppimisen hyödyistä. Jos oppija saavuttaa onnistumisen kokemuksia harjoittelun alussa, haluaa hän todennäköisemmin jatkaa harjoittelua. (Cario ym. 2013.)

## 6 TUTKIMUSTEHTÄVÄT JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksessamme koehenkilöt harjoittelevat jääkiekon rannelaukausta implisiittisin ja eksplisiittisin keinoin. Harjoittelun avulla pyritään kehittämään koehenkilöiden laukaisutarkkuutta. Tutkimuksen tehtävänä on selvittää miten onnistuneiden ja epäonnistuneiden suoritusten määrä jääkiekon rannelaukauksen tarkkuuden harjoittelussa vaikuttaa taidon oppimiseen ja sen pysyvyyteen painetilanteessa. Pyrimme vastaamaan erityisesti seuraaviin kysymyksiin:

1. Saavutetaanko tiedostamattomalla oppimisella parempia tuloksia painetilanteessa kuin tietoisella oppimisella?

*Hypotesimme on, että implisiittisen ryhmän saavuttavan parempia tuloksia painetestissä kuin eksplisiittinen ryhmä (Masters & Maxwell 2004; Hardy ym. 1996; Masters 1992).*

2. Saavutetaanko pysyvämpiä oppimistuloksia jääkiekon rannelaukauksen tarkkuudessa silloin, kun harjoituksen alussa koetaan onnistumisen kokemuksia epäonnistumisten sijaan?

*Hypotesimme on, että tarkoituksenmukaisen progression oppimistyyllillä saavutetaan parempia oppimistuloksia taidon kehittymisessä kuin oppimistyyllissä, joka sisältää paljon epäonnistuneita suorituksia (Capiro ym. 2013; Maxwell ym. 2001).*

3. Onko implisiittisen ryhmän tarkkaavaisuus eksplisiittistä ryhmää enemmän ulkoisessa tarkkaavaisuuskohteessa?

*Hypotesimme on, että implisiittinen ryhmän tarkkaavaisuus on eksplisiittistä ryhmää enemmän ulkoisessa tarkkaavaisuuden kohteessa (maalitaulu) kuin suorituksen ydinkohdissa (Maxwell ym. 2001).*

4. Kokeeko implisiittinen ryhmä vähemmän turhautumista kuin eksplisiittinen ryhmä harjoitusjakson ja painetestin aikana?

*Oletamme myös, ettei implisiittinen ryhmä koe niin paljoa turhautumista (Poolton & Zachry 2007).*

5. Vaikuttavatko koettu turhautuminen sekä tarkkaavaisuuden suuntaaminen painetestissä onnistumiseen?

*Oletamme, että vähäinen turhautumisen kokeminen ja ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde edesauttavat painetestissä onnistumista (Poolton & Zachry 2007; Wulf 2007b).*

## **7 TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTO**

### **7.1 Tutkittavat**

Tutkimuksen kohdejoukkona olivat Jyväskylän jääkiekkoseura JYP:n ja Diskoksen A- ja B-junio-reita. Koehenkilöiden ikä oli keskimäärin  $17.4 \pm 0.9$  vuotta ( $n=32$ ). Heidät jaettiin kahteen eri ryhmään (implisiittinen ja eksplisiittinen) alkutestin perusteella. Jaoinme pelaajat ryhmiin siten, että aina kaksi pelaajaa, jotka saivat alkutestissä mahdollisimman samankaltaisen tuloksen, arvottiin eri ryhmiin. Tällä tavoin varmistimme, että ryhmät olisivat mahdollisimman tasavertaiset. Kummassakin ryhmässä oli siten 16 koehenkilöä.

Kontrolliryhmänä toimi Jyväskylän yliopiston jääkiekkjoukkueen pelaajia, JYP Akatemian ja A-juniorijoukkueen pelaajia sekä muita lajin jo lopettaneita pelaajia, jotka ovat harrastaneet jääkiekkoa vähintään teini-ikään saakka. Heidä osallistui tutkimukseen yhteensä 17 henkilöä, joiden keskimääräinen ikä oli  $23.1 \pm 3.3$  vuotta.

Koehenkilöt löysimme tutkimukseen Royn valmennustyön kautta. Kontrolliryhmän saimme opinto-jemme ja valmennustyön kautta. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Kaikki tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat miespuolisia. Kaikilla tutkimukseen osallistuvilla oli erilainen historia harjoitusmäärien suhteen. Voidaan kuitenkin olettaa, että he ovat taidon automaatiovaiheessa jääkiekon lajitaidoissa, koska kaikilla on lajihistoriaa useiden vuosien ajalta.

### **7.2 Tutkimustehtävän suunnittelu, tarvittavien välineiden rakentaminen ja etäisyyksien testaaminen**

Tutkimuksen rakenteen suunnitteluvaiheessa suunnitelmamme oli, että tutkimustehtävänä olisi jääkiekon lyöntilaukaus suoraan syötöstä. Valitsimme kyseisen tehtävän, koska suoraan syötöstä laukominen on haastavampaa kuin paikaltaan ampuminen (Rouvali 2014). Ajattelimme sen olevan tutkimusjoukolle mielekkäämpi tehtävä kuin paikaltaan laukominen ja koimme, ettemme saisi tarpeeksi eroavaisuuksia ryhmien välille paikaltaan laukoessa. Halusimme rakentaa syöttölaudun, johon laukojan tulisi itse syöttää kiekko ja laukaista kiekko maaliin paluukiekosta. Tämä loisi todennäköisesti laukojille uuden ja haastavan tilanteen. Kiekon syöttäminen syöttölaudalle siten, että kiekko palaa takaisin samaan kohtaan, on hankalaa. Rakensimme ensimmäisen prototyypin, joka oli puupala muovipäällysteellä. Ajattelimme sen palauttavan kiekon jääkiekkokaukalon laitojen tapaan. Valitettavasti

emme saaneet syöttöseinää tarpeeksi lujasti jäähän kiinni. Kun kiekko osui syöttöseinään, se antoi periksi. Tämän jälkeen rakensimme X-mallisen syöttöseinän. Siihen kiinnitimme vahvan kuminauhan, joka palauttaisi kiekon laukojalle. Ongelmaksi muodostui edellisen tapaan kiinnitysmekanismit ja se, että kiekko tuli syöttää kuminauhaan todella tarkasti, jotta se tulisi samaan kohtaan takaisin.

Koska syöttöseinä palautti kiekon epätarkasti, rakensimme syöttökuilun. Tämän ansioista saimme kiekon juuri haluamaamme kohtaan. Ammuimme kiekkoja kuilua pitkin kuminauhan avulla. Testasimme laitetta testilaukojan kanssa. Laitte toimi hyvin, mutta laukojan laukomistarkkuus suoraan syötöstä oli heikko. Päätimme luopua suoraan syötöstä laukomisesta, jotta testituloksia voisi verrata keskenään. Uskomme, että lyhyessä ajassa suoraan syötöstä laukomisen onnistumisprosentti olisi ennemminkin onnea kuin oppimista. Valitsimme tämän jälkeen jääkiekon rannelaukauksen tutkimustehtäväksemme.



KUVA 4. Prototyyppekehittelyt: syöttöseinä, X-mallinen syöttöseinä ja syöttölinko.

Kun olimme päättäneet yksinkertaista tutkimustehtävää, pääsimme testaamaan maalitaulun kokoa ja laukomisetäisyyksiä. Päädyimme maalitauluun, jonka koko oli 30 x 45 senttimetriä. Maalitaulun paikkana oli jääkiekkomaalin yläkulma. Yläkulman puoli riippui laukojan käteisyydestä siten, että vasen käsi alhaalla laukova henkilö ampui vasempaan kulmaan ja oikea käsi alhaalla laukova henkilö puolestaan ampui oikeaan yläkulmaan. Rakensimme useita erilaisia malleja maalitaulusta yhdessä liikuntabiologian laitoksen työpajan kanssa. Hylkäsimme jälleen monta mallikappaletta, koska ne eivät kestäneet kiekkojen osumia. Lopulta saimme kestävän, vesivanerista tehdyn maalitaulun. Se maalattiin mustaksi, jotta se erottuisi hyvin jääympäristöstä. Maalitaulun yläosaan tehtiin kaksi reikää, joista se sidottiin jääkiekkomaaliin kiinni.



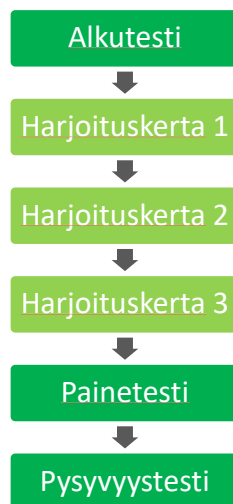
KUVA 5. Tutkimuksessa käytetyt maalitaulut.

Laukaisuetäisyyksiä testasimme testilaukojen kanssa. Halusimme löytää harjoitusjaksolle etäisyydet, joilta osumistarkkuudet vaihtelevat. Lähimmäksi etäisyydeksi valitsimme laukomispaikan, joka oli 5,5 metriä jääkiekkomaalista. Tältä etäisyydeltä testilaukojat saivat kaikki lauotut kiekot osumaan maalitauluun (kymmenen osumaa kymmenestä). Seuraavaksi etäisyydeksi valitsimme 7,75 metriä maalista. Tältä etäisyydeltä osumistarkkuus oli edelleen melko hyvä, mutta erosi kuitenkin edellisestä (seitsemästä yhdeksään osumaa kymmenestä). Kolmanneksi etäisyydeksi valitsimme 10 metriä. Tältä etäisyydeltä osumatarkkuudessa ilmeni huomattava heikkeneminen aikaisempiin etäisyyksiin verrattuna (neljästä seitsemään osumaan kymmenestä). Kaikkien kolmen laukaisuetäisyyden tuli olla sellaisia, joilta tutkimushenkilöt jaksoivat laukoa useita kymmeniä kertoja peräkkäin. Testietäisyydeksi valitsimme 7,75 metriä, joka oli keskimääräinen etäisyys harjoituskerroilla.

### 7.3 Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma suunniteltiin siten, että mittauskertojen avulla pyrittiin havainnoimaan implisiittisen ja eksplisiittisen harjoitustyylien vaikutuksia painetilanteessa ja oppimisessa. Oppimista halusimme kuvata pysyvyydestin avulla. Sitä on paljon käytetty aikaisemmissa motorisen taidon tutkimuksissa osoittamaan taidon oppimista (Rose & Christina 2006, 209; Hadler ym. 2014; Konttinen & Kuokkanen 2015). Painetestin valitsimme yhdeksi testiksi, sillä sen on todettu erottelevan implisiittisesti ja eksplisiittisesti harjoittelevia ryhmiä aiemmissa tutkimuksissa (Maters 1992; Rendell ym. 2011). Kuva 6 osoittaa tutkimuksemme aikajänteen.





KUVA 6. Tutkimuksen rakenne.

#### 7.4 Interventio

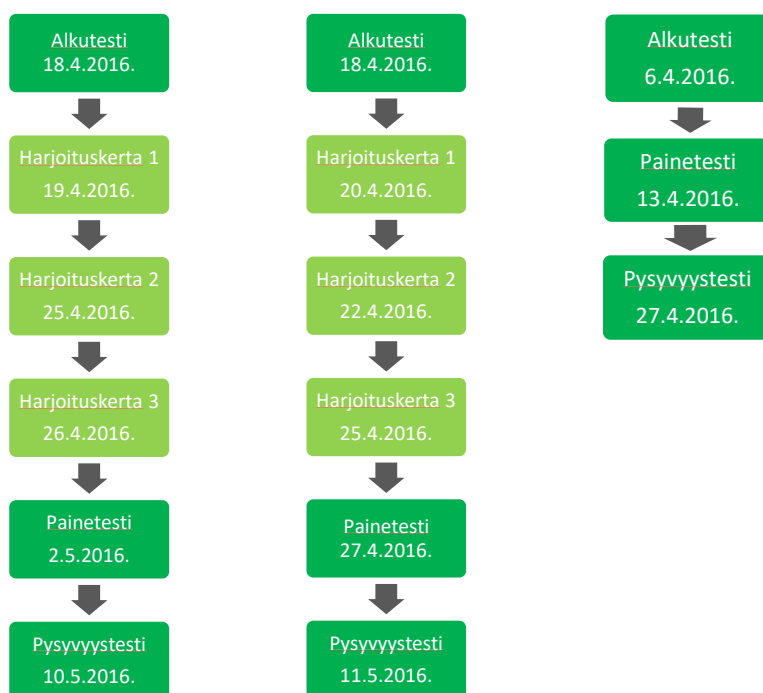
Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena, eli määrällisenä interventiotutkimuksena. Interventio sisälsi tutkimusryhmille ja kontrolliryhmille kolme testikertaa (alku-, paine- ja pysyvyytestti). Kahdella ryhmä (implisiittinen, eksplisiittinen harjoittelu) oli alku- ja painetestin välillä harjoitusjakso, joka sisälsi kolme harjoituskertaa. Harjoituskerrat toteutettiin joka kerta samalla tavalla. Ryhmät vastasivat myös Harjoittelun koettu vaativuus -kyselyyn harjoitusjakson päätyttyä sekä painetestin jälkeen.

Interventio järjestettiin Jyväskylän harjoitusjäähallissa (kentät 1 ja 2). Hyödynsimme koehenkilöiden aamujäävuoroja interventiossamme. Nämä jäävuorot olivat koulun puolesta järjestettyjä harjoituksia. Sovimme aamujäävuorojen valmentajan ja joukkueiden valmentajien kanssa, että saimme hyödyntää jäävuorot tutkimukseemme. Tutkimus toimii urheilijoille siten myös harjoituksena. Kontrolliryhmän testikerroille saimme jäävuorot yliopiston kautta.

*Testit.* Jokaisen testikerran alussa koe- ja kontrolliryhmien koehenkilöt saivat kokeilla testisuoritusta viisi kertaa. Tämän jälkeen alkoi virallinen testiosuus. Alkutestissä koehenkilöt kävivät jäällä vuorotellen ampumassa 30 rannelaukausta. Painetestissä testisuoritus oli sama, mutta kaikki koehenkilöt olivat samaan aikaan jäällä. Toiset koehenkilöt katsoivat yhden koehenkilön suoritusta kerralla, mikä löi laukovalle koehenkilölle painetilanteen. Painetestti toteutettiin harjoitusjakson päätyttyä.

Pysyvyystesti toteutettiin kahdeksan tai 14:n päivän kuluttua painetestin päättymisestä. Oleellista pysyvyystestissä on se, ettei oppija harjoitellut kyseistä taitoa harjoitusjakson ja pysyvyystestin välissä. Oppijalle ei myöskään annettu palautetta suorituksesta pysyvyystestin aikana. (Rose & Christina 2006, 170–188.) Ohjeistimme koehenkilöitä olemaan harjoittelematta rannelaukausta painetestin ja pysyvyystestin välissä. Pysyvyystesti suoritettiin samalla tavoin kuin alkutesti. Valitettavasti emme saaneet jäävuoroja siten, että jokaisella harjoitusryhmällä olisi ollut yhtä pitkä aika painetestin ja pysyvyystestin välillä. Molempiin tutkimusryhmiin kuului sekä implisiittisen että eksplisiittisen ryhmän koehenkilöitä. Kontrolliryhmälle järjestettiin erilliset testikerrat. Kirjasimme pelaajien osumat ylös jokaiselta testikerralta.

*Harjoitusjakson kuvaus.* Tutkimukseen kuului kolme harjoituskertaa ryhmille. Jokaisella harjoituskerralla koehenkilöt suorittivat rannelaukauksen 90 kertaa. Laukaisuetäisyyksiä oli kolme ja jokaiselta etäisyydeltä lauottiin 30 kertaa. Implisiittinen ryhmä aloitti laukomisen joka kerta lähimmältä etäisyydeltä edeten kauimmaiselle. Eksplisiittinen ryhmä aloitti puolestaan kauimmalta laukaisuetäisyydeltä. Kirjasimme koehenkilöiden osumat ylös harjoituskerroilla. Harjoituskertojen päivät ja kellonajat eivät olleet yhtenevät olemassa olevien resurssien vuoksi. Koehenkilöt harjoittelivat tutkimusryhmittäin, jolloin molemmat harjoitusryhmät sisälsivät sekä eksplisiittisesti että implisiittisesti harjoittelevia.



KUVA. Harjoitusryhmien 1 ja 2 sekä kontrolliryhmän tutkimusaikataulut.

## 7.5 Tutkimuksessa käytetty mittari

*Harjoittelun koettu vaativuus.* Harjoittelun koettua vaativuutta mitattiin NASA TLX (Human Performance Group 2015) mittaria hyödyntäen. NASA TLX – mittaria on käytetty arvioitaessa tutkimukseen osallistuvien henkistä kuormittumista. Näissä tutkimuksissa mittarin käyttö on havaittu luotettavaksi ja päteväksi mittariksi. (Xiao ym. 2005.) Mittarin luotettavuutta ja pätevyyttä ei ole aikaisemmin juuri tutkittu liikunta-alan tutkimuksissa. Konttinen ym. (2015) käyttivät kyseistä mittaria tutkittaessa differentiaaliharjoittelun vaikutusta koripallon vapaaheitossa (Konttinen & Kuokkanen 2015).

Henkinen vaativuus	Henkinen vaativuus
Fyysinen vaativuus	Fyysinen vaativuus
Ajallinen vaativuus	Keskittyminen
Suorituksen onnistuminen	Suorituksen onnistuminen
Yrittäminen	Yrittäminen
Turhautuminen	Turhautuminen
	Suorituksen miettiminen
	Tarkkaavaisuuden suuntaaminen

KUVA 8. Vasen kuvio kuvaa harjoittelun koetun vaativuuden arviointiin suunniteltua NASA TLX – mittarin (Human Performance Group 2015) osa-alueita ja oikea kuvio kuvaa tutkimuksessamme käytettyä mittaria.

Jätimme NASA TLX -mittarin kysymyksiä pois ja lisäsimme kysymyksiä, jotka linkittyivät paremmin tutkimuskysymyksiimme (kuvat 8 ja 9). Mittarissa on jokaisen kysymyksen kohdalla 20 vastausvaihtoehtoa. Ohjeistimme tutkittavia vastaamaan kyselyyn omien tuntemustensa perusteella tutkimuksen aikaisesta harjoittelusta. Seuraavassa kuvassa on esitetty mittarimme kysymykset:

**1. Henkinen vaativuus, Kuinka vaativaa harjoittelu oli henkisesti?**

- 1 Erittäin helppoa – 20 Erittäin vaativaa

**2. Fyysinen vaativuus, Kuinka vaativaa harjoittelu oli fyysisesti?**

- 1 Erittäin helppoa – 20 Erittäin vaativaa

**3. Keskittyminen, Kuinka hyvin pystyit keskittymään suorituksiisi?**

- 1 Erittäin hyvin – 20 Erittäin huonosti

**4. Suoritus, Kuinka hyvin onnistuit mielestäsi suorituksissasi?**

- 1 Onnistuin täydellisesti – 20 Epäonnistuin

**5. Yrittäminen, Kuinka kovaa jouduit yrittämään onnistuaksesi?**

- 1 Erittäin vähän – 20 Erittäin kovaa

**6. Turhautuminen, Kuinka turhautuneeksi tai stressaantuneeksi koit itsesi harjoittelun aikana?**

- 1 Erittäin vähän – 20 Erittäin paljon

**7. Rannelaukauksen miettiminen, Kuinka paljon mietit rannelaukaustasi harjoittelun aikana?**

- 1 Erittäin vähän – 20 Erittäin paljon

**8. Tarkkaavaisuuden kohde, Kumpaan keskityit laukoessasi?**

- 1 Maalitaulu – 20 Tekniset ydinkohdat (esim. käsien kulmat, laukaisuasento)

KUVA 8. Tutkimuksen kyselyosion kysymykset NASA TLX -mittaria hyödyntäen.

Painetestissä pelaajat vastasivat kyselyyn uudestaan. Tällä kertaa heidän tuli miettiä ainoastaan painetestiä kysymyksiin vastatessa. Kysymykset olivat muuten samat, mutta vaihdoimme harjoitus -sanan tilalle painetesti -sanan ja jätimme kysymyksen numero 2. fyysinen vaativuus pois. Koimme tämän merkityksettömäksi painetestiä ajatellen. Tutkimuksessamme halusimme kiinnittää huomioita erityisesti kysymyksiin numero 6. turhautuminen ja 8. tarkkaavaisuuden kohde (kuva 8). Tutkimuskysymyksissä halusimme tarkastella tutkittavien koettua turhautumista ja suorituksen onnistumista painetestin aikana sekä tarkkaavaisuuden suuntaamista.

## 7.6 Tutkimusaineiston analysointi

Aineiston tilastolliseen analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics 22 -ohjelmaa. Testi- ja harjoituskertojen tuloksista sekä kyselyosioden vastauksista hyödynnettiin keskiarvoja ja keskihajontoja. Koe- ja kontrolliryhmien tulosten mahdollisia oma- ja yhdysvaikutuksia eri testikertojen välillä analysoitiin toistomittausten multivarianssianalyysillä. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkasteltiin ryhmien välisiä eroja eri testikerroilla. Ryhmien välisiä eroja kyselyosion eri osa-alueissa analysoitiin

T-testillä. Kiinnitimme huomiota erityisesti tutkittavien turhautumiseen, tarkkaavaisuuden suuntaamiseen sekä suorituksen koettuun onnistumiseen. Kyselyosiossa vertailtiin vain kahta ryhmää (implisiittinen ja eksplisiittinen). Pearsonin tulomomenttikorrelaatiolla selvitettiin, miten kyselyiden eri osa-alueet korreloivat keskenään sekä painetestissä onnistumisen kanssa. Korrelaatiokertoimissa käytettiin raja-arvoja 0.80–1.0 (korkea), 0.60–0.80 (kohtalainen) ja 0.40–0.60 (matala) (Metsämuuronen 2005, 364).

## 7.7 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten toistettavuutta. Tämä tarkoittaa tutkimusmenetelmien ja –mittareiden kykyä antaa sattumasta riippumattomia tuloksia. (Hirsjärvi ym. 2004, 216.) Validiteetti puolestaan tarkoittaa tutkimusmenetelmien ja –mittareiden kykyä mitata tarkoituksenmukaista ominaisuutta mahdollisimman tarkasti (Hirsjärvi ym. 2004, 216). Tutkimuksen validius voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Ensimmäinen kuvaa sitä, että mittaako tutkimus haluttua ominaisuutta. Jälkimmäinen kertoo puolestaan sen, onko tutkimuksesta saadut tulokset yleistettävissä. (Metsämuuronen 2005, 57.)

Tutkimusinterventio jäljitteli aikaisempia saman aiheen interventioita. Interventio pyrittiin pitämään myös melko yksinkertaisena, tulokset olisivat luotettavia ja toistettavissa olevia. Tulokset jäljittelivät myös aikaisempien tutkimustulosten mallia. Nämä tukevat tutkimuksen reliabiliteettia. Tutkimuksen sisäinen validius pyrittiin myös säilyttämään. Tähän pyrittiin siten, että laukaisuetäisyydet –olosuhteet olivat aina samat. Mittasimme ennen testi- ja harjoituskertoja laukaisuetäisyydet, tarkistimme maalitaulujen kunnon, koehenkilöt suorittivat testi- ja harjoituskerrat mahdollisimman samalla tavalla eikä heille kerrottu missään vaiheessa intervention aikana tutkimuksen taustaa tai teoriaa. Emme kuitenkaan pystyneet vaikuttamaan täysin siihen, harjoittelivatko tutkittavat laukomista intervention ulkopuolella ohjeistuksestamme huolimatta.

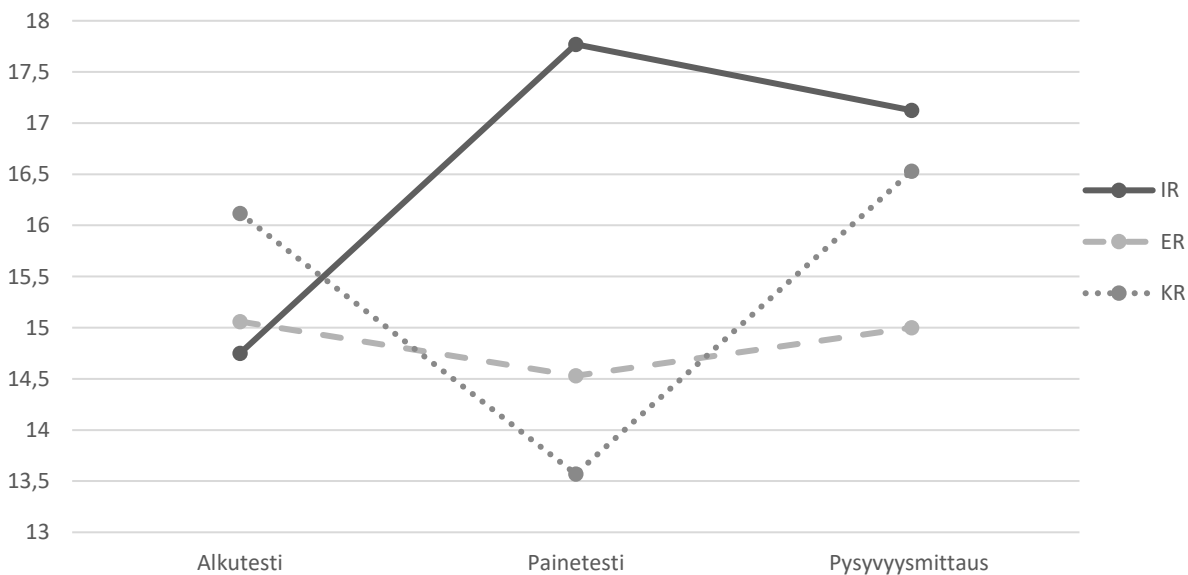
Sen sijaan tutkimuksen ulkoinen validiteetti jäi matalaksi, minkä vuoksi tutkimustuloksia ei voida yleistää. Tutkimuksen toteuttamiseen liittyi paljon epävarmuutta. Intervention otoskoko oli pieni (49) ja koehenkilöille tuli poissaoloja erilaisten syiden vuoksi. Jääaikojen saaminen oli myös haasteellista kyseisenä ajanjaksona. Epävarmuutta saattoi lisätä myös se, etteivät kaikki testi- ja harjoituskerrat olleet samaan kellonaikaan. Tällaisiin asioihin emme kuitenkaan pystyneet vaikuttamaan, koska saimme käyttöömmme tiettyjä jääaikoja. Haastetta intervention tasapuolisuuteen toi myös suoritusten kirjaaminen reaaliajassa. Seurasimme kahta koehenkilöä kerralla, jolloin mahdollisuus virheellisiin

arvioihin kasvoi. Tiesimme myös, kumpaan ryhmään tutkittavat kuuluivat, jolloin tuloksia olisi ollut helppo manipuloida. Pyrimme kuitenkin kirjaamaan tulokset mahdollisimman tasapuolisesti ja realistisesti. Tutkimustulosten luotettavuutta edistää kuitenkin se, että tutkimuksessa oli mukana kontrolliryhmä.

## 8 TULOKSET

### 8.1 Ryhmien väliset erot paine- ja pysyvyystesteissä sekä harjoittelun yhdysvaikutus

Alkumittauksessa implisiittisen ryhmän osumamäärän keskiarvo oli 14.8 ja keskihajonta 5.3. Eksplisiittisen ryhmän osumamäärän keskiarvo oli  $15.1 \pm 4.9$ . Kontrolliryhmän keskiarvo oli  $16.1 \pm 3.9$ . Paine- ja pysyvyystesteissä implisiittisen ryhmän saavuttama keskiarvo oli  $17.8 \pm 3.9$ , eksplisiittisen ryhmän  $14.5 \pm 5.1$  ja kontrolliryhmän  $13.6 \pm 4.7$ . Paine- ja pysyvyystesteissä implisiittisen ryhmän tulokset olivat  $17.8 \pm 3.9$ , eksplisiittisen ryhmän  $14.5 \pm 5.1$  ja kontrolliryhmän  $13.6 \pm 5.2$ . Kaksi viikkoa harjoittelun päättymisestä järjestetyissä pysyvyystesteissä tulokset olivat implisiittisellä ryhmällä  $17.1 \pm 5.0$  ja 16, eksplisiittisellä ryhmällä  $15.0 \pm 4.7$  ja 16 ja kontrolliryhmällä  $16.5 \pm 3.4$ . Minkään ryhmän testitulosten muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Implisiittinen ryhmä kuitenkin paransi osumatulostaan niin painetestissä kuin pysyvyystestissä alkutestiin verrattuna. Eksplisiittisen ryhmän testitulokset eivät juuri muuttuneet interventiojakson aikana. Kontrolliryhmän painetestituloksissa havaitaan notkahdus, mutta alku- ja pysyvyystestitulokset eivät juuri poikenneet toisistaan. Ryhmien testitulosten muutoksia on havainnollistettu kuviossa.

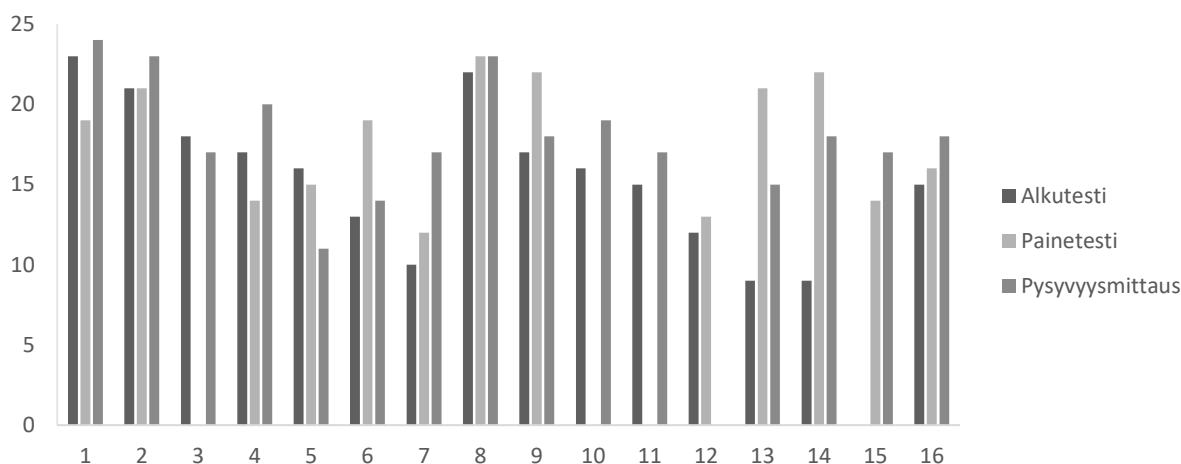


KUVIO 1. Osumat ryhmien ja kontrolliryhmän osalta kolmella testikerralla. Asteikko 0-30. X-akselillä kolme eri testikertaa (alkutesti, paine- ja pysyvyystesti). Ryhmät: IR = implisiittinen, ER = eksplisiittinen ja KR = kontrolliryhmä.

Toistomittausten multivarianssianalyysi osoitti, että implisiittisen ryhmän ja kontrolliryhmän välille (yhdysvaikutus) löytyi tilastollisesti merkitsevä ero ( $F_{2,46} = 3.87, p < 0.03; \eta^2 = 0.14$ ). Ero ilmeni alku- ja painetestin välillä. Alku- ja pysyvyystestin välillä yhdysvaikutusta ei ollut.

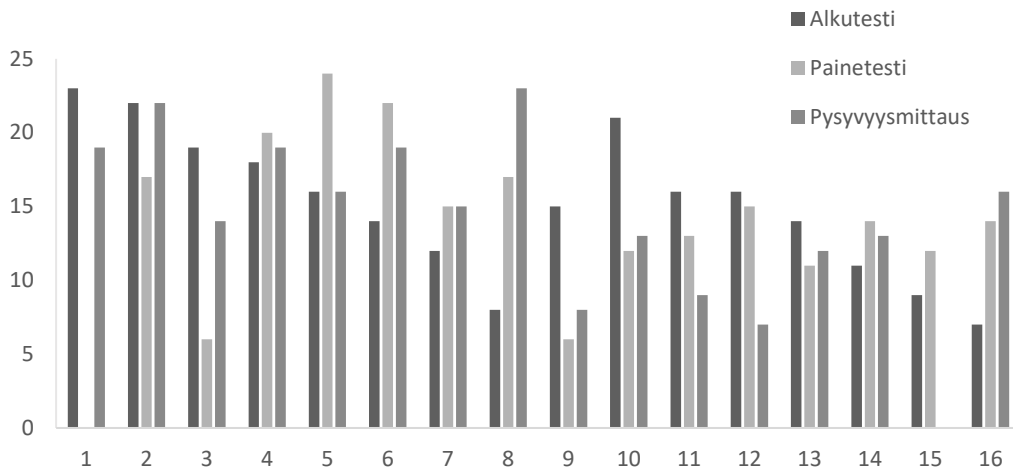
Yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja LSD post hoc -testillä tarkasteltiin koe- ja kontrolliryhmien eroja jokaisella testikerralla erikseen. Painetestissä implisiittisen ja eksplisiittisen ryhmän ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.04$ ) siten, että implisiittisellä ryhmällä osumia oli merkitsevästi enemmän. Myös implisiittisen ja kontrolliryhmän välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.01$ ) implisiittisen ryhmän hyväksi (IR > ER > KR). Pysyvyystestikerralla erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä eikä eksplisiittisen ryhmän ja kontrolliryhmän väliset erot millään testikerralla.

Kuvailevat tilastot osoittavat, että implisiittisen ryhmän koehenkilöistä (16) 14 paransi tulostaan painetestissä ja/tai pysyvyystestissä alkutestiin verrattuna. Vain kolmella koehenkilöllä painetestistä saatu tulos oli heikompi kuin alkutestin tulos. Kahdella koehenkilöllä pysyvyystestin tulos heikkeni alkutestistä. Eksplisiittisen ryhmän koehenkilöistä (16) vain kahdeksalla testitulos parani tai pysyi samana painetestissä ja/tai pysyvyystestissä alkutestiin verrattuna. Seitsemällä koehenkilöllä tulos sekä laski että parani painetestissä alkutestiin verrattuna.



KUVIO 2. Implisiittisen ryhmän koehenkilöiden henkilökohtaiset tulokset testikerroilta. Asteikko 0-30.

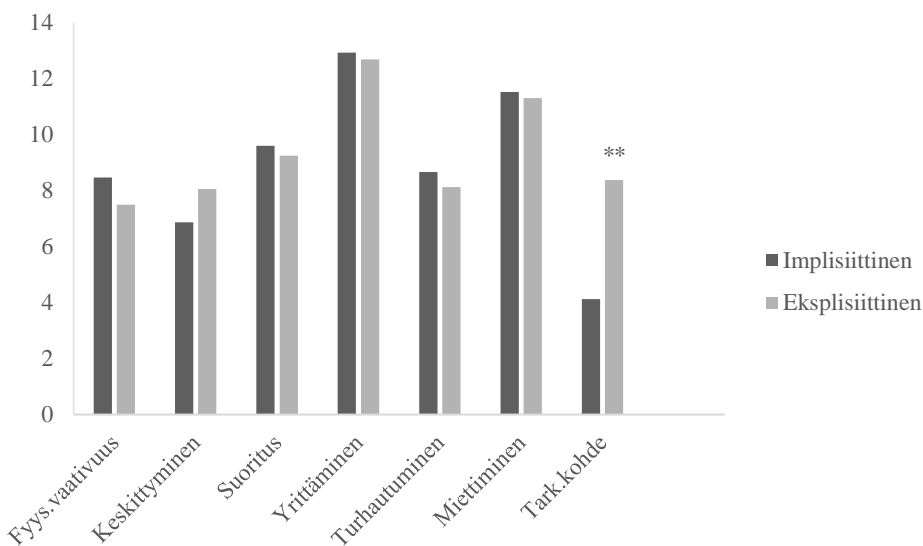




KUVIO 3. Eksplisiittisen ryhmän koehenkilöiden henkilökohtaiset tulokset testikerroilta. Asteikko 0-30.

## 8.2 Tarkkaavaisuuden suuntaaminen ja koettu turhautuminen

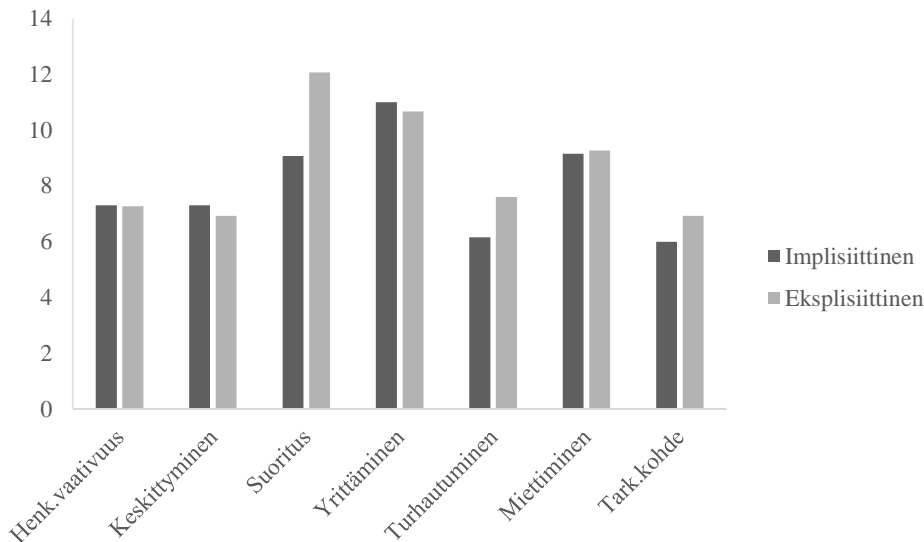
T-testillä analysoitiin kyselyosioden vastauksia ryhmien välillä. Kuvio 4 osoittaa, että harjoitusjakson aikana implisiittisen ryhmän tarkkaavaisuus oli eksplisiittistä ryhmää enemmän maalitaulussa (ulkoinen tarkkaavaisuuskohte). Muissa osa-alueissa ei ollut selkeää eroa ryhmien välillä.



KUVIO 4. Harjoitusjakson kyselyosion eri osa-alueiden tulokset tutkimusryhmittäin. Asteikko 1-20.

\*\*  $p < 0.01$  tilastollisesti merkitsevä ero.

Painetestin jälkeisen kyselyosion kuvaaja (kuvio 5) osoittaa, että painetestissä implisiittinen ryhmä koki vähemmän turhautumista kuin eksplisiittinen ryhmä. He kokivat myös onnistuneensa testissä eksplisiittistä ryhmää paremmin. Tarkkaavaisuuskohte oli implisiittisellä ryhmällä enemmän ulkoisessa kohteessa kuin eksplisiittisellä ryhmällä. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.



KUVIO 5. Painetestin jälkeisen kyselyosion eri osa-alueiden tulokset tutkimusryhmittäin. Asteikko 1-20.

Kuvailevat tilastot (kuvio 4 ja 5) osoittavat, että ryhmien vastauksissa oli eroja harjoitusjakson ja painetestin kyselyiden välillä. Painetestissä implisiittisen ryhmän koehenkilöt eivät kokeneet turhautumista yhtä paljon kuin harjoitusjakson aikana. Suorituksen yrittäminen ja miettiminen olivat myös vähäisempää painetestissä kuin harjoitusjaksolla. Sen sijaan harjoitusjakson aikana koehenkilöt keskittyivät enemmän ulkoiseen kuin sisäiseen tarkkaavaisuuskohteeseen painetettiin verrattuna. Eksplisiittinen ryhmä koki suoriutuneensa paremmin harjoitusjaksolla kuin painetestissä. Painetestissä ryhmä koki enemmän turhautumista kuin harjoitusjaksolla. Tarkkaavaisuuskohte oli sen sijaan enemmän ulkoisessa kohteessa painetestissä harjoitusjakssoon verrattuna.

### 8.3 Korrelaatiot kyselyosioden eri osa-alueiden välillä molemmilla mittauskerroilla sekä painetestissä onnistumisen välillä

Pearsonin tulomomenttikorrelaatiolla selvitettiin kyselyosioden eri osa-alueiden välisiä korrelaatioita harjoitusjakson ja painetestin päätteeksi. Samalla menetelmällä analysoitiin myös painetestitulosten ja kyselyn eri osa-alueiden välistä korrelaatioita.

Harjoitusjakson päätteeksi tehdyssä kyselyssä löytyi joitain tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita kyselyn eri osa-alueiden välillä. Kaikki riippuvuudet olivat enintään kohtalaisia ( $r \leq 0.7$ ).

TAULUKKO 2. Harjoitusjakson jälkeisen kyselyn eri osa-alueiden väliset Pearsonin tulomomentti-korrelaatiot tutkimusryhmillä yhteensä.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1Henkinen vaativuus	1							
2Fyysinen vaativuus	.269	1						
3Keskittyminen	-.069	.008	1					
4Suoritus	.049	-.003	.402*	1				
5Yrittäminen	.544**	.066	-.261	-.180	1			
6Turhautuminen	.523**	.137	.351	.117	.499**	1		
7Miettiminen	.401*	-.101	-.191	-.162	.611**	.188	1	
8Tarkkaavaisuuden kohde	-.320	.032	-.027	.180	-.387*	-.205	-.020	1

<sup>a</sup> Kyselyn eri osa-alueiden väliset korrelaatiot testattu Pearsonin korrelaatiokertoimella.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$  tilastollisesti merkitsevä ero osa-alueiden välillä.

Painetestissä onnistumisen ja painetestin jälkeisen kyselyn eri osa-alueiden välillä löytyi korrelaatioita. Niitä löytyi myös kyselyn eri osa-alueiden välillä. Tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita löytyi selvästi enemmän kuin harjoitusjakson jälkeen. Korrelaatiot olivat kuitenkin heikkoja tai kohtalaisia ( $r \leq 0.7$ ). Mielenkiintoisin yhteys oli se, että mitä enemmän keskittyi ulkoiseen tarkkaavaisuuden kohteeseen, sitä paremmin onnistui testissä. Tätä tulosta tukee myös toinen yhteys, jonka mukaan testissä onnistui sitä paremmin, mitä helpommaksi koki keskittymisen testin aikana.

TAULUKKO 3. Painetestin ja sen jälkeisen kyselyosion väliset Pearsonin tulomomenttikorrelaatiot tutkimusryhmillä yhteensä.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Onnistuminen	1							
2 Tarkkaavaisuuden kohde	-.481**	1						
3 Suoritus	-.806**	.202	1					
4 Henkinen vaativuus	-.478*	.193	.557**	1				
5 Keskittyminen	-.599**	.106	.688**	.588**	1			
6 Yrittäminen	-.120	.216	.075	.341	.192	1		
7 Turhautuminen	-.573**	.452*	.624**	.744**	.531**	.372	1	
8 Miettäminen	.104	-.107	-.104	.126	.012	.530**	.192	1

<sup>a</sup> Kyselyn eri osa-alueiden väliset korrelaatiot testattu Pearsonin korrelaatiokertoimella.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$  tilastollisesti merkitsevä ero osa-alueiden välillä.

## 9 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten implisiittinen ja eksplisiittinen harjoittelu vaikuttavat automaatiotasolla olevien jääkiekkoilijoiden taidon kehittymiseen, pysyvyyteen ja säilymiseen painetilanteessa. Implisiittistä motorista oppimista on aikaisemmin tutkittu pääasiassa taidon oppimisen alkuvaiheessa (Maxwell ym. 2001; Capio ym. 2013), minkä takia tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, vaikuttaako implisiittinen ja eksplisiittinen harjoittelu taidon kehittymiseen, pysyvyyteen ja säilymiseen painetilanteessa samalla tavalla taidon oppimisen automaation vaiheessa. Implisiittistä motorista oppimista pyrittiin luomaan harjoittelun tarkoituksenmukaisella progressiolla helpommalta etäisyydeltä kauemmaksi. Eksplisiittistä motorista oppimista pyrittiin luomaan käänteisellä progressiolla, jolloin koehenkilöt kokivat enemmän epäonnistumisia harjoittelun aikana ja heidän harjoittelustaan tuli tietoisempaa. Tutkimuksessa seurattiin myös koehenkilöiden turhautuneisuutta ja tarkkaavaisuuden suuntautuneisuutta, jotka antavat kuvaa koehenkilön harjoittelun tietoisuuden tasosta. Tutkimus toteutettiin interventiona, johon sisältyivät alku- ja painetesti sekä pysyvyydesti. Alkutestin tulosten perusteella muodostettiin taitotasoltaan tasaiset ryhmät. Painetesti valittiin tutkimuksen yhdeksi testiksi, koska implisiittisesti opitun motorisen taidon on todettu säilyvän paremmin painetilanteessa kuin eksplisiittisesti opitun motorisen taidon. Pysyvyydestin avulla arvioitiin taidon kehittymisen pysyvyyttä, eli motorista oppimista. Turhautuneisuutta ja tarkkaavaisuuden suuntaamista arvioitiin kyselylomakkeiden avulla. Tutkimuksen ryhminä olivat implisiittinen ja eksplisiittinen ryhmä sekä kontrolliryhmä.

Valitsimme tutkimuskohteeksi tarkoituksenmukaisen progression, koska koimme sen olevan yksinkertainen harjoitusmuoto toteuttaa ja toistaa. Tällöin esimerkiksi ohjeiden antoa ei tarvinnut huomioida harjoittelun aikana. Valitsimme muuttuvaksi tekijäksi harjoittelussa etäisyyden, koska koimme, ettei suuri maalitaulu motivoi taidon taitajia kyseisessä tehtävässä. Tutkimustehtävänä oli jääkiekon rannelaukaus. Mikäli tutkittavat onnistuisivat osumaan isoon maalitauluun huonolla rannelaukauksella, he todennäköisesti tiedostaisivat, ettei kiekko olisi mennyt oikeaan maaliin. Tällä tavalla emme olisi saaneet tutkittaville luotua sellaista onnistumisen tunnetta, mitä tarkoituksenmukaisella progressiolla tavoitellaan. Tutkimuksemme on tärkeä, koska implisiittisen motorisen oppimisen tutkimuksia ei ole juurikaan tehty Suomessa. Tutkimuksella haluamme vahvistaa nykyaikaista oppimiskäsitystä, jotta se leviäisi liikunnan opetukseen ja urheilumaailmaan. On tärkeää tutkia niin taidon aloittelijoita kuin kokeneita oppijoita, jotta menetelmiä olisi perusteltua käyttää myös huippu-urheilussa.

## 9.1 Taidon kestävyys psykologisen paineen alaisessa tilanteessa

Aikaisempien tieteellisten tutkimusten (Masters 1992; Hardy ym. 1996) mukaan implisiittisesti opittu motorinen taito kestää paremmin psykologisen paineen alaisessa tilanteessa, kuin eksplisiittisesti opettelu motorinen taito, minkä takia oletimme implisiittisen motorisen oppimisen ryhmän pärjäävän painetestissä eksplisiittistä motorisen oppimisen ryhmää paremmin. Harjoittelujaksolla koehenkilöille pyrittiin luomaan harjoittelurauha ja kenttä oli rauhoitettu vain niille neljälle pelaajalle, jotka harjoittelivat samaan aikaan. Painetestissä psykologinen paine luotiin tekemällä painetestistä kilpailu ja tuomalla kaikki koehenkilöt jälle samaan aikaan seuraamaan toisten suorituksia.

Tulokset osoittivat, että implisiittinen ryhmä pärjasi testissä muita ryhmiä paremmin. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä mitattuna implisiittisen ryhmän painetestitulos oli tilastollisesti merkitsevä. Ryhmä paransi testitulostaan myös alkutestiin nähden, joka viittaa laukaisutarkkuuden kehittymiseen, vaikka tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Eksplisiittisen ryhmän testitulos heikkeni hiukan painetestissä alku- ja pysyvyystestiin verrattuna. Tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien on osoitettu olevan tehokkaampia psykologisen paineen alaisissa tilanteissa, minkä takia tutkimustuloksen voidaan uskoa viittaavan siihen, että implisiittinen ryhmä on kyennyt hyödyntämään tiedostamattomaa liikkeen säätelyä painetestissä (Masters 1992; Mullen ym. 2007; Rathus ym. 1994). Eksplisiittinen ryhmä ei myöskään romahtanut paineenalaisessa tilanteessa, mihin saattaa vaikuttaa esimerkiksi koehenkilöiden pitkä lajitausta.

Mielenkiintoista oli, että kontrolliryhmällä tapahtui selkeä tulosten heikkeneminen painetestissä muihin testikertoihin verrattuna. Tätä tulosten heikkenemistä voidaan selittää sillä, ettei kontrolliryhmä osallistunut harjoituskerroille, jolloin he eivät saaneet harjoitella laukaisua testien välissä. Kontrolliryhmän koehenkilöiden lajitaustoissa oli myös paljon enemmän vaihtelua kuin varsinaisten koehenkilöiden lajitaustoissa eikä osa kontrolliryhmän koehenkilöistä ole ollut enää useaan vuoteen aktiivisesti mukana tavoitteellisessa lajiharjoittelussa, mikä on varmasti myös vaikuttanut tuloksiin.

Tämän tutkimuksen tuloksen valossa vaikuttaisi siltä, että tukemalla implisiittistä motorista oppimista voidaan saavuttaa siihen liitettyjä etuja myös motorisen taidon oppimisen myöhemmissä vaiheissa, mikä on lohdullista, koska urheilumaailmassa urheilijat saattavat omata hyvinkin erilaisen harjoitteluhistorian. Paremmin psykologisen paineen alla kestävästä taidosta on kiistatta etua kilpaurheilussa, minkä takia valmentajien kannattaisi pyrkiä luomaan päivittäin harjoituksia, jotka tukisivat implisiittistä motorista oppimista ja vahvistaisivat tiedostamattomaa liikkeen säätelyjärjestelmää. Implisiittisen

motorisen oppimisen edistäminen tarkoituksenmukaisen progression periaatteen mukaan tarkoittaisi esimerkiksi jääkiekossa yksittäisen jääharjoituksen sisällä sitä, että jääharjoitus kannattaisi aloittaa tarpeeksi helpolla ja mielellään tutulla harjoituksella. Tämän jälkeen jääharjoituksen tavoitteen suunnassa siirryttäisiin pikkuhiljaa haastavampiin harjoituksiin. Tämän tyyppinen jääharjoituksen rakenne onkin jo hyvin yleistä, mikä osoittaa sen, että valmentajat ovat havainneet tämän tyyppisen harjoituksen rakentamisen tarkoituksenmukaiseksi.

Jääkiekkomaalivahtien näkökulmasta tarkoituksenmukainen progressio tarkoittaisi sitä, että jääharjoitus aloitettaisiin helpoilla perustorjunnoilla tai alkukierrolla, jossa laukaukset tulevat tarpeeksi kaukaa, minkä jälkeen siirryttäisiin pikkuhiljaa haastavampiin ja monimutkaisempiin tilanteisiin. Esimerkiksi jäällä suoritettavassa kiertoharjoittelussa on tärkeä löytää sekä maalivahdin että kenttäpelaajan taitojen kehittymisen kannalta sopiva laukaisuetäisyys. Jos kenttäpelaajat tulevat jatkuvasti ampumaan liian lähelle maalivahtia, maalien määrä kasvaa ja maalivahti turhautuu, jolloin tietoinen liikkeen säätely lisääntyy. Toisaalta, jos kenttäpelaajat ampuvat jatkuvasti liian kaukaa, he eivät koe onnistumisia ja turhautuvat. Paras tulos saavutetaan, kun sekä maalivahdit että kenttäpelaajat ovat saaneet aktivoitua tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät ja haastavat toisiaan sopivalta etäisyydeltä, josta molemmilla on riittävän hyvät mahdollisuudet onnistua.

## **9.2 Laukaisutarkkuuden kehittyminen**

Taidon kehittymistä arvioitiin tutkimuksessa alku-, paine- ja pysyvyystestin avulla. Aikaisempien tutkimustulosten perusteella oletimme, että implisiittisen motorisen oppimisen ryhmä pärjäisi pysyvyystestissä paremmin kuin eksplisiittisen motorisen oppimisen ryhmä (Maxwell ym. 2001; Poolton ym. 2005). Tulokset osoittavat, että implisiittisen ryhmän osumatarkkuus kehittyi intervention aikana. Kehittyminen ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävää. Eksplisiittisen ryhmän tulokset eivät sen sijaan muuttuneet. Kontrolliryhmän tuloksissa ei myöskään tapahtunut suurta muutosta intervention alku- ja pysyvyystestin välillä.

Intervention harjoitusjakson aikana implisiittisen ja eksplisiittisen ryhmän koehenkilöt suorittivat 270 laukausta, joka on toisto määrältään vähäinen taidon automaatiotasolla olevien henkilöiden taidon kehittymiseksi. Tämän vuoksi implisiittisen ryhmän kehittymistä voidaan pitää melko hyvänä. Tutkimustulos tukee aikaisemmin saatuja tutkimustuloksia tarkoituksenmukaisen progression hyödyistä (Maxwell ym. 2001; Poolton ym. 2005; Capio ym. 2013). Olisi mielenkiintoista nähdä muodostuisiko

ryhmien välille vielä selvempiä eroja, jos olisi mahdollista toteuttaa tutkimus pidemmällä harjoittelujaksolla (esim. 1000 laukausta). Mielenkiintoista on myös, että eksplisiittinen ryhmä laukaisutarkkuudessa ei tapahtunut lainkaan kehittymistä. Näiden tulosten valossa vaikuttaisi siltä, että implisiittisen motorisen oppimisen etuja voidaan saavuttaa taidon oppimisen automaation vaiheessa.

Implisiittinen ryhmä sai enemmän onnistuneita laukauksia harjoitusjakson aikana kuin eksplisiittinen ryhmä, mutta ero ei ollut suuri (ka  $685 \pm 57.7$  osumaa ja  $653 \pm 53.7$  osumaa). Sen sijaan harjoituskertojen alussa implisiittinen ryhmä sai huomattavasti enemmän onnistumisia kuin eksplisiittinen ryhmä (ka  $286 \pm 8.6$  osumaa ja  $164 \pm 10.6$  osumaa), minkä voidaan uskoa vaikuttaneen taidon oppimiseen, koska virheiden on todettu lisäävän tietoista liikkeen säätelyä (Jeannerod 2006, 32; Francesconi 2011; Capio ym. 2013). Harjoittelun alussa koetut onnistumiset ovat todennäköisesti lisänneet tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien käyttämistä, minkä takia onnistumisen kokemuksia olisi erityisen tärkeä saada harjoittelun alussa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että liikunnanopetuksessa ja urheiluvalmennuksessa olisi tarkoituksenmukaista rakentaa harjoitteluun sellainen progressio, mikä mahdollistaisi riittävän määrän onnistumisia harjoittelun alussa. Kun tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät olisivat aktivoituneet, voitaisiin siirtyä haastavampien harjoitusten pariin. Selvästi huonompi tilanne on se, että harjoittelu aloitetaan liian vaikeasta harjoituksesta, epäonnistumiset käynnistävät tietoisien liikkeen säätelyjärjestelmän ja sitten siirrytään helpomman harjoituksen pariin.

### **9.3 Tarkkaavaisuuden suuntaamisen ja koetun turhautumisen vaikutus taidon oppimiseen**

Koehenkilöiden koettua turhautumista ja tarkkaavaisuuden suuntautumista mitattiin kyselylomakkeilla, koska niiden avulla pystyimme havainnoimaan sitä edistääkö harjoittelu implisiittistä vai eksplisiittistä oppimista. Tarkkaavaisuuden suuntaamisen on todettu olevan yhteydessä motoriseen oppimiseen siten, että ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde lisää implisiittistä motorista oppimista ja sisäinen tarkkaavaisuuden kohde lisää eksplisiittistä motorista oppimista (Wulf 2007b). Turhautumisen kokemus liittyy läheisesti epäonnistuneisiin suorituksiin, joiden on todettu lisäävän suorituksen tietoisuutta ja siten eksplisiittistä motorista oppimista (Kauranen 2011, 357).

Oletimme, että implisiittisellä ryhmällä tarkkaavaisuus olisi eksplisiittistä ryhmää enemmän maali-  
taulussa kuin taidon ydinkohdissa. Sekä harjoitusjaksolla että painetestissä implisiittisen ryhmän tarkkaavaisuus oli eksplisiittistä ryhmää enemmän ulkoisessa tarkkaavaisuuden kohteessa. Harjoitusjaksolla tämä ero oli tilastollisesti merkitsevä, mutta painetestissä ei. Eron kaventuminen painetestitilanteessa saattaa johtua esimerkiksi siitä, että implisiittinen ryhmä on pyrkinyt keskittymään enemmän



suorituksiinsa painetilanteessa kuin harjoitusjaksolla. Vaikka implisiittinen ryhmä keskittyi painetilanteessa enemmän sisäisiin tarkkaavaisuudenkohteisiin, ei se häirinnyt suorituksia. Tämä saattaa selittyä sillä, että implisiittisen harjoittelun avulla suoritus säilyy tiedostamattoman kontrollin alaisuudessa, vaikka tietoisuus suorituksesta lisääntyisikin myöhemmin (Masters 1992). Eksplisiittisen ryhmän tarkkaavaisuuden suuntautuneisuutta taidon ydinkohtiin voi selittää harjoittelujaksolla koettujen epäonnistumisten määrä, mikä on käynnistänyt suoritusta analysoivan itsekeskustelun. Tutkimustulos tukee aikaisempia tarkkaavaisuuden suuntaamiseen liittyviä tutkimuksia (Wulf 2007b). Havainnoidessamme koehenkilöiden suorituksia, huomasimme että ne, jotka osuivat useammin maalitauluihin, katsoivat maalitaulua laukomishetkellä. Vähemmän osumia saaneet katsoivat puolestaan enemmän kiekkoa laukomishetkellä.

Kyselyosion eri osa-alueiden väliltä löytyi yhteyksiä sekä harjoitusjaksolla että painetestissä. Tämän tutkimuksen kannalta merkittävin yhteys oli se, että ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde ja onnistuminen olivat positiivisesti yhteydessä toisiinsa, mikä on linjassa aikaisempien tieteellisten tutkimusten kanssa (Wulf ym. 1999; Wulf ym. 2000; Vickers 2016). Aikaisempien tieteellisten tutkimusten perusteella voidaan ajatella, että paremmin onnistuneiden koehenkilöiden suoritusta selittäisi suurempi visuaalista informaatiota välittävän dorsaalisen radan aktiivisuus suorituksen aikana (Schmidt & Lee 2014, 74–76). Näiden tutkimustulosten valossa esimerkiksi tarkkuutta vaativissa heitto-, laukaisu- ja syöttötilanteissa kannattaisi suosia ohjeita, jotka suuntaavat tarkkaavaisuuden suorituksen kannalta olennaiseen kohtaan.

Oletimme, että implisiittinen ryhmä kokisi vähemmän turhautumista sekä harjoitusjakson että painetestin aikana kuin eksplisiittinen ryhmä. Tulokset osoittivat, että implisiittinen ryhmä koki turhautuneisuutta eksplisiittistä ryhmää vähemmän painetestin aikana. Tulosten mukaan implisiittinen ryhmä koki kuitenkin harjoitusjakson aikana turhautumista hieman eksplisiittistä ryhmää enemmän. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Seuratessamme koehenkilöiden suorituksia havaitsemme, että epäonnistumiset laskivat laukomisfrekvenssiä, mikä viittaisi siihen, että epäonnistumiset lisäsivät suoritukseen liittyvää itsekeskustelua ja tietoista liikkeen säätelyä. Onnistumisilla sen sijaan vaikutti olevan päinvastainen vaikutus laukomisfrekvenssiin. Vaikka kyselylomakkeiden perusteella ryhmien välille ei muodostunut tilastollisesti merkitsevää eroa turhautumisen kokemisesta, niin tekemämme havainnot viittaavat siihen, että epäonnistumisilla oli toivotunlainen vaikutus suorituksen tietoisuuteen. Implisiittinen ryhmä koki harjoittelun alussa huomattavasti enemmän onnistumisia kuin eksplisiittinen ryhmä (ka  $286 \pm 8.6$  osumaa ja  $164 \pm 10.6$  osumaa), minkä takia voidaan

uskoa, että harjoittelu on ohjannut koehenkilöitä joko implisiittiseen tai eksplisiittiseen motoriseen oppimiseen.

#### **9.4 Tutkimuksen rajoitukset**

Tutkimusastelemassa oli rajoitteita, jotka heikentävät tutkimustulosten yleistettävyyttä. Näitä olivat tutkimusaikataulu, pieni koehenkilöiden määrä ja koehenkilöiden erilaiset harjoitustaustat. Aikatauluressursseista johtuen jätimme interventiojaksolta lopputestin pois. Olisi ollut hyvä järjestää myös lopputesti, jotta siihen olisi voinut verrata paine- ja pysyvyystestituloksia sekä ryhmien sisällä että välillä. Valitsimme kuitenkin vain paine- ja pysyvyystestin, koska ne ovat oleellisia taidon oppimisprosessissa ja implisiittisessä oppimisessa (Masters 1992; Rose & Christina 2006, 170-188). Resursseista johtuen jouduimme järjestämään harjoitus- ja testiajankohdat vaihtelevin kellonajoin. Tästä johtuen osa koehenkilöistä saattoi kokea esimerkiksi aamuharjoitukset hankalina. Emme myöskään voineet vaikuttaa koehenkilöiden päiväohjelmiin, minkä vuoksi harjoitteluun orientoituminen saattoi vaihdella. Mikäli tutkimus toteutettaisiin uudestaan, validiteetin lisäämiseksi olisi hyvä saada harjoitus- ja testikerrat aikataulullisesti samanlaisiksi. Toisaalta implisiittisen motorisen oppimisen tutkimuksissa voisi hyödyntää myös testejä, jotka toteutetaan koehenkilön ollessa väsynyt, koska implisiittisesti opitun taidon katsotaan kestävän väsymystä eksplisiittisesti opittua taitoa paremmin (Poolton ym. 2007).

Koehenkilöiden harjoitustaustat erosivat toisistaan sekä heidän taitotasoerot olivat suuret. Havaitsimme, että osalle koehenkilöistä kauemmat laukaisuetäisyydet olivat todella haastavia, mutta joillekin puolestaan liian helppoja. Jotta saimme tutkimukseemme tarpeeksi koehenkilöitä tulosten luotettavuuden varmistamiseksi, emme voineet valikoida koehenkilöitä. Tämän vuoksi pyrimme luomaan ryhmät alkutestin perusteella mahdollisimman tasavahvoiksi. Yksi testi ei kuitenkaan välttämättä kerro todellista taitotasoa, minkä takia ryhmien taitotasoissa on saattanut olla eroja. Osumien määrä maalitauluun ei myöskään välttämättä kertonut suoraan laukauksen tarkkuudesta. Kun seurasimme koehenkilöiden suorituksia, havaitsimme että osan laukaukset hajosivat todella laajalle alueelle ja osalla myös ohimenneet laukaukset menivät läheltä maalitaulua. Kaksi koehenkilöä saattoi siis saada suurin piirtein yhtä paljon osumia, vaikka toinen oli ampunut ohimenneitä laukauksia metrin säteelle ja toinen 15 cm:n säteelle maalitaulusta. Laukaisuetäisyydetkin tulisi jatkossa testata suuremmalla testijoukolla, jotta ne eivät olisi monelle koehenkilölle joko liian helppoja tai haastavia.

Pienestä koehenkilömäärästä (n=49) huolimatta halusimme sisällyttää tutkimukseemme implisiittisen ja eksplisiittisen ryhmän sekä kontrolliryhmän. Tämän avulla pystyimme vertaamaan erilaisia motorisen oppimisen menetelmiä keskenään. Tutkimustulos antoi viitteitä siitä, että implisiittistä motorista oppimista kannattaa tukea myös myöhemmässä oppimisen vaiheessa. Tutkimustulos tukee myös ajatusta, jonka mukaan tiedostamaton harjoittelu soveltuu hyvin sekä koulu- että urheilumaailmaan, joissa on eri tasoisia harjoittelijoita ja joissa halutaan saada paljon suorituksia aikaan.

## 9.5 Jatkotutkimusehdotukset

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää implisiittisen ja eksplisiittisen motorisen oppimisen vaikutusta taidon oppimisen pysyvyyteen ja kestävyYTEEN paineenalaisessa tilanteessa taidon oppimisen automaatiovaiheessa olevilla oppijoilla. Tutkimuksessa havainnoitiin myös koehenkilöiden tarkkaavaisuuden suuntaamista ja turhautumisen kokemista harjoittelun sekä painetestin aikana. Tutkimusasetelma ja pieni otoskoko heikentävät tutkimuksen luotettavuutta. Luotettavuuden lisäämiseksi tutkimus olisi hyvä toteuttaa uudelleen suuremmalla otoskoollla ja aikatauluttaa paremmin.

Tutkimuksessa tutkittiin Magillin (2011, 249–264) motorisen oppimisen ominaispiirteistä taidon kehittymistä, vakautta ja pysyvyyttä. Mielenkiintoista olisi tutkia myös miten implisiittinen ja eksplisiittinen motorinen oppiminen vaikuttavat taidon sovellettavuuteen. Taidon siirtovaikutusta voisi tutkia esimerkiksi siten, että tutkimukseen olisi lisätty vielä siirtovaikutustesti, jossa ympäristöä tai tehtävää olisi muokattu. Siirtovaikutustesti olisi voinut olla esimerkiksi laukaisu pienestä kulmasta, useammasta eri kohdasta tai liikkeestä. Hadler ym. (2014) tutkivat siirtovaikutusta sekä taidon sovellettavuutta ja havaitsivat, että implisiittinen motorinen oppiminen edisti taidon sovellettavuutta enemmän kuin eksplisiittinen motorinen oppiminen. Siirtovaikutustestin käyttäminen olisi perusteltua myös sen takia, koska pelissä pelaaja joutuu aina soveltamaan lajitaitoja erilaisissa tilanteissa.

Taidon sovellettavuutta ajatellen olisi myös mielenkiintoista tutkia rannelaukauksen tarkkuutta samankaltaisilla koehenkilöillä lisäten harjoittelun vaihtelevuutta (differentiaalioppiminen). Tutkimusastelemassa implisiittisen ryhmän harjoittelu sisältäisi runsaasti vaihtelua laukaisuetäisyyksissä, -asunnoissa, -välineissä ja -maalitauluissa. Eksplisiittinen ryhmä harjoittelisi puolestaan enemmän testitilanteen mukaisesti. Tällainen runsasta vaihtelua sisältävä harjoittelu olisi lähempänä todellista pelitilannetta kuin jatkuva paikaltaan laukominen samanlaisin menetelmin.

Implisiittisen motorisen oppimisen vaikutusta taidon pysyvyyteen tulisi tutkia lisää taidon oppimisen eri vaiheissa olevilla henkilöillä. Pysyvyyttä olisi hyvä tutkia pidemmällä aikavälillä, kuten esimerkiksi muutaman kuukauden päästä harjoittelun päätyttyä, jotta olisi perustellumpaa puhua taidon pitempiaikaisesta säilyvyydestä. Ylipäätään olisi mielenkiintoista tutkia taidon säilyvyyttä harjoittelun päätyttyä, koska urheilijoille tulee eri pituisia taukoja taidon harjoittelusta sekä viikko että kausitasolla. Myös loukkaantumiset saattavat aiheuttaa eri pituisia taukoja taidon harjoittelemiseen. Pitkän tutkimusasetelman toteuttaminen olisi käytännössä kuitenkin hankalaa, koska koehenkilöiden taidon omatoimista harjoittelua olisi vaikea kontrolloida testien välissä.

Havaintamme tutkimuksessamme, että implisiittisen ryhmän koehenkilöt suuntasivat tarkkaavaisuutensa enemmän maalitauluun eli ulkoiseen tarkkaavaisuuden kohteeseen kuin eksplisiittisen ryhmän koehenkilöt. Myös aikaisemmissa tieteellisissä tutkimuksissa (Wulf 2007b; Wulf ym. 2007), joissa on tutkittu ulkoisten ja sisäisten tarkkaavaisuuden kohteiden vaikutusta taidon oppimiseen, on havaittu ulkoisen tarkkaavaisuuden olevan yhteydessä implisiittiseen motoriseen oppimiseen. Olisi mielenkiintoista nähdä, miten sisäinen ja ulkoinen tarkkaavaisuuden kohde vaikuttaisivat taidon oppimiseen taidon oppimisen automaatiovaiheessa olevilla koehenkilöillä. Tällaiselle tutkimukselle olisi tarvetta erityisesti jääkiekon parissa, koska suomalaiset ovat jo pitkään painineet maalinteko-ongelmien kanssa.

Yleisesti implisiittistä motorista oppimista pitäisi edelleen tutkia enemmän taidon oppimisen automaatiovaiheessa olevilla koehenkilöillä, koska eniten hyötyä implisiittisen motorisen oppimisen ominaispiirteistä voisi olla kilpaurheilussa. Lajien harjoittelukulttuureilla on pitkät perinteet ja uusien valmennusmenetelmien vieminen kentälle olisi helpompaa, jos implisiittistä motorista oppimista olisi tutkittu enemmän taidon oppimisen automaatiovaiheessa. Automaatiovaiheessa olevien oppijoiden tutkimiseen liittyy kuitenkin paljon haasteita kuten tutkimuksen aikana tapahtuvan muun lajiharjoittelun ja koehenkilöiden harjoitushistorian huomioiminen. Koehenkilöt ovat todennäköisesti omaksuneet vuosien harjoittelun aikana paljon eksplisiittistä tietoa ja kykenevät analysoimaan omia suorituksiaan niiden pohjalta. Tutkimuksen aikana heitä voisi olla vaikea estää tietoisesti analysoimasta omia suorituksiaan.

## **9.6 Johtopäätökset**

Tämän tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että implisiittisen motorisen oppimisen hyötyjä voidaan saavuttaa myös myöhemmässä oppimisen vaiheessa. Implisiittisestä motorisesta oppimisesta

voisikin olla hyötyä sekä koululiikunnassa että urheiluvalmennuksessa. Vahvistamalla tiedostamattoman liikkeen säätelyjärjestelmän toimintaa, koululiikunnassa pystyttäisiin tarjoamaan lisää onnistumisen tunteita oppilaille. Paineenalaisessa tilanteessa paremmin kestäville motorisille taidoille olisi sen sijaan tilausta kilpaurheilussa (Liao & Masters 2001).

On tärkeä muistaa, että vaikka tässä tutkimuksessa käyttämämme tarkoituksenmukainen progressio perustuu epäonnistumisten määrän minimointiin, epäonnistumiset ovat luonnollinen osa oppimista eikä niistä tulisi pyrkiä kokonaan eroon. Harjoittelussa täytyy olla tarpeeksi haastetta, jotta kehitystä voisi tapahtua. Haaste tarkoittaa suurempaa määrää epäonnistumisia, minkä takia virheiden epäedullista vaikutusta suorituksen tietoisuuden lisääntymiseen tulisi pyrkiä vähentämään. Tämän vuoksi harjoittelussa kannattaa hyödyntää esimerkiksi ulkoisia tarkkaavaisuuden kohteita, jotta ei-toivotut suoritukset eivät laukaisisi liikkeen tietoista kontrollointia. Progressiivinen harjoittelu näyttää edistävän myös tiedostamattomien liikkeen säätelyjärjestelmien toimintaa, vaikka oppija kokisi epäonnistumisia. Erityisen tärkeää on saada onnistumisen kokemuksia haastavaa taitoa harjoiteltaessa sekä ennen paineenalaista tilannetta, kuten kilpailusuoritusta.

Implisiittistä motorista oppimista tulee hyödyntää monipuolisesti. Sen käyttö liikuntataitojen opettamisessa voi tuntua haastavalta, jos aikaisemmat opetusmenetelmät ovat pohjautuneet vahvasti eksplisiittisen motorisen oppimisen keinoihin. Myös oppija voi kokea implisiittisen motorisen oppimisen vieraaksi, jos hän on tottunut saamaan paljon ohjeita ja palautetta. Implisiittisen motorisen oppimisen hyödyntäminen vaatii kuitenkin hyvää lajitaitojen tuntemusta ja ymmärrystä motoristen taitojen oppimisesta, jotta opettaja tai valmentaja osaa suunnitella tehokkaita, implisiittistä oppimista edistäviä harjoitteita. Tällöin vain mielikuvitus on rajana. Tarkoituksenmukaista progressioita voi hyödyntää niin koululiikunnassa kuin urheilussa. Se soveltuu hyvin esimerkiksi suurelle opetusryhmälle, jossa on eri tasoisia liikkujia. Mikäli opettaja rakentaa eritasoisia harjoituspisteitä, joissa ohjeistus on ulkoisissa tarkkaavaisuuden kohteissa, voi opettaja vapautua kiertelemään eri pisteillä. Tällöin oppijat saavat paljon toistoja ja harjoite ohjaa itse toimintaa.

On hyvä asia, että implisiittinen oppiminen haastaa perinteisiä ajatuksia motorisesta oppimisesta, koska sillä näyttäisi olevan positiivinen vaikutus motoristen taitojen oppimiseen. Emme voi tyytyä pelkästään perinteisiin ajatuksiin, jos haluamme saavuttaa paremman ymmärryksen motoristen taitojen oppimisesta ja niiden opettamisesta. Näkyvien oppimistulosten saavuttaminen saattaa olla implisiittisessä motorisessa oppimisessä hitaampaa kuin eksplisiittisessä oppimisessä, mutta toisaalta tai-

tojen pysyvämpi oppiminen ja parempi psykologisen paineen ja fysiologisen väsymyksen sieto, kannustavat edistämään implisiittistä motorista oppimista. Implisiittinen motorinen oppiminen voi olla yksi avain urheilukilpailuissa onnistumiseen. Lapsia ja nuoria tulee rohkaista ja kannustaa omatoimiseen liikkumiseen ja leikkimiseen, koska siten he oppivat taitoja implisiittisesti ja pystyvät toteuttamaan niitä luontaisesti missä ja milloin vain.

## LÄHTEET

- Adams, J. A. 1971. A Closed-Loop Theory of Motor Learning. *Journal of Motor Behavior*, 3 (2), 111–150.
- Allen, R. & Reber, A. S. 1980. Very Long-Term Memory for Tacit Knowledge. *Cognition*, 8 (2), 175–185.
- Anderson, J. R. 1987. Skill Acquisition: Compilation of Weak-Method Problem Solutions. *Psychological Review*, 94 (2), 192–210.
- Baddeley, A. D. & Wilson, B. A. 1994. When Implicit Learning Fails: Amnesia and The Problem of Error Elimination. *Neuropsychologia*, 32 (1), 53–68.
- Berry, D. C. & Dienes, Z. 1993. Towards a Working Characterization of Implicit Learning. Teoksessa D. C. Berry & Z. Dienes (toim.) *Implicit Learning: Theoretical and Empirical Issues*. Hove: Lawrence Erlbaum, 1–18.
- Buszard, T., Reid, M., Farrow, D. & Masters, R. S. W. 2013. Implicit Motor Learning: Designing Practice for Performance. *Coaching and Sport Science Review*, 60 (21), 3–5.
- Capio, C.M., Poolton, J.M., Sit, C.H.P., Holmstrom, M. & Masters, R.S.W. 2013. Reducing Errors Benefits the Field-based Learning of a Fundamental Movement Skill in Children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*. 23, 181–188.
- Chow, J.Y. 2013. Nonlinear Learning Underpinning Pedagogy: Evidence, Challenges, and Implications 65, 469–484.
- Chow, J.Y., Davids, K., Button, C. & Renshaw, I. 2016. *Nonlinear Pedagogy in Skill Acquisition an Introduction*. New York: Routledge.
- Davids, K. Button, C. & Bennett, S. 2008. *Dynamics of skill acquisition. A constraints-led approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Davids, K., Chow, J.Y. & Shuttleworth, R. 2005. A Constraints-Based Framework for Nonlinear Pedagogy in Physical Education. *Journal of Physical Education New Zealand*. 38 (1), 17–29.
- Davids, K., Renshaw, I., Pinder, R., Araújo, D. & Vilar, L. 2012. Principles of Motor Learning in Ecological Dynamics A comment on Functions of Learning and the Acquisition of Motor Skills (With Reference to Sport). *The Open Sports Sciences Journal* 5 (1), 113–117.
- Eloranta V. 1997. Programming Leg Muscle Activity in Vertical Jumps. *Coaching and Sport Science Journal* 2 (3), 17–28.

- Eloranta V. 2003a. Influence of Spots Background on Leg Muscle Coordination in Vertical Jumps. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 43, 141–156.
- Eloranta V. Ydinkeskeinen motorinen oppiminen. 2003b. Teoksessa Heikinaro-Johansson P, Huovinen T, Kytökorpi L. (toim.) *Näkökulmia liikuntapedagogiikkaan*. Porvoo: WS Bookwell, 85–100.
- Eloranta, V. & Jaakkola, T. 2003. Ydinkeskeinen motorinen opettaminen. *Liikunta ja Tiede* 5–6, 4–9.
- Eloranta, V. & Jaakkola, T. 2007. Core-Based Motor Teaching. Teoksessa J. Liukkonen, Y.V. Auweele, B. Vereijken, D. Alfermann & Y. Theodorakis (toim.) *Psychology for Physical Educators. Student in Focus*. 2. painos. Champaign, IL. Yhdysvallat: Human Kinetics.
- Farsi, A., Abdoli, B. & Barani, F.H. 2012. Reduced Feedback Learning and Implicit Process. *European Journal of Experimental Biology* 2 (6), 2134–2139.
- Fisher, K.M. 2014. Investigating the Role of a Reduced-Instruction Approach in Implicit and Explicit Motor Learning Strategies. University of Tennessee, Knoxville Trace: Tennessee Research and Creative Exchange. Väitöskirja.
- Fitts, P. M. & Posner, M. I. 1967. *Human Performance*. California: Brooks/Cole publishing company.
- Fletcher, J., Maybery, M.T. & Bennett, S. 2000. Implicit Learning Differences: A Question of Developmental Level? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 26 (1), 246–252.
- Fournier, J. & Farrow, D. 2013. *7 Things We Don't Know! Coaching Challenges in Sport Psychology and Skill Acquisition*. Canada: Mindeval.
- 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.
- Gabbett, T. & Masters, R. 2011. Challenges and Solutions When Applying Implicit Motor Learning Theory in a High-Performance Sport Environment: Examples from Rugby League. *International Journal of Sports Science and Coaching* 6 (4), 567–576.
- Gentile, A.M. 1972. A Working Model of Skill Acquisition with Application to Teaching. *Quest (E-journal)* 17 (1), 3–23.
- Hadler, R., Chiviacosky, S., Wulf, G. & Schild, J.F.G. 2014. Children's Learning of Tennis Skills is Facilitated by Eternal Focus Instructions. *Motriz. Rio Claro* 20 (4), 418–422.



- Hardy, L., Mullen R. & Jones, G. 1996. Knowledge and Conscious Control of Motor Actions Under Stress. *British Journal of Psychology* 87 (4), 621–636.
- Harle, S. K. & Vickers, J. N. 2001. Training Quiet Eye Improves Accuracy in The Basketball Free Throw. *Sport Psychologist* 15 (3), 289–305.
- Hirsjärvi, S., Remes, S. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.
- Ioffe, M. N., Ustinova, K. I. Chernikova, L. A. & Kulikov, M. A. 2006. Supervised Learning of Postural Tasks in Patients with Post Stroke Hemiparesis, Parkinson's Disease or Cerebellar Ataxia. *Experimental Brain Research* 168 (3), 384–394.
- Ille, A. & Cadobi, M. 1999. Memory for Movement Sequences in Gymnastics: Effects of Age and Skill Level. *Journal of Motor Behavior* 31 (3), 290–300.
- Jaakkola, T. 2010. Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Jaakkola, T. 2016. Taidon oppiminen rakentuu havainnon, toiminnan ja ympäristön vuorovaikutukselle. *Liikunta & Tiede* 53 (2–3), 32–39.
- Jahanshahi, M., Dirnberger, G., Liasis, A., Towell, A. & Boyd, S. 2001. Does the Pre-Frontal Cortex Contribute to Movement-Related Potentials? Recordings from Subdural Electrodes. *Neurocase* 7 (6), 495–501.
- Jeannerod, M. 2006. Consciousness of Action as an Embodied Consciousness. Teoksessa S. Pockett, W. P. Banks & Gallagher (toim.) *Does Consciousness Cause Behaviour?* London: MIT Press, 25–38.
- Kamp, v.d.J., Duivenvoorden, J., Kok, M. & Hilvoorde, v.I. 2015. Motor Skill Learning in Groups: Some Proposals for Applying Implicit Learning and Self-Controlled Feedback. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 39, 33–47.
- Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellinen seura.
- Konttinen & Kuokkanen 2015. Differentiaalioppiminen Koripallon Vapaaheiton Opetusmenetelmänä. Jyväskylän yliopisto. Liikuntatieteiden laitos. Pro gradu - tutkielma.
- Lam, W. K., Masters, R. S. W. & Maxwell, J. P. 2010. Cognitive Demands of Error Processing Associated with Preparation and Execution of Complex Movement. *Consciousness & Cognition* 19 (4), 1058–1061.
- 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 9 (8), 1–13.
- Liao, C-M. & Masters, R. S. W. 2001. Analogy Learning: A Means to Implicit Learning. *Journal of Sports Sciences* 19 (5), 307–319.

- Lola, A.C., Tzetzis, G.C. & Zetou, H.2012. The Effect of Implicit and Explicit Practise in the Development of Decision Making in Volleyball Serving. *Perceptual and Motor Skills* 114 (2), 665–678.
- Magill, R. A. 2011. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. New York. McGraw-Hill.
- 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.
- Masters, R. S. W. 2000. Theoretical Aspects of Implicit Learning in Sport. *International Journal of Sport Psychology* 31, 530–541.
- Masters, R. S. W. & Maxwell, J. P. 2004. Implicit Motor Learning, Reinvestment and Movement Disruption: What You Don't Know Won't Hurt You. Teoksessa A. M. Williams & N. J. Hodges (toim.) *Skill Acquisition in Sports*. New York: Routledge, 207–228.
- Masters, R. S. W. & Maxwell, J. P. 2008. The Theory of Reinvestment. *International Review of Sport and Exercise Psychology* 1 (2), 160–183.
- Masters, R. S. W., Maxwell, J. P., Kerr, E. & Weedon, E. 2001. The Implicit Benefit of Learning Without Errors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 54 (4), 1049–1068.
- Masters, R. S. W. & Poolton, J. M. 2012. Advances in Implicit Motor Learning. Teoksessa N. J. Hodges & A. M. Williams (toim.) *Skill acquisition in sports*. New York: Routledge, 59–76.
- Masters, R. S. W., Poolton, J. M. & Maxwell, J. P. 2008. Stable Implicit Motors Processes Despite Aerobic Locomotor Fatigue. *Consciousness & Cognition* 17 (1), 335–338.
- Maybery, M., Taylor, M. & O'Brien-Malone, A. 1995. Implicit Learning: Sensitive to Age but not IQ. *Australian Journal of Psychology* 47 (1), 8–17.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W. & Eves, F. F. 2000. From Novice to no Know-How: A Longitudinal Study of Implicit Motor Learning. *Journal of Sports Sciences* 18 (2), 111–120.
- Maxwell, J. P., Masters, R. S. W. & Eves, F. F. 2003. The Role of Working Memory in Motor Learning and Performance. *Consciousness and Cognition* 12 (3), 376–402.
- Maxwell, J.P., Masters, R.S.W., Kerr, E. & Weedon, E. 2001. The Implicit Benefit of Learning Without Errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 54A (4), 1049–1068.

- McNevin, N.H., Shea, C.H. & Wulf, G. 2003. Increasing the Distance of an External Focus of Attention Enhances Learning. *Psychological Research* 67, 22–29.
- Metsämuuronen, J. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.
- Mullen, R., Hardy, L. & Oldham, A. 2007. Implicit and Explicit Control of Motor Actions: Revisiting Some Early Evidence. *British Journal of Psychology* 98 (1), 141–156.
- Pockett, S. 2009. The Neuroscience of Movement. Teoksessa S. Pockett, W. P. William & S. Gallagher (toim.) *Does Consciousness Cause Behavior*. London: The MIT Press, 9–25.
- Poolton JM, Masters RSW, Maxwell JP. 2005. The Relationship Between Initial Errorless Learning Conditions and Subsequent Performance. *Human Movement Science* 24 (3), 362–378.
- Poolton, J. M., Masters R. S. W & Maxwell, J. P. 2007. Passing Thoughts on the Evolutionary Stability of Implicit Motor Behaviour: Performance Retention Under Physiological Fatigue. *Consciousness and Cognition* 16 (2), 456–468.
- 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.
- Puttemans, V., Wenderoth, N. & Swinnen, S. P. 2005. Changes in Brain Activation During the Acquisition of a Multifrequency Bimanual Coordination Task: From the Cognitive Stage to Advanced Levels of Automaticity. *The Journal of Neuroscience* 25 (17), 4270–4278.
- Rathus, J.H., Reber, A.S., Manza, L. & Kushner, M. 1994. Implicit and Explicit Learning: Differential Effects of Affective States. *Brooklyn College and the Graduate Center of the City University of New York* 79 (1), 163–184.
- Reber, A. S. 1993. *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay of Cognitive Unconscious*. New York. Oxford University Press.
- Rendell, M.A., Farrow, D., Masters, R. & Plummers, N. 2011. Implicit Practise for Technique Adaptation in Expert Performers. *International Journal of Sports Science & Coaching* 6 (4), 553–566.
- Rose, D.J. & Christina R.W. 2006. *A Multilevel Approach to the Study of Motor Control and Learning*. Pearson: Benjamin Cummings.
- Sanli, E.A. & Lee, T.L. 2014. What Roles Do Errors Serve in Motor Skill Learning? An Examination of Two Theoretical Predictions. *Journal of Motor Behavior* 46 (5), 329–337.
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., van der Kamp, J. & Ward, P. 2002. Visual Search Anticipation and Expertise in Soccer Goal Keepers. *Journal of Sport Sciences* 20 (3), 279–287.

- Schmidt, R. A. 1975. A Schema Theory of Discrete Motor Skill Learning. *Psychological Review* 82 (4), 225–260.
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. 2005. *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. Champaign: Human kinetics.
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. 2014. *Motor Learning and Performance. From Principles to Application*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. & Wrisberg, G.A. 2004. *Motor Learning and Performance: A Problem-Based Learning Approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schöllhorn, W., Beckmann, H. & Davids, K. 2010. Exploiting system fluctuations. Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina (Kaunas)* 46 (6), 365–373.
- Schöllhorn, W., 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.
- Sun, R., Slusarz, P. & Terry, C. 2005. The Interaction of the Explicit and the Implicit Skill Learning: A Dual-Process Approach. *Psychological Review* 112 (1), 159–192.
- Tulving, E. 1989. Remembering and Knowing the Past. *American Scientist* 77, 361–367.
- Vickers, J. N. 1992. Gaze Control in Putting. *Perception* 21 (1), 117–132.
- Vickers, J. N. 1996a. Control of Visual Attention During the Basketball Free Throw. *American Journal of Sports Medicine* 24 (6), S93–S97.
- Vickers, J. N. 1996b. Visual Control When Aiming at the Far Target. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance* 22 (2), 342–254.
- Vickers, J.N., Rodrigues, S.T., & Edworthy, G. 2000. Quiet Eye and Accuracy in the Dart Throw. *International Journal of Sports Vision* 6 (1), 1–7.
- Vickers, J. N. 2007. *Perception, Cognition and Decision Training: The Quiet Eye in Action*. Champaign: Human Kinetics 5 (2), 119–128.
- Vickers, J. N. 2016. The Quiet Eye: Origins, Controversies, and Future Directions. *Kinesiology Review* 5 (2), 119–128.
- Williams, L. R. T. & Wemsley, A. 2000. Response Amendment in Fencing: Differences Between Elite and Novice Subjects. *Perceptual and Motor Skills* 91 (1), 131–142.
- Willingham, D. B. 2001. Becoming Aware of Motor Skill. *Trends in Cognitive Science* 5 (5), 181–182.
- Wulf, G. 2007a. *Attentional and Motor Skill Learning*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Wulf, G. 2007b. Attentional Focus and Motor Learning: A Review of 10 Years of Research. *Bewegung und Training (E-journal)* 1–11.
- Wulf, G. 2013. Attentional Focus and Motor Learning: A Review of 15 Years. *International Review of Sport and Exercise Psychology* 6, 77–104.
- Wulf, G., Lauterbach, B. & Toole, T. 1999. Learning Advantages of an External Focus of Attention in Golf. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 70 (2), 120–126.
- Wulf, G., McNevin, N.h., Fuchs, F. & Toole, T. 2000. Attentional Focus in Complex Motor Skill Learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 71, 229–239.
- Wulf, G., McNevin, N. & Shea, C. H. 2001. The Automaticity of Complex Motor Learning Skill as a Function of Attentional Focus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A* 54 (4), 1143–1154.
- Wulf, G., Shea, C. & Lewthwaite, R. 2010. Motor Skill Learning and Performance: A Review of Influential Factors. *Medical Educations* 44, 75–84.
- Wulf, G., Töllner, T. & Shea, C.H. 2007. Attentional Focus Effects as a Function of Task Difficulty. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 78 (3), 257–264.
- Wulf, G. & Weigelt, C. 1997. Instructions About Physical Principles in Learning a Complex Motor Skill: To Tell or not to Tell.... *Research Quarterly Journal for Exercise and Sport* 68 (4), 362–367.
- Zhu, F. F., Poolton, J. M., Wilson, M. R., Maxwell, J. P. & Masters, R. S. W. 2011. Implicit Motor Learning Promotes Low Verbal-Analytical Involvement Motor Performance: Neural Co-Activation as a Yardstick of Movement Specific Reinvestment. *Biological Psychology* 87 (1), 66–73.
- Xiao, Y., Wang, Z., Wang, M. & Lan, Y. 2005. The Appraisal of Reliability and Validity of Subjective Workload Assessment Technique and NASA-task Load Index. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi* 23 (3), 178–181.









