

**KEIHÄÄNHEITTÄJIEN KATSEKÄYTTÄYTYMINEN HEITTOSUORITUKSEN
AIKANA**

Sami Reunanen

Liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

TIIVISTELMÄ

Reunanen, S. 2024. Keihäänheittäjien katsekäyttäytyminen heittosuorituksen aikana. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntapedagogiikan pro gradu -tutkielma. 41 s.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää keihäänheittäjien katsekäyttäytymisen mahdollisia eroavaisuuksia huipputason ja keskitason ryhmien välillä. Tarkastelun kohteena olivat aihealueen tutkimuksista tehdyissä meta-analyyseissä käytetyt muuttujat, jotka ovat olleet Quiet eye -kestot, katseenkohdistus ja välifiksaatioiden määrä. Katsekäyttäytyminen on tätä tutkimusta edeltävässä kirjallisuudessa osoittautunut vahvasti tasoeroja selittäväksi tekijäksi. Quiet eye on katseenhallintaa, joka määritellään viimeiseksi fiksaatioksi eli silmän liikkeeksi ennen liikkeen tuottamista. Pidemmät Quiet eye -kestot mahdollistavat motoristen ohjelmien yksityiskohtaisemman käsittelyn ja siihen tarvittavan aivokuoren organisoinnin. Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan kysymyksiin: millainen keihäänheittäjien katsekäyttäytyminen on? Minkälaisia mahdollisia eroavaisuuksia huippuheittäjien ja keskitason heittäjien katsekäyttäytymisessä on?

Tutkimukseen osallistui neljä huipputason ja seitsemän keskitason keihäänheittäjää. Aineistonkeruu ja mittaukset suoritettiin silmänliikelaseilla heittoharjoitusten yhteydessä sisäheittopaikoilla ympäri Suomen. Tutkimuksen perusteella huipputason heittäjien mittaustulokset olivat merkittävästi paremmat Quiet eye -kestojen ja katseenkohdistuksen osalta keskitason heittäjiin verrattuna. Välifiksaatioiden määrällä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa. Huipputason heittäjillä oli keskimäärin puolet pidemmät Quiet eye -kestot kuin keskitason heittäjillä. Huipputason heittäjillä oli myös selkeästi kohdistetumpi katseankkuri heittosuorituksen aikana kuin keskitason heittäjillä.

Tulokset osoittavat, että huipputason ja keskitason heittäjien katsekäyttäytymisen eroavaisuudet tukevat aiempaa kirjallisuutta. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että pitkät Quiet eye -kestot ja selkeästi kohdistettu katse ovat myös keihäänheittäjien osalta merkittävä tasoeroja selittävä tekijä. Tulevaisuudessa keihäänheittäjien harjoitteluun tulisi lisätä Quiet eye -harjoittelun menetelmiä ja muita katseenhallinnan harjoitteita, siten keskitason heittäjiä saataisiin kehitettyä tehokkaammin kohti SM-luokan tulosrajoja.

Asiasanat: keihäänheitto, katsekäyttäytyminen, Quiet eye, Quiet eye -harjoittelu

ABSTRACT

Reunanen, S. 2024. The gaze behavior of javelin throwers during the throwing performance. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Physical education's master's thesis, 41 pp.

The purpose of this study was to investigate potential differences in gaze behavior between elite and intermediate level javelin throwers. The focus was on variables used in meta-analyses of the topic, which include Quiet eye durations, gaze direction, and the number of fixations between transitions and the pulling phase. Gaze behavior has been strongly suggested as an explanatory factor for performance differences in previous literature. Quiet eye refers to gaze control, defined as the final fixation or eye movement before action initiation. Longer Quiet eye durations allow for more detailed processing of motor programs and the required cortical organization. This study aims to address the following questions: What is the gaze behavior of javelin throwers? What potential differences exist in gaze behavior between elite and intermediate throwers?

The study involved four elite and seven intermediate javelin throwers. Data collection and measurements were conducted using eye-tracking glasses during throwing exercises at indoor facilities across Finland. Results showed that measurements of elite throwers were significantly better in terms of Quiet eye durations and gaze direction compared to intermediate throwers. The number of fixations did not show statistically significant evidence. Elite throwers had, on average, half the duration of Quiet eye compared to intermediate throwers. Elite throwers also exhibited a more focused gaze anchor during the throwing performance compared to intermediate throwers.

The results indicate that differences in gaze behavior between elite and intermediate throwers support previous literature. Based on the study, it can be concluded that long Quiet eye durations and a clearly focused gaze are also significant factors explaining performance differences among javelin throwers. In the future, javelin training should incorporate methods of Quiet Eye training and other gaze control exercises to more effectively develop intermediate-level throwers towards achieving SM-level results.

Key words: javelin throw, gaze behavior, Quiet eye, Quiet eye training

KÄYTETYT LYHENTEET

QE	Quiet eye, hiljainen silmä
QET	Quiet eye training, Quiet eye -harjoitteluryhmä
QED	Quiet eye duration, Quiet eye -kesto
TT	Technical training group, ainoastaan lajitekniikkaa harjoitteleva ryhmä
HMC	High motor competence, hyvät motoriset taidot tai taitavat
MMC	Medium motor competence, keskitason motoriset taidot
LMC	Low motor competence, matalat tai heikot motoriset taidot

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 QUIET EYE	3
2.1 Keskeiset edeltävän kirjallisuuden tulokset.....	4
2.2 Katseenhallinta ja sen tehtävät	5
2.3 Liikkeentuottaminen, motorinen aivokuori ja Quiet eye.....	7
3 KATSEENHALLINTA TAIDONOPPIMISESSA.....	9
3.1 Quiet eye -harjoittelu	12
3.2 Harjoittelun ympäristötekijät ja taidonoppiminen.....	15
3.3 Katseenhallinta ahdistuksen ja jännityksen hallinnassa	16
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	17
4.1 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	17
4.2 Tutkittavat ja tutkimusasetelma.....	17
4.3 Mittarit ja muuttujat.....	19
4.4 Aineiston analyysi	20
4.5 Tutkimuksen luotettavuus	22
4.6 Eettiset ratkaisut	24
5 TULOKSET	26
5.1 Quiet eye -kestot ja fiksaatioiden määrä.....	27
5.2 Katseankkurit.....	28
6 POHDINTA.....	31
6.1 Hypoteesien toteutuminen ja johtopäätökset.....	31

6.2 Tulokset edellisiin tutkimukseen nähden	34
6.3 Tutkimuksen vahvuudet ja ongelmakohdat.....	35
6.4 Tulevaisuus.....	38
LÄHTEET	42
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Huippusuoritusta tehtäessä lajissa kuin lajissa yksi tärkeimmistä tekijöistä on keskittää katse olennaiseen tietoon ja sivuuttaa epäolennainen (Williams & Jackson 2019, 42). Katseenkohdistus ja keskittyminen tapahtuu pääasiassa juuri ennen liikkeen tuottamista, jota on havaittu varsinkin huipputasen urheilijoilla useissa urheilulajeissa (Klostermann & Moeinirad 2020; Lebeau ym. 2016; Mann ym. 2007; Rienhoff ym. 2016). Katsekäyttäytyminen pitää sisällään esimerkiksi Quiet eye:n eli viimeisen fiksaation ennen suorituksen tuottamista. Muita katsekäyttäytymistä selittäviä muuttujia ovat katseankkurit eli katseenkohdistuksen sijainti ja välifiksaatioiden eli silmän liikkeiden määrä ennen suoritusta (ks. Gegenfurtner ym. 2011; Klostermann & Moeinirad 2020). Quiet eye:ta on myös mahdollista kehittää Quiet eye -harjoittelulla, joka on katseen tietoista kohdistamista ja hallintaa (Vickers 2007, 11). Erinäiset tutkimukset ovat antaneet positiivisia tuloksia sen vaikuttavuudesta erilaisten lajitaitojen kehityksestä (Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Piras & Vickers 2011; Vine ym. 2011; Wilson ym. 2015; Wood ym. 2017; Wood & Wilson 2011). Kognitiivisen kontrollin, esimerkiksi katseenkohdistuksen uskotaan olevan tekijä, joka tarvitaan taidon ohjauksen taustalla olevien hermoverkkojen järjestämiseen ja optimaalisempaan neuraaliseen ohjaukseen (Cavanagh & Frank 2014, 415–418). Muun muassa liikkeiden tuottamisen kannalta olennaisen motorisen aivokuoren aktivaation laajuuden on todettu olevan tekijä onnistuneille suorituksille (Mann ym. 2011; Xu ym. 2021).

Keihäänheitto on lajina voimaa, nopeutta ja lajiteknistä osaamista vaativa urheilulaji, joten heittäjän fyysiset ominaisuudet ovat keskeisessä roolissa. Keihäänheitto suoritus koostuu alkuvauhdista, ristiaskelvauhdista ja vetovaiheesta (Valleala ym. 2016, 444–446). Kokonaissuoritus kestää keskimäärin 5–7 sekuntia ja itse vetohetki, jossa keihäs lähtee heittäjän kädestä, on hyvin pieni, noin 0,3 sekuntia. Vetovaihetta edeltävän toiminnan on oltava mahdollisimman optimaalista monesta näkökulmasta, jotta saadaan aikaan paras mahdollinen tulos pienessä aikaikkunassa. (Valleala ym. 2016, 450) Yleisesti tarkkojen liikkeiden suorittaminen vaatii psykomotorista suorituskykyä, joka tarkoittaa liikkeiden oikeanlaista hallintaa, kykyä hahmottaa tilaa ja aikaa sekä silmän ja käden yhteistyötä.

Keskeinen tekijä on havaintomotoriikka, jossa aistihavainto ja liike yhdistyvät. (Kauranen 2011, 11–12) Näköaisti on liikkeiden säätelyn kannalta erittäin merkittävä aistikanava. Jopa 70 % ihmisen aistireseptoreista sijaitsee silmässä (Jaakkola 2016, 154). Fyysisten ominaisuuksien ja psykomotorisen suorituskyvyn lisäksi muita merkittäviä keihäänheittosuoritukseen vaikuttavia tekijöitä ovat jännitys, ahdistuneisuus ja muut ympäristötekijät ennen suoritusta ja sen aikana (Valleala ym. 2016, 454).

Suomessa keihäänheiton harjoittelu poikkeaa lämpimämpien maiden urheilijoiden harjoittelumahdollisuuksista siinä mielessä, että suomalaiset heittäjät harjoittelevat talvisin sisäheittopaikoilla ja erilaisissa halliympäristöissä. Tämä ei ole kuitenkaan katseenkohdistuksen ja -hallinnan kannalta optimaalinen harjoitteluympäristö, sillä kesällä kilpailut käydään kuitenkin muuttuvissa olosuhteissa ja eri heittopaikoissa. Talviaikaan keskitason heittäjä saattaa harjoitella koko talven pääosin samassa heittopaikassa, jos mahdollisuutta ulkomailla harjoitteluun ei ole. Tämä asettaa taidonoppimisen ongelmalliseen tilanteeseen, jossa taidontuottaminen on vakioitunut ainoastaan yhdenlaiseen ympäristöön. Ekologisen taidonoppimisen mallin mukaan monipuolisempi ja harjoittelu ja taidonoppiminen tapahtuvat muuttuvissa ja mahdollisimman monipuolisissa oppimisympäristöissä. (Jaakkola 2016, 355–357) Keväisin kun siirrytään ulkoheittopaikoille pitkän talven jälkeen saattaa koko talven sisällä harjoitelleet heittäjät olla vaikeuksissa heittotekniikkansa kanssa, koska ympäristö muuttuu totutusta normaalista merkittävästi katseenkohdistuksen näkökulmasta. Tämä saattaa aiheuttaa kauden ensimmäisissä kilpailuissa ja ulkoheitoissa vaikeuksia tottua muuttuviin heittopaikkoihin, joten parhaalle mahdolliselle suoritustasolle päästään vasta myöhemmin kilpailukaudella.

Keihäänheittäjien katsekäyttäytymistä ei ole aiemmin tutkittu nykykirjallisuudessa. Tämä pro gradu -tutkielma pyrkii tuottamaan aivan uudenlaista tietoa ja aineistoa keihäänheittäjien katsekäyttäytymisestä ja sen mahdollisista eroavaisuuksista eri tasoryhmien välillä. Aiemman, muiden urheilulajien suorituksiin perustuvan kirjallisuuden perusteella voidaan olettaa, että myös huippukeihäänheittäjien katsekäyttäytymisestä löytyy eroavaisuuksia keskitasonheittäjiin verrattuna (Klostermann & Moeinirad 2020). Mahdollisilla löydöksillä voidaan edistää ja kehittää keihäänheiton lajiharjoittelua monipuolisemmaksi ja paremmin taidonoppimista tukevaksi.

2 QUIET EYE

Quiet eye -termin (QE) eli hiljaisen silmän esitteli ensimmäisen kerran Joan Vickers vuonna 1996 koripallon vapaahetossa tapahtuvaa katsekäyttäytymistä tutkivassa artikkelissaan. Quiet eye on katseenhallintaa, joka määritellään käsitteenä viimeiseksi fiksaatioksi eli silmän liikkeeksi haluttuun kohteeseen juuri ennen liikkeen tuottamista. Quiet eye:n on oltava kestoltaan vähintään 100 ms ja sen on rajoitettava $\leq 3^\circ$ muutokseen visuaalisessa kentässä. Quiet eye alkaa, kun ihminen suuntaa katseensa haluttuun kohteeseen ja pitää katseen kohteessa edellä mainittujen kriteerien mukaisesti. Quiet eye päättyy, kun ihminen tuottaa silmällään fiksaation eli silmän liikkeen pois kohteesta. (Vickers 1996) Quiet eye:ta on havaittu varsinkin taitavilla liikkujilla ja urheilijoilla eri lajeissa (ks. Klostermann & Moeinrad 2020, 151; Lebeau ym. 2016; Mann ym. 2007; Rienhoff ym. 2016; Vickers 2007, 11). Silmä ei kuitenkaan koskaan ole aivan paikallaan, vaan se tuottaa ≤ 1 asteen muutoksia näkökentässä 1–2 kertaa sekunnissa. Näitä muutoksia kutsutaan mikrosakkedeiksi (Collewijn & Kowler 2008).

Katsekäyttäytymisen ja liikkeentuottamisen yhteydessä puhutaan kirjallisuudessa esiohjelmointiteoriasta (Vickers 1996; Vickers 2009). Teorian mukaan Quiet eye helpottaa motorisen ohjelman liikesarjan esikäsittelyä ja että se tarjoaa mahdollisuuden suunnitella ja hienosäätää liike oikeanlaiseksi. Gonzalez ym. (2015) esittelivät myös online-ohjauksen teorian, jossa Quiet eye on olennaisessa roolissa liikkeen aikaisessa toiminnassa ja motorisessa ohjauksessa. Teorian mukaan Quiet eye auttaa tuottamaan motorista ohjelmaa tarkemmin myös liikkeen aikana. Yhdessä nämä kaksi teoriaa luovat pohjaa Quiet eye:n merkityksellisyydelle tasoerojen selitettävyydessä ja liikkeiden tuottamisessa. Teorioita tukee Cavanaghin ja Frankin tutkimus vuodelta 2014, jonka EEG-mittauksissa havaittiin kognitiivisen kontrollin ja katseenhallinnan lisäävän otsalohkon aktivaatioita korkeiden virhetasojen lajeissa, jota keihäänheiton voidaan myös olettaa olevan. Tutkimuksen mukaan optimaaliseen visuaaliseen hallintaan liittyy myös kohonneen keskiviivan theta-värähtelyt keskikorteksissa ja motorisissa alueissa. Nämä värähtelyt säteilevät kaikkialla aivoissa ja ohjaavat laajaa hermoverkostoa (Cavanagh & Frank 2014, 415-416) Vickersin (2007, 107) mukaan Quiet eye voi helpottaa käsien ja vartalon liikkeiden suuntaamista halutulla tavalla.

2.1 Keskeiset edeltävän kirjallisuuden tulokset

Klostermann ja Moeinirad (2020) koostivat laajan ja tuoreimman meta-analyysin katsekäyttäytymisestä ja sen osa-alueista. Meta-analyysin perusteella katseen kohdistuksen osalta aloittelijoiden ja kokeneiden vertailussa meta-analyysi esitti 25 merkityksellistä tutkimusta katseen kohdistuksen merkityksellisyydestä. Vähemmän merkittäviä tutkimuksia oli neljä. Taitavien ja keskitason vertailussa merkityksellisiä tutkimuksia oli 22, kun taas vähemmän merkityksellisten tutkimusten määrä oli 15. Viimeisen fiksaation eli Quiet eye:n merkityksellisyydestä löytyi kokeneiden ja keskivertotason välillä 10 tutkimusta, merkityksettömiä tutkimuksia oli kaksi. Kokeneiden ja aloittelijoiden vertailututkimuksista kahdeksan oli merkityksellisiä ja yksi merkityksetön. Välifiksaatioiden lukumäärällä ennen suoritusta keskitasoisten ja taitavien välillä meta-analyysistä löydettiin lähes yhtä paljon merkityksellisiä ja merkityksettömiä tutkimuksia. Vähempien välifiksaatioiden määrällä oli kuitenkin merkittävä ero aloittelijoiden ja taitavien välillä. (Klostermann & Moeinirad 2020, 150–153)

Lebeau:n ym. (2016) meta-analyysissä tarkasteltiin interventioihin ja ei-interventioon perustuvia tutkimuksia Quiet eye -harjoittelun ja Quiet eye kestojen vaikutuksista onnistuneisiin suorituksiin eri lajien ja taitojen osalta. Merkittäviä positiivisen kehityksen tuloksia Quiet eye -harjoittelu interventioista löydettiin muun muassa jalkapallosta, ammunnasta, hienomotoriikkaa mittaavasta MABC-2 testistä, golfista ja koripallosta. Quiet eye -kestojen todettiin myös olevan merkittävä tekijä onnistuneissa suorituksissa epäonnistuneisiin suorituksiin verrattuna. (Lebeau ym. 2016, 451)

Quiet eye -kestojen osalta yksittäisistä urheilulajeista esimerkkejä ovat muun muassa koripallo, keilailu, tennis ja nyrkkeily. Moeiniradin ym. (2020) artikkelissa tutkittiin koripalloilijoiden hyppyheittoa ja Quiet eye -kestojen eroavaisuuksia huippujen ja lähellä huippua pelaavien tasoryhmissä. Huippupelaajat pelasivat Iranin korkeimmalla sarjatasolla ja melkein huippuryhmä pelasi alemmilla sarjatasoilla. Tulosten perusteella huippupelaajilla oli merkittävästi pidemmät Quiet eye -kestot onnistuneissa hyppyheitoissa kuin melkein huipputasoilla pelaajilla (Huiput: 593 ms vs. Lähes huiput: 316 ms). (Moeinirad ym. 2020, 523)

Sáenz-Moncaleanon ym. (2018) artikkelissa tutkittiin tennispelaajien Quiet eye -kestoja syötön palautuksessa. Tutkimuksen perusteella huipputasen pelaajilla Quiet eye -kestot olivat keskimäärin 291 ms ja keskitason pelaajilla 217 ms. Yleisesti onnistuneissa syötön palautuksissa Quiet eye -kestot olivat 281 ms ja epäonnistuneissa syötön palautuksissa 227 ms. (Sáenz-Moncaleano 2018, 55) Chian ym. (2017) keilailijoita tutkineessa artikkelissa tarkasteltiin korkean tason (N = 6) ja keskitason pelaajien (N = 6) katsekäyttäytymistä kymmenen heiton sarjassa, joka piti sisällään vaikeiksi ja helpoiksi luokiteltavia heittoja. Korkean tason pelaajien onnistumisprosentti vaikeissa heitoissa oli 86,7 %, kun taas keskitason pelaajien onnistumisprosentti oli 25,8 %. Korkean tason pelaajien Quiet eye -kestot olivat keskimäärin 184 ms, kun taas keskitason pelaajien Quiet eye -kesto oli keskimäärin 107 ms. (Chia ym. 2017, 227)

2.2 Katseenhallinta ja sen tehtävät

Katseenhallinta on katseen tietoista ja tiedostamatonta kohdistamista. Tarkkaavaisuuden ja katseen suuntaaminen kehon ulkopuolisiin kohteisiin on havaittu johtavan tehokkaampaan motoristen taitojen oppimiseen, jolloin liikkeitä säädellään todennäköisemmin tiedostamattomasti ja nopeaa refleksikaarta pitkin. Jos tarkkaavaisuutta kohdistetaan kehon sisäisiin kohteisiin, siirtää se hermoimpulssien kulkemisen hitaammalle reitille, jonka vuoksi liikkeistä tulee hitaampia ja kömpelömpiä. (Schmidt & Lee 2014) Katseenhallinta voidaan jakaa kolmeen tehtäväkategoriaan: tähtäys- ja heittotehtävät, kiinniottotehtävät ja taktiset taidot. Kaikki kolme kategoriaa löytyy useimmista urheilulajeista. (Vickers 2007, 10–11) Katseenhallinta pitää sisällään myös neljä muuttujaa, jotka ovat fiksaatioiden kesto, fiksaatioiden määrä, katseen sijainti eli katseankkuri sekä viimeisen fiksaation eli Quiet eye:n kesto (Gegenfurtner ym. 2011).

Tähtäys- ja heittotehtävät voidaan jakaa erilaisiin kohteisiin, joita ovat kiinteät, abstraktit ja liikkuvat kohteet. Kiinteät kohteet ovat paikallaan pysyviä ja helposti havaittavia, ja niihin on myös helpointa kohdistaa keskittyminen. Esimerkki kiinteästä kohteesta on koripallon korirengas ja Norouzin ym. (2019) tutkimuksessa kohteena oleva tikkataulu. Abstraktit

kohteet saattavat olla muuttuvia ja niitä voi olla paljon. Jotta katseen kohdistus toimisi tarkasti, tilanne on tulkittava monesta näkökulmasta. Esimerkkejä abstrakteista kohteista ovat biljardin vaihtelevat pelitilanteet ja Vinen ym. (2011) tutkimuksessa tutkitut golfin puttaustilanteet erilaisilla viheriöillä. Liikkuvat kohteet nimensä mukaisesti liikkuvat tilassa. Niiden ennakointi on keskittymisen ohella tärkeää onnistumisen kannalta. Esimerkkinä liikkuvasta kohteesta on pallon heitto tai jalalla syöttäminen. (Vickers 2007, 68)

Kiinniottotehtävissä kohde tulee kohti kiinniottajaa ja tällöin katsetta käytetään arvioimaan kohteen lentorata, millä tavalla kohde lähestyy kiinniottajaa ja kuinka kiinniottaja kontrolloi kohdetta haltuunoton jälkeen. Esimerkkejä kiinniottotehtävästä on muun muassa Vickersin ym. (1997) tutkimuksessa tutkittu lentopallon syötön vastaanotto ja jääkiekon maalivahtityöskentely (ks. Panchuk ym. 2017). Kiinniottotehtävä voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: kohteen tunnistaminen, kohteen seuraaminen ja kohteen kontrollointi. Tunnistamisvaiheessa havainnoidaan esimerkiksi, vieritetäänkö, potkaistaanko, ammutaanko vai heitetäänkö kohde sieppaajaa kohti. Tunnistusvaiheen jälkeen arvioidaan katseella, hidastuuko vai nopeutuuko kohde ja vaikuttaako siihen maan kitka tai tuleeko kohde kierteellä. Kohteella voi olla oletettava tai olettamaton lentorata. Oletettavissa lentoradoissa katseen kohdistaminen on huomattavasti helpompaa kuin olettamattomissa lentoradoissa. Kontrollointivaiheessa kohde on sieppaajan hallussa ja se siirretään seuraavaan kohteeseen kuten syötöllä oman puolen pelaajalle, pesäpallossa lyöntinä kentälle tai passina lentopallossa. (Vickers 2007, 70)

Taktisissa tehtävissä yhdistellään tähtäys- ja heittotaitoja sekä kiinniottotaitoja sekä luetaan ympäristön muuttuvia kohteita. Tämän kaltaisia tehtäviä esiintyy usein joukkueurheilussa, kuten koripallossa, pesäpallossa, lentopallossa ja jääkiekossa. Taktisiin taitoihin liittyy myös radan tai kentän lukemisen taito, joka vaikuttaa liikkumiseen. Tätä esiintyy esimerkiksi hiihdossa, alppihiihdossa tai kiipeilyssä. Motorinen käyttäytyminen on hyvin erilaista näissä tilanteissa, mutta päämäärä on sama: pyritään tekemään paras mahdollinen ratkaisu etenemisen tai pelitilanteen kannalta. Pelaajan tai kilpailijan on tehtävä jatkuvasti havainnointia ympäristön muutoksista ja tämän vuoksi tähtäys- ja heittotaitojen sekä kiinnitaitojen yhdistelyn lisäksi tarvitaan tilanteeseen soveltuvia liikkumistaitoja. (Vickers 2007, 70)

2.3 Liikkeentuottaminen, motorinen aivokuori ja Quiet eye

Liikkeentuottaminen on monimutkainen aivoprosessi ja se pitää sisällään monia erilaisia vaiheita. Keskeisessä roolissa ovat motorisen aivokuoren, hermoston ja lihasten yhteistyö. Liikkeen tuottaminen alkaa suunnittelusta ja tavoitteen asettamisesta. Seuraava vaihe on motivaatio ja intentio liikkeen tuottamiseen, joka voi olla tietoista tai tiedostamatonta. Tämän jälkeen aktivoituu aivojen motorinen aivokuori, joka on vastuussa tahdonalaisten liikkeiden suunnittelusta ja ohjaamisesta. Seuraavaksi motorisella aivokuorella muodostetaan liikekaava, joka on suunnitelma liikkeen suorittamiseksi. Liikekaava sisältää tietoa lihasten ja nivelten koordinoimisesta. Tämän jälkeen liikekäsky lähetetään hermojärjestelmään, joka kuljettaa hermoimpulsseja lihaksiin erityisesti selkäytimen kautta. Kun hermoimpulssi saapuu lihaksiin, tapahtuu lihasten aktivoituminen. Lihaksen aktivoitumisen jälkeen proprioseptinen järjestelmä aktivoituu, jonka kautta aivot vastaanottavat jatkuvaa palautetta liikkeen onnistumisesta liikekaavan mukaisesti. Proprioseptinen järjestelmä auttaa hienosäätämään liikettä tarpeen mukaan. Lopuksi alkaa vielä sensomotorinen integraatio, jonka avulla aivot käsittelevät jatkuvasti aistitietoa ja motorista informaatiota, jotta liike pysy tarkoituksen mukaisena ja tehokkaana. (Kalat 2015, 235–246)

Motorinen aivokuori on vastuussa tahdonalaisten liikkeiden tuottamisesta ja hermoimpulssien kuljettamisesta kohti lihaksia, joilla liikkeitä tuotetaan (Duodecim 2016). On myös havaittu, että 40 % aivokuoresta osallistuu näköaistin tuottaman tiedon käsittelyyn (Shaw ym. 2005, 51). Muun muassa tästä syystä näköaistin merkitys liikkeiden tuottamiselle on erityisen suuri (Jaakkola 2016, 154). Liikkeen tuottamisen kannalta olennaisia aivokuoren osia ovat muun muassa prefrontaalisen-, premotorisen- ja parietaalisen aivokuoren osat. Prefrontaalisen aivokuoren tiedetään prosessoivan esimotorisia alueita laajasti ja se on vastuussa pääosin liikkeen suunnittelusta (Miller & Cohen 2001; Suzuki ym. 2004). Premotorinen aivokuori on taas vastuussa liikkeen valinnasta ennen liikkeen suorittamista (Thoenissen ym. 2002). Parietaalinen aivokuori on vastuussa raajojen liikkeiden hallinnasta (Andersen & Buneo 2002; Rushworth ym. 2001). Parietaalisella aivokuorella on myös tärkeä rooli visuaalisen tiedon ja liikkeiden yhdistämisessä (Van Donkelaar & Staub 2000). Aivoilla ja niiden toiminnalla on myös sukupuolten välisiä eroavaisuuksia. Amenin ym. (2017) tutkimuksessa selvitettiin aivoverenkierron muutoksia miesten ja naisten välillä. Tutkimuksen perusteella naisilla

esiintyi merkittävästi suurempaa aivoverenkiertoa varsinkin prefrontaalisella, frontaalisella ja limbisellä aivoalueella. Tämä saattaa vaikuttaa naisten parempaan kognitiiviseen kyvykkyyteen kuten havaintomotoriikkaan ja liikkeiden tuottamiseen. (Amen ym. 2017, 610–612) Paremmalla aivoverenkierrolla on vaikutusta esimerkiksi aivojen hapensaantiin, välittäjäaineiden lisääntymiseen ja aivoperäisen hermokasvutekijän (BDNF) tuotannon lisääntymiseen (Davenport ym. 2012, 153–158).

Pidemmät Quiet eye -kestot ovat ominaisia onnistuneille suorituksille, koska se mahdollistaa motoristen ohjelmien yksityiskohtaisemman käsittelyn ja tarvittavan motorisen aivokuoren organisoinnin (Mann ym. 2011). Pidempi Quiet eye -kesto pidentää myös kriittisten liikkeiden valmistelujaksoa, jonka aikana liike on tehokkaasti parametrisoitu (Moore ym. 2012). Mann ym. (2011) tutkimuksessa raportoitiin pidempien Quiet eye -kestojen olevan yhteydessä korkeampaan motorisen aivokuoren aktivaatioon, jonka kautta liikekäskyt kulkevat. Tutkimuksessa tutkittiin golfin pelaajien Quiet eye -kestojen ja motorisen aivokuoren aktivaation yhteyksiä. Tutkimuksen perusteella kokeneiden pelaajien Quiet eye -kestot ja motorisen aivokuoren aktivaatiot erosivat merkittävästi heikompien pelaajien samoista tuloksista kokeneiden hyväksi. Xu:n ym. (2021) golfputtausta tutkineessa artikkelissa havainnot tukevat tätä teoriaa, koska heidän löydöksensä mukailivat Mann ym. (2011) tuloksia. Xu:n ym. (2021) tutkimuksessa käytettiin mittareina EEG, EOG ja EMG-mittausmenetelmiä, joilla on mahdollista tutkia aivosähköä (EEG), silmien liikkeitä ja niiden sähköistä toimintaa (EOG) sekä lihasten sähköistä aktiivisuutta (EMG). Tutkimuksessa pystyttiin siis jaottelemaan aktivaation tasot eri motorisen aivokuoren osien välillä. Tulosten perusteella löydettiin merkittävästi suurempaa aktivaatiota prefrontaalisella, premotorisella ja parietaalisella aivokuorelta onnistuneissa suorituksissa kuin epäonnistuneissa suorituksissa (Xu ym. 2021, 646). Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin myös onnistuneen liikkeen suorittamisen aikana enemmän aktivaatiota premotorisella aivokuorella kuin parietaalisella aivokuorella. Erot osoittavat, että resursseja jaettiin motoriseen suunnitteluun enemmän kuin liikkeen hallintaan, jotta liikkeen toteuttaminen olisi helpompaa, koska toteutusvaiheessa resursseja on vähemmän käytettävissä. (Xu ym. 2021, 646) Nämä löydökset tukevat esiohjelmointi- ja online-ohjaus teorioita, joiden mukaan Quiet eye edistää motorisen ohjelman tuottamista ennen liikettä ja sen aikana (ks. Gonzalez ym. 2015; Vickers 1996; Vickers 2009).

3 KATSEENHALLINTA TAIDONOPPIMISESSA

Taidonoppiminen eli tässä yhteydessä motoristen taitojen oppiminen tarkoittaa harjoittelun tuloksena aikaan samaa suhteellisen pysyvää kykyä tuottaa haluttuja liikkeitä (Schmidt & Lee 2014, 178). Oppiminen on yleisesti kognitiivinen, kehon sisäinen prosessi ja sitä on vaikea havainnoida (Jaakkola 2016, 147). Oppimisen aikana keskushermostoon syntyy erillisten hermoverkkojen välille yhteyksiä, joka laajentaa hermoyhteyksiä aivoissa. Taitojen oppimisen alkuvaiheessa hermoverkko on hajanainen ja tiedonsiirto hermosoluista toiseen on hidasta, joten halutun liikkeen tuottaminen on karkeaa, mutta harjoittelun myötä hienomotorinen toiminta kehittyy (Chang 2014, 35). Katseenhallinnalla on todettu olevan merkittävää yhteyttä taidon oppimiseen ja tasoerojen selitettävyyteen useissa eri lajeissa (Klostermann & Moeinrad 2020, 151; Lebeau ym. 2016; Mann ym. 2007; Rienhoff ym. 2016). Taidonoppimista voidaan tehostaa myös katseenhallinnan keinoin hyödyntämällä esimerkiksi Quiet eye -harjoittelua, jonka on myös todettu edistävän parempaa taidon oppimista pelkän tekniikanharjoittelun sijaan. (ks. Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Piras & Vickers 2011; Vine ym. 2011; Wilson ym. 2015; Wood ym. 2017; Wood & Wilson 2011). Quiet eye -harjoittelu esitellään tarkemmin kappaleessa 1.7. Harjoittelu- ja oppimisympäristötekijät ovat myös merkittävässä roolissa eri taitojen opettamisessa ja oppimisessa, koska havaintotoiminnot ovat keskeinen osa oppimisprosessia (Vickers 2007; Jaakkola 2016). Merkittäviä tekijöitä ovat esimerkiksi virikkeellinen ja mahdollisimman aito harjoittelu-ympäristö (Magill & Anderson 2017).

Tähtäys- ja heittotaitojen osalta merkittäviä tuloksia on löydetty koripallon vapaheiton harjoittelussa, golf-pelaajien puttauksen ja jalkapallon rangaistuspotkujen kehityksessä (Giancamilli ym. 2022; Harle & Vickers 2001; Norouzi ym. 2019; Vine ym. 2011; Wood & Wilson 2011). Harlen ja Vickersin (2001) koripallo tutkimuksessa koeryhmä harjoitteli vapaheittoja koko kauden ajan hyödyntäen Quiet eye -harjoittelua. Alkutestissä Quiet eye training -ryhmän (QET) vapaheiton onnistumisprosentti oli 62 % ja kauden päätteeksi tehdyn lopputestin jälkeen onnistumisprosentti oli 74 %. QET-ryhmän QE-kestot osuneissa heitoissa oli alkutestissä 706 ms ja lopputestissä 1036 ms. Epäonnistuneiden heittojen Quiet eye -kestot pysyivät lähes samoina (Alkutesti: 857 ms, lopputesti: 903 ms). Samankaltaisia tuloksia

saatiin myös Giancamillin ym. (2022) koripallon eliittipelaajien ja keskitason pelaajien katsekäyttäytymistä tutkineessa artikkelissa. Vinen ym. (2011) tutkimuksessa havaittiin merkittävää kehitystä Quiet eye -harjoittelulla golfputtauksen osalta. Tutkimuksen QET-ryhmän pelaajilla oli keskimäärin 1,9 lyöntiä vähemmän kierrokselta technical training (TT) -ryhmään verrattuna. Tutkimuksen koehenkilöt olivat taitavia pelaajia, joten näiden tulosten valossa merkittävää hyötyä Quiet eye -harjoittelulla voidaan saada aikaan myös kokeneilla urheilijoilla. Woodin ja Wilsonin (2011) jalkapallon rangaistuspotkuja tutkineessa artikkelissa viiden viikon harjoitusjakson päätteeksi QET-ryhmällä oli 4 % parempi maalinteko prosentti kuin TT-ryhmällä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. TT-ryhmällä oli kuitenkin 14 % enemmän torjuttuja laukauksia kuin QET-ryhmällä, jonka ero oli tilastollisesti merkittävä. Kokonaan ohimenneiden laukausten ero ei ollut merkittävä, verrokkiryhmällä niitä oli 7 % enemmän. Norouzin ym. (2019) aloittelevien darts-pelaajien tutkimuksessa QET-ryhmä kehittyi verrokkiryhmään verrattuna merkittävästi enemmän kuukauden harjoittelujakson aikana. QET-ryhmä heitti alkutestissä 6,54 heittoa ohi maalista, kun taas lopputestissä 4,59 heittoa ohi maalista. Verrokkiryhmä heitti alkutestissä 6,69 heittoa ohi maalista ja lopputestissä 6,14 heittoa ohi maalista. (Norouzi ym. 2019)

Wilson ym. (2013) tutkivat ensimmäisen kerran lasten Quiet eye -käyttäytymistä. He havaitsivat, että lapsilla, joilla oli heikot motoriset taidot, oli merkittävästi lyhyemmät Quiet eye -kestot MABC-2-testin heitto- ja kiinniottotestissä verrattuna lapsiin, joilla oli hyvät motoriset taidot. Tutkimuksessa lapset jaettiin ryhmiin: heikot motoriset taidot (low motor competence eli LMC), keskiverto motoriset taidot (medial motor competence eli MMC) ja hyvät motoriset taidot (high motor competence eli HMC). Testissä lapset heittivät pallon seinään kahden metrin etäisyydeltä ja pallo piti saada kiinni käsiin ilman pomppua. Pallon kiinniottamisessa HMC-ryhmä sai pallon kiinni keskimäärin 92 % todennäköisyydellä, MMC-ryhmä 62 % todennäköisyydellä ja LMC-ryhmä 35 % todennäköisyydellä. Heittovaiheessa HMC-ryhmän Quiet eye -kesto oli keskimäärin 496 ms, MMC-ryhmän Quiet eye -kesto oli keskimäärin 409 ms ja LMC-ryhmän Quiet eye -kesto oli 259 ms. Kiinniottovaiheessa HMC-ryhmän Quiet eye -kesto oli keskimäärin 256 ms, MMC-ryhmän QE-kesto oli keskimäärin 201 ms ja LMC-ryhmän Quiet eye -kesto oli keskimäärin 146 ms. HMC-ryhmä onnistui siis merkittävästi paremmin testissä kuin muut ryhmät ja sillä oli

varsinkin LMC-ryhmään verrattuna merkittävästi pidempiä Quiet eye -kestoja. (Wilson ym. 2013).

Kiinniottotaitojen osalta merkittäviä tuloksia saatiin jalkapallo- ja jääkiekkomaalivahtien sekä lentopallon syötön vastaanottajien Quiet eye-harjoittelussa (ks. Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers ym. 1997). Vickersin ym. (1997) lentopallon syöttö-vastaanottoharjoittelussa toteutettu Quiet eye -harjoittelu paransi seitsemän prosenttia pelaajien syötön vastaanottoa. Panchukin ja Vickersin (2006) tutkimuksessa jääkiekkomaalivahtien Quiet eye -harjoittelussa kahdeksan maalivahtin Quiet eye -aikoja mitattiin päästettyjen maalien ja torjuntajen osalta. Torjuessaan laukauksen maalivahtien Quiet eye -kesto oli keskimäärin 952 ms, kun taas päästettyjen maalien Quiet eye -kestot olivat keskimäärin 826 ms. Panchukin ym. (2017) jääkiekkomaalivahteja tutkineessa artikkelissa raportoitiin, että jos maalivahti kohdistaa katseensa pelivälineeseen hyökkääjän laukauksen jälkeen, ennusti se huonompaa torjuntaprosenttia. Tutkimuksessa pidemmillä Quiet eye -kestoilla oli myös yhteyttä parempaan torjuntaprosenttiin (QET = 2074 ms, TT = 1262 ms) (Panchuk ym. 2017, 97). Pirasin ja Vickersin (2011) tutkimuksessa jalkapallomaalivahtit kohdistivat katseensa joko palloon tai laukaisijan kehonosaan, kuten päähän, olkapäähän tai jalkaan. Tutkimuksen tulokset olivat ristiriidassa Panchukin ja Vickersin (2006) tutkimuksen kanssa, sillä Quiet eye -kestot olivat huomattavasti pidempiä päästetyissä maaleissa kuin torjunnoissa (päästetyt maalit: 1416 ms, torjunnat: 970 ms). Merkittävä tulos tutkimuksessa oli, että jos Quiet eye -kesto ylitti 1100 ms, päästetyt maalit olivat todennäköisempiä. Jos katseenkiinnitys aloitetaan liian aikaisin, menetetään olennaista tietoa potkaisijan kehonliikkeistä ennen laukausta. (Piras & Vickers 2011)

Woodin ym. (2017) Quiet eye -harjoittelun interventiotutkimuksessa, pyrittiin kehittämään kehityskoordinaatiohäiriöstä (Developmental coordination disorder eli DCD) omaavien lasten heitto- ja kiinniottotaitoja. Tutkimuksissa käytettiin Movemental Assessment Battery for Children 2 eli MABC-2 testiä, joka pitää sisällään katseen kohdistamisen seinässä olevaan pisteeseen, pallon heittämisen ja tämän kiinniottamisen. Tutkimuksessa lapset harjoittelivat pallon kiinniottamista ja katseen kohdistamista neljä viikkoa. Tutkimusten tulokset osoittivat, että QET-ryhmällä oli heitto- (QED1: QET = 592 ms, TT = 245 ms) ja kiinniottovaiheessa (QED2: QET = 237 ms, TT = 157 ms) merkittävästi korkeammat Quiet eye -kestot TT-

ryhmään verrattuna. Kiinnioton onnistumisessa QET-ryhmällä oli myös merkittävästi paremmat tulokset (QET = 34/50 onnistunutta kiinniottoa, TT = 23/50 onnistunutta kiinniottoa).

Samankaltainen tutkimusasetelma oli Milesin ym. (2015) tutkimuksessa, jossa myös tutkittiin Quiet eye -harjoittelun yhteyksiä heitto- ja kiinniottotaidon kehittymiseen lapsilla, joilla oli kehityskoordinaatiohäiriö. Tutkimustulokset olivat Quiet eye:n ja taidon kehittymisen osalta samassa linjassa Woodin ym. (2017) tulosten kanssa. Lisänä tutkimuksessa seurattiin lasten kiinniottotekniikan kehittymistä, siitä näkökulmasta onko QET ja TT-ryhmien kyynärkulmalla eroja kiinniottohetkellä. Kyynärkulman muutos negatiiviseen suuntaan tarkoitti tutkimuksessa parantunutta kiinniottotaitoa. QET-ryhmän kyynärkulmat muuttuivat harjoitusjakson aikana keskimäärin -28 astetta, kun taas TT-ryhmän kyynärkulmat muuttuivat keskimäärin vain -1 astetta. (Miles ym. 2015, 37)

3.1 Quiet eye -harjoittelu

Quiet eye:ta eli hiljaista silmää voidaan harjoitella (Vickers 2007, 11). Tekniikkaharjoitteluun integroitu Quiet eye -harjoittelu on katseenhallintaa ja se antaa aivoille enemmän aikaa tuottaa haluttua liikettä tai motorista ohjelmaa (Williams ym. 2002, 197–207). Quiet eye -harjoittelulla on raportoitu olevan yhteyksiä parantuneeseen motoriseen suorituskyykyyn useissa urheilulajeissa (Harle & Vickers 2001; Krzepota ym. 2016; Martell & Vickers 2004; Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers 1996; Vickers ym. 1997). Quiet eye -harjoittelulla on raportoitu myös olevan positiivisia yhteyksiä motoristen taitojen kehittymiseen tähtäys- ja heittotaidoissa sekä kiinniottotaidoissa lapsilla, joilla on DCD (Miles ym. 2015; Wood ym. 2017). Taitavilla liikkujilla ja urheilijoilla on myös raportoitu pidempiä Quiet eye -kestoja kuin keskitasoisilla tai aloittelijoilla (Klostermann & Moeinirad 2020; Rienhoff ym 2016). Katseenhallinta jaetaan kolmeen tehtäväkategoriaan: tähtäys- ja heittotaidot, kiinniottotaidot ja taktiset taidot (Vickers 2007, 68). Kirjallisuudessa esiteltiin Quiet eye -harjoitteluun harjoitteita, joilla oli positiivisia yhteyksiä suorituskyykyyn ja taitojen kehittymiseen (ks. Harle & Vickers 2001; Krzepota ym.

2016; Martell & Vickers 2004; Miles ym. 2015; Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers ym. 1997; Vine ym. 2011; Wood ym. 2017; Wood & Wilson 2011).

Kiinniottotaitojen kehittämiseen näkökulmia esitettiin jääkiekko- ja jalkapallomaalivahtien harjoitteluun sekä lentopallon syötön vastaanottoon. Jääkiekossa maalivahti voi harjoitella Quiet eye:tä kohdistamalla katseensa kiekkoon ja vastustajan mailan asentoon ennen hyökkääjän laukausta. Tällöin maalivahdin on mahdollista ennakoida paremmin kiekon lentorata ja tulokulma (Panchuk & Vickers 2006; Panchuk ym. 2017). Jalkapallomaalivahtien Quiet eye -harjoittelu on hyvin samankaltainen kuin jääkiekkomaalivahtien Quiet eye -harjoittelu. Jalkapallomaalivahtit voivat niin ikään kiinnittää katseensa pelivälineeseen tai vastustajan kehonosaan kuten päähän, olkapäähän tai jalkaan ennen hyökkääjän laukausta, jotta pallon lentorataa ja tulokulmaa voitaisiin ennakoida mahdollisimman hyvin. (Piras & Vickers 2011) Lentopallon syötön vastaanottoon liittyvää Quiet eye-harjoittelua voi toteuttaa kohdistamalla katseensa kohtaan, jossa syöttäjä lyö palloa ja seuraamalla pallon lentorataa niin kauan kuin mahdollista. Tärkeää on se, että vastaanottaja ei keskity pallon heittovaiheeseen, vaan kiinnittää katseensa palloon vasta kun se lähtee kohti vastaanottajaa. Näin pystytään kehittämään pallon lentoradan ennakointia ja kehittämään mahdollisesti onnistuneiden vastaanottojen prosenttia (Vickers ym. 1997).

Tähtäys- ja heittotaitoihin esiteltiin erilaisia harjoittelun muotoja Harlen ja Vickersin (2001) koripallon vapaahettoa tutkivassa artikkelissa, Woodin ja Wilsonin (2011) jalkapallon rangaistuspotku tutkimuksessa, Vinen ym. (2011) golfputtausta tutkivassa artikkelissa ja Norouzin ym. (2019) darts-pelaajia tutkineessa tutkimuksessa. Koripallon vapaahetossa Quiet eye -harjoittelua voi toteuttaa kohdistamalla katseensa kahdeksi sekunniksi korirenkaan etuosaan. Heittohetkellä pallo yleensä peittää katsekontaktin, jolloin heittäjä voi siirtää katseensa tai räpäyttää silmäänsä. Tärkeää on olla seuraamatta pallon lentorataa heiton jälkeen, kohdistaa katse vielä hetkeksi korinrenkaaseen (Harle & Vickers 2001, 289–305). Golfputtauksen harjoittelussa voidaan toteuttaa Quiet eye -harjoittelua vilkaisemalla maaliin, viemällä katse pallon takaosaan, johon mailan oletetaan osuvan ja pitämällä katse tässä vähintään kaksi sekuntia ennen puttauksen suorittamista. Tärkeää on olla seuraamatta palloa lyönnin jälkeen, vaan pitää katse lyöntikohdassa (Vine ym. 2011, 1–9). Jalkapallon

rangaistuspotkussa voidaan myös käyttää Quiet eye -harjoittelua. Woodin ja Wilsonin tutkimuksessa (2011, 260) rangaistuspotkun laukoja kohdisti ensimmäisen Quiet eye -fiksaationsa maalialueeseen, jonka jälkeen laukoja siirsi katseensa pilkulle asettamaansa palloon. Quiet eye päättyi kun laukoja otti ensimmäisen askeleen kohti palloa laukoakseen. Norouzin ym. (2019) artikkelissa tutkittiin aloittelevia darts-pelaajien Quiet eye -harjoittelua. Tikkaa heittäessään heittäjä suuntaa katseensa haluttuun kohteeseen taulussa. Tutkimuksessa koehenkilöt saivat myös videotallenteelta seurata omaa katsekäyttäytymistään ja verrata tätä ammattilaisten katsekäyttäytymiseen (Norouzi ym. 2019, 211).

Taktisten taitojen Quiet eye-harjoitteluun esitettiin muotoja Martellin ja Vickersin (2004) jääkiekkoa käsittelevässä artikkelissa sekä Krzepotan ym. (2016) jalkapalloa käsittelevässä artikkelissa. Molemmat lajit ovat Quiet eye-harjoittelun kannalta hyvin samankaltaisia. Lajien puolustustilanteissa tapahtuu yleensä paljon asioita, joten Quiet eye-harjoittelussa tärkeää on pitää silmä mahdollisimman rauhallisena ja liikkumattomana. Näin puolustaja pystyy hahmottamaan paremmin pelivälineen, hyökkäävät pelaajat ja heidän liikkeensä. Näin pystytään paremmalla todennäköisyydellä keskeyttämään hyökkäys (Martell & Vickers 2004, 689–712; Krzepota ym. 2016, 769–783).

Vickersin (2007, 145–151) teoksessa taktisiin taitoihin liittyviä liikkumistaitoja kuten esteen ylitystä, väistämistä ja luistelua voidaan myös harjoitella Quiet eye -harjoittelulla. Esteen ylityksessä ja väistämisessä katseen kohdistaminen on sidoksissa liikkumisnopeuteen. Jos liikkumisnopeus on kävelyvauhti, voidaan katsekohdistaa vasta 1–2 metriä ennen estettä. Vauhdin kasvaessa tarvitaan kohdistaminen huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa, jotta este voitaisiin ylittää sujuvasti (Vickers 2007, 145). Luistelussa Quiet eye -harjoittelu kohdistuu kaarteeseen tai edessä olevan jään seurantaan. Esimerkiksi pikaluistelussa luistelija voi kohdistaa katseen eteensä tai kaarteeseen sisäosaan ylläpitääkseen luistelutekniikkaa tasapainoa ja lisätä nopeuttaan (Vickers 2007, 151).

Yliopisto-opiskelijoilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että huippuvapaahittäjien Quiet eye toimintamallin opettelemisella ja jäljittelyllä on vapaahittojen heittotarkkuuden kannalta suotuisia vaikutuksia. Huippuvapaahittäjien Quiet eye -toimintojen opettelu ja jäljittely

näyttäisivätkin olevan tehokkaampi tapa parantaa suoritusta kuin näiden biomekaanisen suoritustekniikan opettelu ja jäljittely. Huippuvapaheittäjiä Quiet eye -toimintojen omaksumisen ennen suoritustekniikkaa on ajateltu tukevan optimaalisempaa järjestystä neuraalisessa ohjauksessa. (Vickers ym. 2017) Giancamillin ym. (2022, 9–10) koripallopelaajia tutkineen artikkelin tuloksista löytyi eliittipelaajia, joiden katsekäyttäytyminen ei ollut yleisesti eliittipelaajille ominaista eli pitkiä QE kestoja sisältävää ja hyvin kohdistettua katsekäyttäytymistä. Tämä on yksi esimerkki myös siitä, että korkealla tasolla voi urheilla ilman toivottua katsekäyttäytymistä. Tällaisten urheilijoiden kohdalla voidaan kuitenkin pohtia, voisiko näitä pelaajia tai urheilijoita kehittää vieläkin paremmiksi eri lajeille sovelletuilla ja kehiteltyillä Quiet eye -harjoittelun menetelmillä ja millä aika välillä.

3.2 Harjoittelun ympäristötekijät ja taidonoppiminen

Vaihtelu on taitoharjoittelun keskeisimpiä ja tärkeimpiä periaatteita (Schmidt & Lee 2014). Taitojen oppiminen on tehokkaampaa, jos suoritussympäristöjä ja harjoitteita vaihdellaan tasaisin väliajoin (Jaakkola 2016, 355–357). Samankaltaisen harjoittelun toistamista kutsutaan blokkiharjoitteluksi, joka pyrkii toistavalla harjoittelulla ja riittävällä levolla luomaan superkompensaatioita eli kovan harjoittelun ja levon aikaan saamaa edistyneempää kehitystä (Jaakkola 2016, 356). Tätä metodia käytetään yleisesti esimerkiksi kestävyys- ja voimalajeissa. Taitoharjoittelun kannalta blokkiharjoittelumenetelmät saattavat kuitenkin olla ongelmallisia. Kun ympäristö pysyy muuttumattomana, liikkeentuottaminen sujuu suunnitellusti, mutta ongelmia syntyy, jos liikettä pitäisi muuttaa ympäristöön sopivaksi (Kauranen 2011, 137). Varsinkin suomalaisilla keihäänheitäjillä harjoitusympäristö ja kilpailuympäristö eivät vastaa aivan toisiaan visuaalisesta näkökulmasta, jos verrataan talvi- ja kesäharjoittelua keskenään. Keihäänheiton lajiharjoittelu seuraavaa kautta varten aloitetaan jo hyvissä ajoin loka-marraskuussa, jolloin talviaikaan harjoittelua tulee paljon ennen kuin Suomessa ulkoheittopaikat ovat harjoitteluun kelpaavia. Tämä asettaa haasteita autenttisen harjoitteluympäristön luomiseen, koska keihäänheitto on kesällä ja ulkona kilpailtava laji maailmanlaajuisesti. Taitoharjoittelussa on tärkeää luoda konkreettinen, virikkeellinen ja mahdollisimman aito harjoitteluympäristö, jotta harjoittelu siirtyisi todennäköisemmin

pitkäkestoiseen muistiin ja näin helpommin toistettavaksi (Jaakkola 2016, 355). Tämän kaltaisen harjoittelun on todettu olevan tehokkaampi tapa taidon oppimisessa muuttumattomiin olosuhteisiin verrattuna (Soderstrom & Bjork 2015).

3.3 Katseenhallinta ahdistuksen ja jännityksen hallinnassa

Jännittäminen mielletään kirjallisuudessa yleisesti ahdistuneisuudeksi, hermostuneisuudeksi tai peloksi, koska niiden oireiden kirjo on hyvin lähellä toisiaan. Ihmiset kokevat jännittämisen eri tavoin, joten se saattaa vaikuttaa kehomme toimintaan myös eri tavoin. (Noronen 1998, 17) Ahdistusta ja jännitystä aiheuttavia tilanteita esimerkiksi kilpaurheilussa ovat erilaiset painetilanteet, sosiaalinen arviointi ja arvioinnin uhka, joiden tiedetään aiheuttavan kognitiivista ahdistusta (Baumeister & Showers 1986, 361–383). Kyseisiä tilanteita löytyy luultavasti monista kilpaurheilun lajeista, myös keihäänheitosta.

Jännitystä tuottavien ja ahdistavien tilanteiden raportoitiin hajottavan Quiet eye:n helpommin kuin paineettomissa tilanteissa. (ks. Giancamilli ym. 2022; Moore ym. 2012; Wilson ym. 2009). Wilsonin ym. (2009) tutkimuksessa tutkittiin ensimmäisiä kertoja Quiet eye:ta painetilanteissa. Tutkimuksessa huomattiin Quiet eye -fiksaation hajoavan paineenalaisissa tilanteissa paineettomiin tilanteisiin nähden. Mooren ym. (2012) golfpelaajien katsekäyttäytymistä tutkineessa artikkelissa tutkittiin QET ja TT-ryhmän fysiologisia eroavaisuuksia ja Quiet eye:n muutoksia painetilanteissa. Tutkimuksen perusteella QET-ryhmän syke aleni suoritushetkellä merkittävästi nopeammin TT-ryhmään verrattuna. QET-ryhmän Quiet eye -kestot olivat myös merkittävästi korkeammat (3400 ms) kuin verrokkiryhmällä (1800 ms) paineenalla. (Moore ym. 2012, 1009–1010) Giancamillin ym. (2022, 7) koripallon vapaaheittoa paineen alla tutkineen artikkelin mukaan aikapaine ja suorituspaine heikensivät urheilijan suorituskkyä koripallonheitto tilanteissa taitotasosta riippumatta. Eliittipelaajat kuitenkin osoittivat paineen alla aikaisempia ja pidempiä Quiet eye -kestoja kuin keskitason pelaajat (eliitti: 813 ms, keskitaso: 521 ms). Quiet eye:lla ja sen harjoittelulla saattaa olla siis myös mahdollista hyötyä paineenalaisten keihäänheittosuoritusten helpottamiseen.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän tutkimuksen pääkysymykset ovat:

1. Millainen keihäänheittäjien katsekäyttäytyminen on?
2. Minkälaisia mahdollisia eroavaisuuksia huippuheittäjien ja keskitason heittäjien katsekäyttäytymisessä on?

Tutkimuskysymyksiin vastaamiseen on laadittu Klostermannin ja Moeiniradin (2020) meta-analyysin perusteella kolme hypoteesia, jotka ovat:

1. Huippuheittäjien viimeisen fiksaation eli Quiet eye:n kestot ovat pidempiä kuin keskitason heittäjillä,
2. Huippuheittäjien katse on kohdistetumpaa kuin keskitason heittäjillä
3. Huippuheittäjillä on vähemmän fiksaatioita ristiasteleiden ja heittosuorituksen välillä kuin keskitason heittäjillä.

4.2 Tutkittavat ja tutkimusasetelma

Tutkielman aineisto kerättiin talven 2023 ja kevään 2024 välisenä aikana keihäänheiton sisäheittopaikoilla Jyväskylässä, Tampereella ja Kuopiossa. Tutkimukseen osallistuneet olivat terveitä yli 18-vuotiaita mies- ja naispuolisia keihäänheittäjiä. Tutkimuksen otoskoko on 11 keihäänheittäjää. Heidät jaettiin ennätöksensä perusteella tasoryhmiin, jonka määritteli yleisurheilun yleinen pistetaulukko. Pistetaulukon mukaan SM-luokan urheilijoiksi luetaan miehissä yli 82 metriä heittäneet miehet ja yli 60 metriä heittäneet naiset. Keskitason ryhmään luetaan molemmissa sukupuolissa SM-luokasta heikommat ennätykset kuitenkin rajaten tason C-luokkaan, joka on miehissä 58 metriä ja naisissa 38 metriä. (SUL 2022) Tasoryhmien edustajien ennätykset saivat poiketa +/- 1 metriä vaaditusta tasosta tutkittavien rekrytoinnin

helpottamiseksi etenkin huipputasoryhmän osalta. Huipputason heittäjiä otoksessa on 4 henkilöä ja keskitasonheittäjiä 7 henkilöä. Heittäjien heittovuodet vaihtelivat neljän ja 17 heittovuoden välillä.

Tutkimuksen mittaukset järjestettiin tutkittavien kanssa sovittuina ajankohtina heidän heittoharjoituksensa yhteydessä. Tällä pyrittiin siihen, että tutkimus aiheuttaisi mahdollisimman vähän vaivaa tutkittaville ja heidän harjoitusrytmilleen. Ennen mittauksia tutkittavat täyttivät esitietolomakkeen (Liite 1), jossa kysyttiin henkilön nimeä, ennätystä tasoasteikolla (Keskitaso: naiset 38–58 metriä, miehet 58–80 metriä. Huipputaso: naiset 59< metriä, miehet 81< metriä) ja heittovuosien määrää. Lomakkeella kysyttiin myös tutkittavan vapaaehtoisuutta osallistua tutkimukseen, yli 18 vuoden ikää ja sitä onko tutkittava lukenut tutkimustiedotteen ja tietosuojailmoituksen. Lomakkeen täytettyään ja vaadittavat kohdat hyväksytyään tutkittava oli valmis mittauksiin.

Varsinaiset mittaukset suoritettiin seuraavalla tavalla. Tutkittavat heittivät kolme juoksuvauhtista, keskitehoista heittoa sisäheittopaikan pressuun niin, että vauhdinotosta oli selkeästi havaittavissa vauhtijuoksu ja ristiaskeljuoksuun siirtyminen. Tämä sen vuoksi, että pystyttiin analysoimaan tarkemmin katseenhallinnan muutosta, kun heittäjän rintamasuunta muuttuu vauhtijuoksun aikana. Keskitehoinen heitto helpottaa ja vakauttaa silmänliikelasien todennäköisyyttä tuottaa luotettavampaa tietoa, koska kovatehoisissa heitoissa lasit saattavat liikkua heittäjän päässä ja häiritä silmänliikelasien laskentaa. Välineenä jokaisella heittäjällä oli sukupuolen mukainen, yleisen sarjan keihäs, joka on naisilla 600 grammaa ja miehillä 800 grammaa painava (SUL 2018). Tutkittavalle puettiin silmänliikelasit sekä johdosta ja dataa keräävästä puhelimesta koostuva vyölaukku. Laseista lähtevä johto meni vyölaukussa olevaan puhelimeen, joka keräsi katsedataa. Vyö asetettiin tutkittavan lanteille, puhelintasku taaksepäin, jotta lasien johto kulki paidan alla. Tällä pyrittiin siihen, että johto häiritsisi mahdollisimman vähän heittosuoritusta. Silmänliikelasit olivat kiinnitettynä tutkittavan päähän lasien mukana tulevilla joustavilla nauhoilla. Niiden tehtävänä oli pitää lasit stabiilisti paikallaan. Kun laitteisto puettiin tutkittavan päälle, sai hän kaksi koeheittoa lasien kanssa. Niiden aikana hän pystyi totuttelemaan laseihin heittosuorituksessa. Lämmittelyheittojen jälkeen aloitettiin varsinaiset mitattavat kolme heittosuoritusta. Mitattavissa heitoissa tutkittava otti haluamansa paikan vauhdinottoradan päästä, josta hän halusi lähteä heittoa

suorittamaan. Tämän jälkeen tutkija laitto nauhoituksen päälle vyölaukussa olevan puhelimen sovelluksesta. Nauhoituksen alettua tutkittava katsoi kymmenen sekunnin ajan eteenpäin, noin kahden metrin korkeuteen ja piti silmiä paikallaan. Tutkija mittasi rannekellosta kymmenen sekunnin ajan, jonka jälkeen hän sanoi ”saa heittää”. Merkin jälkeen tutkittava teki heittosuorituksen. Heittosuorituksen jälkeen tutkittava jäi paikalleen ja odotti tutkijan tulevan päättämään nauhoituksen puhelimen sovelluksesta. Nauhoituksen päättymisen jälkeen nauhoituksen video ja data tallennettiin Pupil Cloud -pilvipalveluun analysointia varten.

4.3 Mittarit ja muuttujat

Tutkimuksessa käytettiin mittarina muissakin tämän kaltaisissa tutkimuksissa käytettyjä silmänliikelaseja. Tässä tutkimuksessa silmänliikelasit olivat malliltaan Pupil Labs Invisible. Päämuuttujina tutkimukseen valittiin Gegenfurtnerin ym. (2011) ja Klostermannin ja Moeiniradin (2020) meta-analyysien muuttujat katsekäyttäytymisen osalta. Ne olivat Quiet eye:n kestot, fiksaatioiden määrät ja katseenkohdistuksen lokaatio eli katseankkuri. Meta-analyysin perusteella kyseiset muuttujat todettiin merkityksellisiksi tasoerojen selittäjiksi (Klostermann & Moeinirad 2020, 150–151). Meta-analyysissä lisäksi yhtenä muuttujana oli välifiksaatioiden kesto, mutta se todettiin analyysissä suurimmalta osin tilastollisesti merkityksettömäksi tasoerojen selittäjäksi. Nämä edellä mainitut muuttujat esitteli ensimmäisen kerran Gegenfurtner ym. (2011) meta-analyysissään katseenseurannan tutkimisesta.

Tutkittavalle puettu tutkimusvälineistö koostui Pupil Labs Invisible -silmänliikelaseista, vyölaukusta, 1,5 metriä pitkstä USB-C kaapelista ja Oneplus 8T -älypuhelimesta. Valmistajan ilmoituksen mukaan Pupil Labs Invisible -silmänliikelasit kuvaavat silmien liikettä 200 kuvaa (FPS) sekunnissa. Tutkittavan näkökenttää kuvaava kamera kuvaa 1080 p -resoluutiolla 30 kuvaa sekunnissa. (Tonsen ym. 2020) Pupil Labsin lasien mukana tuleva Oneplus 8T -älypuhelin on optimoitu ja suunniteltu käytettäväksi silmänliikelasien kanssa ja valmistaja suosittelee, että muun mallisia puhelimia ei lasien kanssa käytettäisi, jotta laitteilla

saadaan varmistettua paras mahdollinen ja tarkka mittaustulos. Kuvassa 1 mittauslaitteisto kokonaisuudessaan.



KUVA 1. Tutkimuksen mittauslaitteiston kokonaisuus.

4.4 Aineiston analyysi

Jokaisen heiton jälkeen silmänliikkeiden data ladattiin Pupil Cloud –pilvipalveluun, jossa on mahdollista tehdä tarkemmat analyysit heittäjän katsekäyttäytymisestä ja silmänliikkeistä. Pupil Cloudissa on mahdollista nähdä heittosuorituksen katseensuuntaus, jota merkataan heittovideolla punaisella ympyrällä. Jos ympyrä on harmaa, tarkoittaa tämä, että heittäjän silmä ei ole täysin auki tai tapahtuu silmän räpäytys. Videosta käy ilmi myös fiksaatioiden määrä, jonka sovellus ilmoittaa ja laskee lukumääränä. Pupil Cloudista on ladattavissa jokaisen videon raakadata, joka pitää sisällään Excel-muotoisen tiedoston mitatuista

fiksaatioista, katseen liikkumisesta vektoriavaruudessa ja silmän räpäytyksistä tai silmän kiinniolemisesta.

Tutkimuksen kannalta oli oleellista tutkia tiedoston ``fixations``-tiedostoa, josta on löydettävissä fiksaatioiden numero (fixation ID). Se voidaan yhdistää fiksaation keston (fixation duration ms). Jokaisen heittovideon fiksaatioiden määrä laskettiin heiton alkamisesta heiton lopetukseen. Tämä on tulkittavissa videolta ja se on yhdistettävissä fixation -tiedoston numeroon fixation ID –numeroon. Yksi tutkielman muuttujista oli viimeisen fiksaation kesto eli Quiet eye duration (QED). QED tulkittiin viimeisestä fiksaatiosta ennen varsinaista heittoa. Viimeisen fiksaation kesto yhdistettiin fixations –tiedoston kyseisen fixation ID:n keston. Heittosuoristusten katseensuuntaus eli katseankkuri tulkittiin suoraan videolta. Jokaisen heittosuorituksen vetovaiheesta otettiin tietokoneen ``printscreen`` -toiminnolla kuva, jota verrataan toisten heittäjien katseankkureihin. Kuvista voidaan tehdä tulkinnat katsekuvioiden laajuudesta ja katseankkurien kohteesta. Koska katseenkohdistuksen arviointi ei ole millään käytettävissä olevalla ohjelmalla relevanttia, käytettiin katseenkohdistuksen arviointiin asiantuntija-arviointia. Tässä tutkimuksessa asiantuntija-arvioitsijana toimi keihäänheiton kansainvälinen lajivalmentaja ja maailmanmestari Kimmo Kinnunen. Hänelle laadittiin jokaisesta katseankkurikuvasta Google Forms -alustalle kysely, jossa jokaisen katseenkohdistus -kuvan kohdalla oli vastausvaihtoehtona, onko katseensuuntaus ``kohdistettu`` vai ``kohdistamaton``.

Fiksaatioiden määrä ja viimeisen fiksaation kestot analysoitiin lopuksi IBM SPSS – taulukkolaskentaohjelmalla, jolla suoritettiin multivarianssianalyysi (MANOVA) muuttujien välillä. Sen jälkeen tulkittiin keskitasoisten ja huipputasoisten heittäjien tuloksia. Katseenkohdistuksen analyysin osalta Google Forms -kyselyn vastauksista koostettiin SPSS-taulukkolaskentaohjelman ristiintaulukointi menetelmällä (Crosstabs) arviointi, josta nähtiin nominaalimuuttujien eli tasoryhmien ja katseenkohdistuksen jakaumaprocentit. Ristiintaulukoinnin jälkeen suoritetaan vielä Chi-neliötesti, joka kertoi jakaumien eroavaisuuksien merkityksellisyyden tilastollisesti Fischer's Exact -testillä. Taulukossa 1 on koottu käytetyt tilastolliset menetelmät ja käyttötarkoitukset. Lopuksi katseenkohdistusten kuvat jokaisen heittäjän katseankkureista koottiin tutkielman tulososion omaksi kuvakseen.

Niistä nähdään konkreettisia vertailuesimerkkejä tasoryhmien katseenkohdistuksen ja katsekuvioiden mahdollisista eroavaisuuksista.

TAULUKKO 1. Tutkielman tilastolliset menetelmät ja niiden käyttötarkoitus

TILASTOLLISET MENETELMÄT	KÄYTTÖTARKOITUS
MANOVA	Quiet eye -kestojen ja fiksaatioiden määrien jatkuvien muuttujien eroavaisuudet tasoryhmien välillä
MANN-WHITNEY EXACT TESTI	Quiet eye -kestojen ja fiksaatioiden määrien eroavaisuuksien merkityksellisyys tilastollisesti
CROSSTABS	Katseenkohdistuksen muuttujien ”kohdistettu” ja ”kohdistamaton” jakautuneisuus tasoryhmien välillä
CHI-NELIÖTESTI / FISHER’S EXACT TESTI	Katseenkohdistuksen jakautuneisuuden merkityksellisyys tilastollisesti

4.5 Tutkimuksen luotettavuus

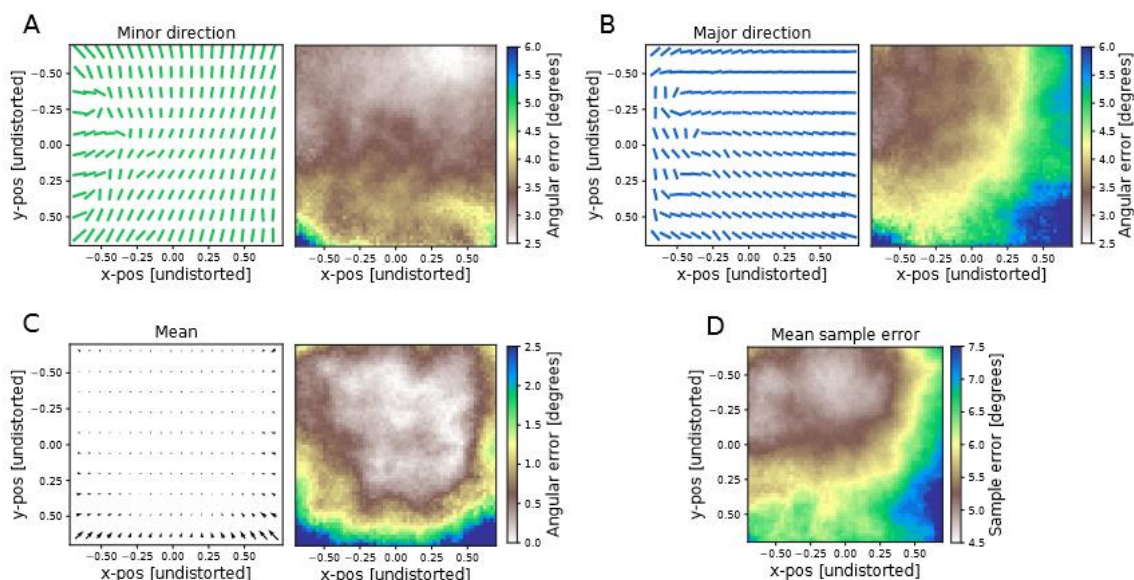
Tutkimuksen luotettavuudesta kertoo sen reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta ja validiteetti taas tarkoittaa sitä, kuinka luotettavasti tutkittavaa ilmiötä mitataan. (Metsämuuronen 2011, 74) Tutkimuksen reliabiliteetin näkökulmasta on

olennaista pohtia, kuinka helposti toistettavissa tutkimuksen protokolla on. Tutkimuksen protokollan kaltaista tutkimusasetelmaa ei ole aikaisemmassa kirjallisuudessa käytetty, joten tutkimuksen tekijä, asiantuntijoiden neuvonannolla pyrki muodostamaan protokollasta mahdollisimman yksinkertaisen ja toistettavan. Tutkimuksen protokolla voidaan matalalla kynnyksellä toteuttaa monenlaisissa heittoympäristöissä ja heittoharjoituksissa.

Validiteetin näkökulmasta tutkimuskysymykset, tutkimusjoukko ja silmänliikelasien luotettavuus ovat tarkastelun kohteena. Tutkimuskysymykset ja hypoteesit muodostettiin edeltävän kirjallisuuden meta-analyysien ja niissä käytettävien katsekäyttämisen muuttujien perusteella (Gegenfurtner ym. 2011; Klostermann & Moeinirad 2020). Tutkimuksen koeryhmät sisälsivät 4 huipputason heittäjää ja 7 keskitason heittäjää. Tuloksia täytyy siis tarkastella kriittisesti, sillä molemmissa tasoryhmissä otoskoko on verrattaen pieni. Tutkittavien heittovuodet myös erosivat neljän ja 17 vuoden välillä, joten on vaikea tulkita, onko katsekäyttämisen takana luonnollista lahjakkuutta vai vuosien keihäänheittämisen tuottamaa vakioitunutta katsekäyttämistä. Tutkimuksen tulokset ovat siis suuntaa-antavia, ja niitä ei voida kovin luotettavasti yleistää kaikkiin keihäänheittäjiin, koska vuosien varrella on heitetty pitkälle monenlaisilla heittotekniikoilla (Valleala ym. 2016, 447).

Tutkielmassa käytettyjä Pupil Labs Invisible -silmänliikelaseja on testattu valmistajan eli Pupil Labsin toimesta erilaisissa olosuhteissa ja erilaisilla koehenkilöillä (N = 367). Testeissä todettiin lasien satunnaisvirheen olevan keskimäärin 3,5–4,5°. Kuvassa 2 näkyy satunnaisvirheen mahdollisuuden silmänliikekameran kuvaamassa vektoriavaruudessa. (Toesen ym. 2020, 9–10) Valmistajan testien mukaan lasien laskenta ja analysointi kestää myös hyvin lasien liikkumista ja tärinää tutkittavan päässä sekä valotukselliset haasteet, jotka kohdistuvat lasien eri kameroiden valokennoille. Kun tutkittavan pää liikkuu fiksaation ja katsekiinnityksen aikana, tarvitaan kompensoivia silmän liikkeitä, jotta katse pysyy halutussa kohteessa. (Toesen ym. 2020, 9–10) Tätä ilmiötä kutsutaan vestibulokulaariseksi refleksiksi (Miles & Lisberger 1981). Tutkimuksen tilanteissa, joissa tutkittavan pää liikkui katsekiinnitysten aikana, lasien algoritmi pystyi kompensoimaan silmänliikkeet luotettavasti erilaisissa dynaamisissa skenaarioissa. Satunnaisia analyysivirheitä havaittiin, mutta niitä ei ollut merkittävästi. Satunnaisia virheitä saattoi aiheuttaa silmänripsien liikkuminen mittausalueella. (Toesen ym. 2020, 9–10) Keihäänheittoa ei ole tällä laitteistolla ennen

tutkittu, joten tämä on otettava huomioon tulosten tulkinnassa. Keihäänheitto altistaa lasit uudenlaisille liikkeille ja voimille. Valmistajan testitulokinnassa pitää ottaa myös huomioon se, että tutkimus on valmistajan itsensä tekemä. Kuitenkin valmistajien testit kyseisten lasien osalta antavat olettaa niillä saatavan luotettavia tuloksia tieteellisissä tutkimuksissa.



KUVA 2. Lasien satunnaisvirheet vektoriavaruudessa (Toesen ym. 2020, 9).

4.6 Eettiset ratkaisut

Tämän tutkielman aineisto on kerätty tutkimuksen tekijän toimesta. Aineiston keräämisessä ja käsittelyssä on noudatettu TENK:n eettistä ohjeistusta, vaitiolovelvollisuudesta ja tietosuojaohjeistuksesta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 13). Tutkimuksen tekijä on aineiston ainoa haltija. Tutkittavien esitietolomakkeissa kysyttiin tutkittavan nimeä, ennätystä tasoasteikolla ja heittovuosien määrää. Esitietolomake (Liite 1) on pyritty luomaan niin, että sillä kerätään ainoastaan tarpeellisia tietoja ja kaikkien tietojen kerääminen on perusteltua. Tutkittavien nimet muutettiin ID-muotoon mittausten jälkeen, esimerkiksi miespuoliset KHM1 ja naispuoliset KHN1. Esitietolomakkeen tiedot siirrettiin mittausten jälkeen sähköiseen tiedostoon, jota säilytettiin yliopiston U-aseamalla. Esitietolomakkeet olivat

paperisia ja ne hävitettiin asianmukaisesti välittömästi niiden sähköistämisen jälkeen. Silmänliikevideoilta selviää ainoastaan tutkittavan tutkimus ID, jonka perusteella videot ja data yhdistettiin tiettyyn henkilöön.

Opinnäytteen kirjoittajana eli tutkijana olen sitoutunut noudattamaan hyviä tieteellisen käytännön (HTK) peruseriaatteita tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. Periaatteita ja lähtökohtia ovat rehellisyys, vastuunkanto, luotettavuus ja tutkittavien arvostus (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 12). Lisäksi olen sitoutunut noudattamaan myös tietosuojailmoituksen mukaista tietojen käsittelyä sekä vaitiolovelvollisuutta tutkimukseen liittyen. Varsinkin luotettavuutta olen pyrkinyt luomaan keräämällä mahdollisimman laajan ja vertaisarvioituista artikkeleista koostuvan kirjallisuuskatsauksen. Tutkimuksen tueksi olen kuullut myös erilaisten tieteenalojen asiantuntijoita kuten, motorisen osaamisen, biomekaniikan, tilastotieteen sekä keihäänheiton asiantuntijoita. Tutkimuksen luotettavuutta lisää myös Tonsenin ym. (2020) mittauslaitteen suorituskykyä tarkasteleva tutkimus, jossa silmänliikelasien todettiin kestävän monenlaisia olosuhteita ja tuottavan validia tietoa. Täydellistä luotettavuutta on vaikea saavuttaa, mutta tutkimus on pyritty rakentamaan siten, että sen todistusvoima olisi nykyisillä menetelmillä mahdollisimman hyvä.

Hyvän tieteellisen käytännön mukaan tiedeyhteisössä pitää kunnioittaa toisten tekemää työtä viittaamalla asianmukaisesti edeltävään kirjallisuuteen (TENK 2023, 13). Hyvän tieteellisen käytännön mukaan tuloksia raportoitaessa on oltava myös rehellinen eikä tuloksia saa muuttaa tai vääristellä (TENK 2023, 11). Tutkimuksessa käytettävä esitietolomake on luotu anonymisoiduksi ID:n ja ennätysten osalta, jotta tietoja ei voida yhdistää tutkittaviin. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat yli 18-vuotiaita. Tutkimukseen osallistuminen on ollut heille vapaaehtoista ja tutkittavat voivat keskeyttää tutkimukseen osallistumisensa milloin tahansa. Tutkittavalla on myös oikeus tulla unohdetuksi eli kerätyt tiedot tullaan tutkittavan niin halutessa tuhoamaan asianmukaisesti. Tutkimuskysymykset on pyritty laatimaan mahdollisimman neutraaleiksi, jotta ne eivät olettaisi tuloksia ja täten väärentäisi lähtökohtia tutkimukseen. Tutkimuksen kaltaista asetelmaa ei ole varsinkaan keihäänheittäjien osalta toteutettu, joten käytäntöön liittyvät asiat on luotu tämän tutkimuksen tarkoitukseen tekijän toimesta, pitkälti ilman ulkopuolista suunnittelijaa. On siis otettava huomioon myös tutkimuksen tekijän inhimillisten virheiden mahdollisuus.

5 TULOKSET

Tutkimuksen tulosten perusteella Quiet eye -kestojen osalta keskitason heittäjien keskiarvot vaihtelevat välillä 78–246 ms. Huippuheittäjillä vastaava vaihteluväli oli 280–566 ms. Välifiksaatioiden osalta keskitason heittäjien keskiarvot vaihtelivat välillä 3–9 kpl. Huippuheittäjien vastaava vaihteluväli oli 4–8 kpl. Katseenkohdistuksen osalta yhtä keskitason heittäjää lukuun ottamatta kaikkien keskitason heittäjien katse oli kohdistamaton, kun taas kaikkien huipputaso heittäjien katse oli kohdistettu. (Taulukko 2)

TAULUKKO 2. Heittäjien tasoluokka, heittojen Quiet eye -kestojen keskiarvo, välifiksaatioiden määrien keskiarvo ja katseenkohdistus.

Heittäjän tasoryhmä	QED (ms)	keskiarvo	Välifiksaatioiden keskiarvo (kpl)	Katseenkohdistus
Huipputaso	566 ms		4 kpl	Kohdistettu
Huipputaso	385 ms		5 kpl	Kohdistettu
Huipputaso	280 ms		8 kpl	Kohdistettu
Huipputaso	403 ms		8 kpl	Kohdistettu
Keskitaso	141 ms		6 kpl	Kohdistamaton
Keskitaso	246 ms		9 kpl	Kohdistamaton
Keskitaso	160 ms		6 kpl	Kohdistamaton

Keskitaso	123 ms	3 kpl	Kohdistamaton
Keskitaso	135 ms	7 kpl	Kohdistamaton
Keskitaso	243 ms	6 kpl	Kohdistettu
Keskitaso	78 ms	7 kpl	Kohdistamaton

5.1 Quiet eye -kestot ja fiksaatioiden määrä

Quiet eye -kestojen ja fiksaatioiden määrien analysoimiseen käytettiin MANOVA -testiä selvittämään tasoryhmien välisiä eroavaisuuksia. Eroavaisuuksien tilastollista merkityksellisyyttä analysoitiin Mann-Whitney -testin Exact sig. p-arvoilla. MANOVA -testin perusteella Quiet eye -kestot olivat huippuheittäjillä keskimäärin 409 ms, kun taas keskitason heittäjillä vastaava tulos oli 160 ms. Eroa tasoryhmien välillä oli huippuheittäjien hyväksi 249 ms (Taulukko 3). Tasoryhmien ero oli tilastollisesti merkittävä ($p = ,008$). Yhden keskitason heittäjän viimeisen fiksaation kestot eivät täyttäneet Quiet eye:n kriteereitä, joiden mukaan viimeisen fiksaation kesto pitäisi olla yli 100 ms (Vickers 1996).

TAULUKKO 3. Quiet eye -kestot tasoryhmittäin.

TASORYHMÄ	N	QED (MS)	STD. DEV.
Huipputaso	4	409 ms	118 ms
Keskitaso	7	161 ms	62 ms

$p = ,008$

Seuraavassa taulukossa kuvataan ristiaskelisiin siirtymisen ja vetovaiheen välisten fiksaatioiden määrien eroavaisuuksia tasoryhmien välillä. Välifiksaatioiden määrät olivat huipputaso heittäjillä keskimäärin 6,25 ja keskitason heittäjillä 6,29 (Taulukko 4). Tasoryhmien välinen ero välifiksaatioiden määrien osalta ei ollut tilastollisesti merkittävä ($p = 1,0$).

TAULUKKO 4. Fiksaatioiden määrä ristiaskelien ja vetovaiheen välillä tasoryhmittäin.

TASORYHMÄ	N	FIKSAATIOT KPL	STD. DEV.
Huipputaso	4	6,25 kpl	2,06 kpl
Keskitaso	7	6,29 kpl	1,80 kpl

$p = 1,0$

5.2 Katseankkurit

Katseankkureiden ja katseen kohdistuksen osalta saatiin merkittäviä tuloksia. Ristiintaulukointi testin perusteella kaikilla (100,0 %) huipputaso heittäjillä katse oli kohdistettu. Keskitason heittäjillä vain yhdellä (14,3 %) katse oli kohdistettu ja kuudella (85,7 %) heittäjällä kohdistamaton ja harhaileva (Taulukko 5). Tulos on tilastollisesti merkitsevä ($p = ,015$). Kuvissa 3 ja 4 havainnollistetaan konkreettisesti silmänliikelasien videoiden pysäytyskuvista heittäjien katseensuuntausta ja katseankkureita tasoryhmittäin.

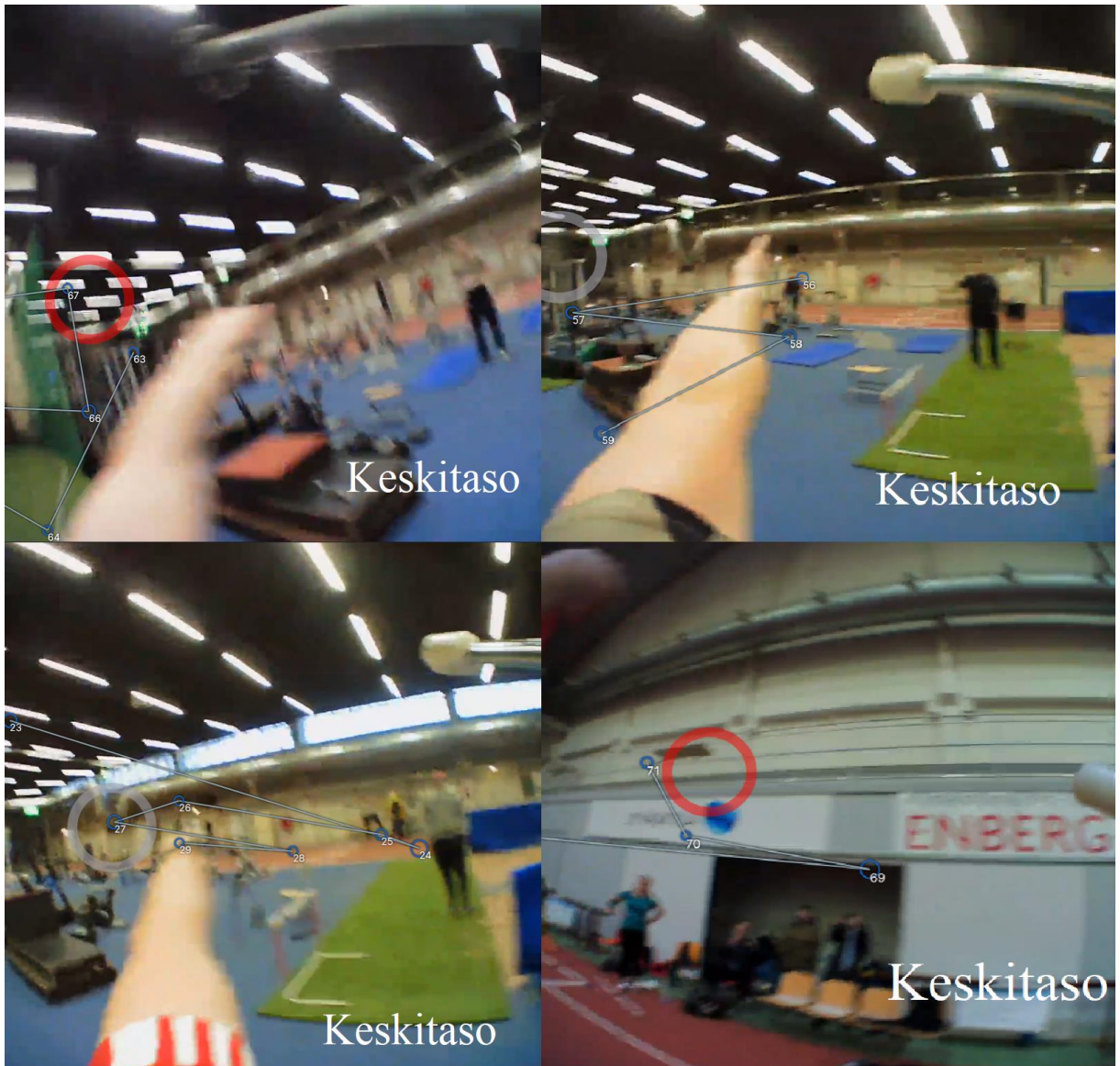
TAULUKKO 5. Katseenkohdistuksen luokittelu tasoryhmittäin

TASORYHMÄ	N	KOHDISTETTU	KOHDISTAMATON
Huipputaso	4	4 (100 %)	0 (0 %)
Keskitaso	7	1 (14,3 %)	6 (85,7 %)

p = ,015



KUVA 3. Huippuheitäjien katseenkohdistus ja katsekuviot.



KUVA 4. Esimerkit keskitason heittäjien katseenkohdistuksesta ja katsekuvioista.

6 POHDINTA

6.1 Hypoteesien toteutuminen ja johtopäätökset

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millainen keihäänheittäjien katsekäyttäytyminen on ja eroavatko huippuheittäjien ja keskitason heittäjien katsekäyttäytyminen. Tutkimukselle asetettiin kolme hypoteesia, joiden paikkansa pitävyyteen tämä tutkimus pyrki vastaamaan. Hypoteesit tutkimukselle olivat: 1. huippuheittäjien viimeisen fiksaation eli Quiet eye:n kestot ovat pidempiä kuin keskitason heittäjillä, 2. huippuheittäjien katse on kohdistetumpaa kuin keskitason heittäjillä ja 3. huippuheittäjillä on vähemmän fiksaatioita ristiaskelien ja heittosuorituksen välillä kuin keskitason heittäjillä.

Ensimmäisen hypoteesin osalta voidaan todeta sen pitävän paikkansa. Huippuheittäjien Quiet eye -kestot olivat keskimäärin yli puolet pidemmät kuin keskitason heittäjien vastaavat ajat (408 ms vs. 180 ms). Toisen hypoteesin osalta voidaan myös todeta sen pitävän paikkansa. Kaikkien huippuheittäjien ja vain yhden keskitason heittäjän katse oli kohdistettua. Muilla keskitason heittäjillä katse oli kohdistamatonta. Kolmas hypoteesi voidaan näiden tulosten perusteella hylätä, sillä välifiksaatioiden määrien tulokset todettiin samankaltaisiksi molemmissa tasoryhmissä (Huiput: 6,25 kpl, Keskitaso: 6,29 kpl).

Tutkimuskysymyksiin voidaan siis vastata, että huipputaso heittäjien katsekäyttäytyminen eroaa merkittävästi keskitasonheittäjien katsekäyttäytymisestä Quiet eye -kestoja ja katseenkohdistamisen osalta. Ristiaskelisiin siirtymisen ja vetovaiheen välillä laskettujen välifiksaatioiden määrällä ei ollut merkittäviä eroja. Voidaan siis yleisesti todeta, että huippuheittäjien katsekäyttäytyminen on rauhallisempaa, kohdistetumpaa ja siitä on selkeästi havaittavissa pidempiä Quiet eye -kestoja, joka oli myös edeltävässä muihin lajeihin kohdistuneessa tutkimuskirjallisuudessa tasoeroja selittävä tekijä (Klostermann & Moenirad 2020, 151; Lebeau ym. 2016, 17–18; Mann ym. 2007; Rienhoff ym. 2016).

Tulokset keihäänheittäjien katsekäyttäytymisestä osoittavat, että Quiet eye -teoria pätee hyvin myös keihäänheittäjiin ja on yksi tasoryhmiä erittelevä tekijä. Varsinkin merkittävästi pidemmät Quiet eye -kestot ja selkeä katseenkohdistus olivat tasoryhmiä erottavia tekijöitä. Tulosten perusteella voidaan pohtia, mitkä ovat tekijöitä katsekäyttäytymisen eroavaisuuksien taustalla, onko katseenkohdistuksen kohteella väliä, kunhan katse ei harhaile suorituksen aikana (Huippujen katseet edessä, ylhäällä/alhaalla) ja mikä on Quiet eye -kestojen tulosten merkitys motoristen ohjelmien tuottamisessa ja taidonoppimisessa. Pohdinnan kohteena on myös aivorakenteiden valmiuksien eroavaisuudet esimerkiksi motorisen aivokuoren ja sukupuolisten ominaisuuksien osalta.

Huippuheittäjien Quiet eye -kestot olivat yli puolet pidempiä kuin keskitason heittäjien. Heittovideoilta voidaan myös tulkita, että huippuheittäjät tekivät vauhdinotossaan kaksi tai kolme ristiaskelta enemmän kuin suurin osa keskitason heittäjistä. Vallealan ym. (2016) lajiansalyysin mukaan perinteinen ja yleisesti käytetty ristiaskelien määrä on viisi ristiaskelta. Kuuden tai kahdeksan ristiaskeleen etuna on kiireettömämpi heiton loppuvaihe ja näin enemmän aikaa valmistautua vetovaiheeseen. Viiden askelen vauhdissa on myös suurempi riski vauhdin pomppimiselle ja vaihtelevuudelle, joka ei ole luonnollisesti tavoiteltavaa. (Valleala ym. 2016, 445) Voidaan siis pohtia, antaako isompi määrä ristiaskelia ennen varsinaista vetovaihetta myös enemmän aikaa suunnata katse ja pitää silmää paikallaan. Voidaan myös pohtia, onko pidemmät Quiet eye -kestot seurausta erilaisesta tekniikanharjoittelusta, jossa ristiaskelita on enemmän. Jos nuoresta lähtien tekniikkaa on harjoiteltu suuremmalla määrällä ristiaskelia, on se saattanut aiheuttaa pidempien Quiet eye -kestojen valmiudet. Pienempi määrä ristiaskelia luo pienemmän aikaikkunan vetovaiheen ja juoksuvauhdin välille, joten voidaan ajatella sen tekevän heittosuorituksesta katsekäyttäytymisen kannalta vaikeammin stabiloitavan. Lyhyillä ristiaskelilla on myös ajansaatossa heitetty pitkälle, mutta näiden tulosten perusteella isommalla määrällä ristiaskelita saattaa olla yhteyttä huipputason katsekäyttäytymiseen.

Tasoryhmien Quiet eye -kestot erosivat tutkimuksen perusteella merkittävästi. Tämän tuloksen perusteella voidaan siis päätellä, että varsinkin keskitason heittäjien harjoitteluun olisi suotavaa sisällyttää Quiet eye -harjoittelua. Klostermannin ja Moeiniradin (2020) meta-analyysin Quiet eye -kestojen tulosten perusteella kuitenkin eniten merkittäviä

tutkimustuloksia katsekäyttäytymisen eroista saatiin heikkotasoisien ja huipputasoisien koeryhmien välillä. Quiet eye -harjoittelulla on merkittävää vaikutusta ja etua varsinkin heitto-, tähtäys- ja kiinniottotaitojen tekniikoiden harjoittelussa (Harle & Vickers 2001; Krzepota ym. 2016; Martell & Vickers 2004; Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers 1996; Vickers ym. 1997). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan suositella Quiet eye -harjoittelua tasoryhmille huipputasosta alaspäin.

Mittausten jälkeen yhden keskitason heittäjän katsekäyttäytyminen Quiet eye -kestojen osalta ei täyttänyt Quiet eye:lle määriteltyjä kriteerejä eli yli 100 ms vähimmäiskesto (Vickers 1996). Tämän kaltaisen katsekäyttäytymisen omaavien heittäjien olisi syytä keskittyä erityisesti katseenkohdistamiseensa heittoharjoittelussa. Quiet eye:ta on mahdollista harjoitella (Vickers 2007, 11), ja juuri heikomman katsekäyttäytymisen omaavien henkilöiden kohdalla lajispesifin kehityksen mahdollisuus on suurempaa, kuin niillä, joiden katsekäyttäytyminen on jo ennestään rauhallisempaa ja kohdistetumpaa. Klostermannin ja Moeiniradin (2020, 151) meta-analyysin perusteella eniten merkityksellisiä tuloksia Quiet eye -kestojen vaikutuksesta lajiosaamiseen löydettiin juuri heikompien ja taitavien liikkujien välillä. Pienen otoskoon vuoksi tulosta on vaikea yleistää isompaan joukkoon, mutta jos 11 henkilön otoksessa löytyy yksi henkilö, jonka katsekäyttäytyminen ei täytä kriteerejä, on mahdollista, että suuremmassa otoksessa niitä löytyisi vielä lisää.

Huippuheittäjien katseet oli kohdistettu heittosuorituksen aikana pääosin etuviistoon, ylös tai alas. Myös Vallealan ym. (2016, 445) lajiantalyysin mukaan ristiaskelvaiheessa katse olisi hyvä pitää heittosuuntaa kohti. Voidaan kuitenkin pohtia, onko katseankkurin sijainnilla merkitystä, kunhan katseessa on mahdollisimman vähän vaihtelua ja Quiet eye -kesto on pitkä. Huippuheittäjistä kolmella neljästä katseankkurin sijainti oli eroava toisistaan, mutta Quiet eye -kesto kuitenkin samankaltaiset. Näiden tulosten perusteella voidaan siis ajatella, että huippusuorituksen katseenkohdistus olisi kuitenkin hyvä tehdä etuviistoon, joko ylös tai alas. Isommalla huippuheittäjien otannalla voitaisiin saada vieläkin enemmän eroavia katseankkurin kohteita.

Molempien tutkimukseen osallistuneiden naisheittäjien katse oli kohdistettua. Pohdinnan arvoista on siis mieltä, onko tällä havainnolla yhteyttä naisten aivojen poikkeavaan verenkiertoon varsinkin aivojen etuosassa. Naisten prefrotaalisella, frontaalaisella ja limbisellä alueella oli havaittu voimakkaampaa verenkiertoa miehiin verrattuna. Tämä saattaa tuoda naisille enemmän kyvykkyyttä tuottaa kognitiivisia prosesseja Tämä saattaa tuoda naisille paremmat valmiudet kognitiiviseen kyvykkyyteen kuten havaintomotoriikkaan ja liikkeiden tuottamiseen. (Amen ym. 2017, 610–612)

6.2 Tulokset edellisiin tutkimukseen nähden

Quiet eye -kestojen eroavaisuudet mukailevat vahvasti edeltävää kirjallisuutta ja tuloksia (Chia ym. 2017; Klostermann & Moeinirad 2020; Moeinirad ym. 2020; Sáenz-Moncaleano ym. 2018). Klostermannin ja Moeiniradin (2020) meta-analyysissä löydettiin 10 merkityksellistä tulosta huippu-urheilijoiden pidemmistä Quiet eye -kestoista keskitason urheilijoihin verrattuna. Samankaltaisten Quiet eye -kestojen tuloksia meta-analyysissä löydettiin vain kaksi. Tämän tutkimuksen tuloksien mukaan huippuheittäjien Quiet eye -kestot olivat yli puolet pidempiä kuin keskitason heittäjien (Huiput: 409 ms, Keskitaso: 161 ms).

Katseankkurien ja katseenkohdistuksen tulokset mukailevat myös Klostermannin ja Moeiniradin (2020, 151) meta-analyysin tuloksia. Huippuheittäjien katse oli jokaisen heittäjän kohdalla kohdistettu, kun taas ainoastaan yhdellä keskitason heittäjällä katse oli kohdistettu, muilla kohdistamaton. Meta-analyysissä löydettiin 22 tutkimusta, joissa huippujen ja keskitason urheilijoiden katse oli eri sijainnissa. Samassa sijainnissa olevan katseen tuloksia tasoryhmien välillä löytyi 15. Meta-analyysin tulos on hieman eri katseenkohdistusta puoltava, mutta keihäänheittäjien osalta voidaan todeta sen olevan merkittävästi eriävä tasoryhmien välillä.

Fiksaatioiden määrrien tulos tasoryhmien välillä mukailee Klostermannin ja Moeiniradin (2020, 151) meta-analyysin tuloksia fiksaatioiden määrästä. Meta-analyysissä keskitason ja huipputaso urheilijoiden fiksaatioiden määrä oli sama yli 25 tutkimuksessa ja tämän

tutkimuksen tulokset antoivat samankaltaisen tuloksen. Fiksaatiomuuttujaa oli kuitenkin relevanttia tutkia, koska meta-analyysissä oli löydetty seitsemän tutkimusta, joissa huippujen ja keskitason urheilijoiden fiksaatioiden määrässä oli eroavaisuuksia. Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että keihäänheiton osalta niitä ei luultavasti ole.

Liikkeen tuottamisen ja motorisen aivokuoren aktivaatioiden näkökulmasta huippuheittäjiillä on paremmat edellytykset tuottaa onnistuneempia liikkeitä kuin keskitasonheittäjiä. Pidemmät Quiet eye -kestot olivat Mannin ym. (2011) ja Xu:n ym. (2021) tutkimustulosten perusteella yhteydessä motorisen aivokuoren ja muiden liikkeen tuottamista tukevien aivoalueiden laajempaan aktivaatioon. Tämän tutkimuksen tulokset tukevat siis esiohjelmointiteoriaa ja huippuheittäjiä valmiuksia tuottaa onnistuneempia ja laadukkaampia suorituksia keskitason heittäjiin verrattuna.

6.3 Tutkimuksen vahvuudet ja ongelmakohdat

Tutkielman vahvuuksia on ennen kaikkea uuden tiedon luominen verrattaen tutkimattomasta aiheesta. Katsekäyttämisen käytettävät laitteet ovat viime vuosien aikana kehittyneet niin, että niillä pystytään kuvaamaan ja mittaamaan suurilla FPS-nopeuksilla silmiä ja näin tiedon laatu on paljon luotettavampaa kuin esimerkiksi 20 vuotta sitten, jolloin perustavan laatuiset tutkimukset heitto- ja tähtäystaitojen katsekäyttämisenä on kirjoitettu. Keihäänheiton osalta katsekäyttämistä ei nykyisen kirjallisuuden perusteella ole tutkittu lainkaan, joten tutkimus, kerätty aineisto ja sen tulokset itsessään ovat ainutlaatuiset. Tutkimus on myös osoitus siitä, että ainakin Pupil Labsin Invisible -silmänliikelasit soveltuvat keihäänheiton tutkimiseen, koska niillä ei luultavasti kyseistä lajia ole ennen tutkittu. Tutkimuksen vahvuus on myös yleisesti Quiet eye ja katsekäyttämisen -aiheen tietämyksen laajentaminen uusille aihealueille ja todiste siitä, kuinka se voi olla myös selittävä tekijä niin sanotusti tekniikkaa vaativissa tehontuottolajeissa, joissa yleisesti oletetaan voiman ja tekniikkaominaisuuksien olevan suorituksen kannalta olennaisessa roolissa (Valleala ym. 2016, 450).

Tutkielman vahvuudeksi voidaan myös lukea huippu-urheilun kehittämiseen tähtäävän tiedon tuottaminen. Heitto- ja tähtäystaitojen osalta erilaisista lajeista on tuotettu tutkimuksia, joissa on todettu katsekäyttäjymisen olevan yksi merkittävä erottava tekijä huippujen ja keskitason heittäjien välillä. Tämän tutkimuksen osalta löydettiin samankaltaisia tuloksia ja näin keihäänheittäjiä voidaan tutkitun tiedon perusteella alkaa ohjaamaan kehittämään heittotekniikkaansa esimerkiksi Quiet eye -harjoittelun menetelmien avulla. Tutkimuksen tulokset auttavat ja lisäävät lajin parissa työskentelevien valmentajien, urheilijoiden ja muiden toimijoiden tietämystä laadukkaammasta harjoittelusta, johon varmasti kaikki panostavat ja tähtäävät varsinkin huippu-urheilussa.

Tutkielmalla on myös ongelmakohtia ja seikkoja, joihin se ei pysty luotettavasti vastaamaan. Näistä esimerkkejä ovat muun muassa laitteisto todellinen luotettavuus keihäänheitossa ja tutkittavien mahdolliset rajoitteet sekä tutkimuksen otoskoko tasoryhmissä. Laitteiston mahdolliset heikkoudet ja yksittäiset vikakoodit ovat myös yksi pohdinnan arvoinen seikka. Valmistajan suorituskykytutkimuksessa lasit todettiin tärinää ja erilaisia valotustilanteita kestäviksi, mutta uudenlainen koeasetelma luo aina mahdollisuuksia uusille ongelmille. Pitää myös huomioida, että joidenkin heittovideoiden katseenkohdistukset sijaitsivat kuva-alueen reunoilla, joilla Tonsenin ym. (2020, 9) tutkimuksen mukaan lasien vektoriavaruuden asteluku virheeseen on suurempi todennäköisyys kuin kuva-alueen keskivaiheilla. Valmistajan mukaan ongelmia mittauksissa saattavat aiheuttaa silmän ripset, jotka saattavat häiritä lasien sensoreita (ks. Tonsen ym. 2020). Kolmelta yhdestätoista heittäjästä saatiin mitattua ainoastaan kaksi heittosuoritusta, koska lasien mittaus häiriintyi joko niin, että lasien video katkesi kriittisellä hetkellä tai lasien videolta ei löytynyt katseen suuntaa vaan ainoastaan etukameran video, josta katsetta ei voida tulkita. Mahdollisia virhemittauksia aiheuttavia seikkoja voidaan vain arvailla, mutta oletettavasti ne johtuivat puhelimen ja lasien liitännällisistä ongelmista, lasien liiallisesta liikehinnästä heiton aikana, keihään osumisesta laseihin ristiaskelien aikana, vedon aikaisesta, voimakkaasta oikealta vasemmalle tehtävästä liikkeestä tai muuten liian kovasta heitosta, jonka vuoksi lasien sensorien mittaus häiriintyi. Kysymyksiä herättäviä näkökulmia ovat myös esimerkiksi laitteen todellinen suorituskyky keihäänheiton tutkimisessa, vaikuttiko liian voimakas heittosuoritus ja päänliikkeet ongelmia ja epätarkkuutta lasien prosessorien laskentaan vai voidaanko vain olettaa, että heittäjän pää liikkuu suorituksen aikana suuresti, joka häiritsee luonnollista katsekäyttäjymistä. Heittäjien

niskan ja kaulanseudun lihaksiston sekä tasapaino ominaisuuksien eroavaisuudet saattavat myös selittää eroja pään liikehdinnässä heittosuorituksen aikana. Kahdeksan muun heittäjän kohdalla kaikki kolme mittausheittoa saatiin mitattua onnistuneesti ja ongelmia ei ollut.

Tutkimuksen otoskoko luo myös ongelmallisuutta tutkimuksen yleistettävyyteen ja luotettavuuteen. Tutkimuksen otoskoot olivat neljä heittäjää huipputason ryhmässä ja seitsemän heittäjää keskitason ryhmässä. Vuonna 2024 alkava yleisurheilukausi on normaalista kaudesta hieman poikkeava siinä mielessä, että heti kauden alussa on monille huippuheittäjille tärkeitä arvokisoja kuten Euroopan mestaruuskilpailut ja Kalevan kisat. Kisat ovat heti alkukaudesta kesäkuussa sen vuoksi, että Pariisin olympialaiset alkavat jo heinä-elokuun 2024 vaihteessa, jolloin usein kyseiset kilpailut on järjestetty. Tämä aiheutti hankaluuksia varsinkin huippuheittäjien rekrytointiin, sillä harjoittelu on ennen kilpailukausien alkamista hyvin ohjelmoitua ja täsmällistä, jotta heittäjät olisivat optimaalisessa kunnossa heti kauden alussa. Silmänliikemittausten järjestäminen olisi tuonut hankaluuksia monen heittäjän harjoitusrytmiin, jota ei tärkeän olympiakisakauden kevätkauteen toivota.

Tutkittavien suorittamiseen ja lasien kanssa heittämiseen liittyvät kysymykset ovat myös pohdinnan arvoisia tutkimuksen luotettavuuden kannalta. Laitteisto on muihin katsekäyttämistutkimuksiin verrattuna hyvin kevyt ja helppokäyttöinen, mutta se saattoi silti aiheuttaa, joillekin heittäjille totuttelua ja outouden tunnetta heitoissa, koska tilanne ja tunne oli monelle uusi. Jatkossa uusia tutkimusasetelmia varten kriittisesti pohdittavia asioita ovat siis: heittivätkö tutkittavat normaalisti mittauslaitteiston kanssa, vaikuttiko mittaustilanne tutkittavan minäpystyvyyden tunteeseen tai vaikuttiko mahdollinen jännittäminen heittosuoritukseen. Kun heittosuoritus poikkeaa normaalista suorituksesta, saattaa se aiheuttaa arkuuden tunnetta ja ylimääräistä vapausasteiden rajoittuneisuutta (Jaakkola 2016, 157) Voidaan siis olettaa heittäjien heittäneen normaalisti, koska heitä näin pyydettiin, mutta oliko todellisuus kuitenkin näin. Mittaustilanne saattaa myös aiheuttaa joillekin ylimääräistä jännitystä. Vieraiden ihmisten kanssa kanssakäyminen, arviointitilanne tai esimerkiksi pelko kalliiden lasien rikkoutumisesta saattoi aiheuttaa tutkittavalle jännitystä ja minäpystyvyyden puutteita, jotka saattoivat aiheuttaa heittosuorituksen poikkeavuutta normaalisti toiminnasta. Esimerkiksi ahdistuneisuuden on todettu häiritsevät Quiet eye:tä ja muuten

katsekäyttäytymistä erinäisissä suorituksissa, joten pohdinnassa on hyvä ottaa myös tämä näkökulma esiin (Wilson ym. 2009, 165).

6.4 Tulevaisuus

Tulevaisuus tämän aihealueen tutkimuksessa on täynnä mahdollisuuksia ja uutta tietämystä on potentiaalista tuottaa paljon. Tämän tutkimuksen kaltaista asetelmaa ei ole ennen toteutettu, mutta viime vuosien aikana osaltaan laitteiden kehittymisen ansiosta tutkimisen luotettavuus lisääntynyt ja tarkempaa tietoa on pystytty luomaan lisää. Tulevaisuuden kannalta mielenkiintoisia kysymyksiä tämän tutkielman aiheen osalta on esimerkiksi:

1. Miten Quiet eye -harjoittelu voisi vaikuttaa pitkällä aikavälillä heittäjien lajitekniiseen kehitykseen ja katsekäyttämiseen?
2. Miten Quiet eye -harjoittelua voitaisiin toteuttaa keihäänheitossa?
3. Eroaako aivan maailman valioyksilöiden eli yli 70 metriä heittävien naisten ja yli 90 metriä heittävien miesten katsekäyttämisen tämän tutkielman tuloksista?
4. Miten katsekäyttämisen muuttuu siirryttäessä sisäheittopaikalta ulos heittämään ja miten yleisesti heittopaikan vaihtuminen vaikuttaisi katsekäyttämiseen ja lajitekniiseen kehitykseen?

Quiet eye -harjoittelulla on todettu olevan yhteyttä parempaan lajitekniiseen kehitykseen varsinkin heitto-, tähtäys ja kiinniottolajeissa (ks. Harle & Vickers 2001; Krzepota ym. 2016; Martell & Vickers 2004; Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers 1996; Vickers ym. 1997). Tulevaisuudessa olisi merkityksellistä toteuttaa myös pitkäaikaista interventiotutkimusta keihäänheitäjien keskuudessa, jotta mahdollinen harjoituksellinen hyöty saataisiin tietoisuuteen. Eri tasoryhmien kehitystä olisi myös merkityksellistä tutkia, jotta Quiet eye -harjoittelun vaikutus

saataisiin selville eri tasoryhmien osalta. Edeltävän kirjallisuuden perusteella kehitys on ollut useissa lajeissa merkittävää, joten keihäänheiton osalta tutkittavaa saattaisi myös löytyä. Suomessa järjestetään lähes ympärivuotisia alueellisia keihäskouluja, joissa harjoittelee juniori ja nuorten sarjojen heittäjiä. Esimerkiksi näissä harjoituksissa olisi mahdollista kerätä laaja ja pitkäaikainen aineisto jatkotutkimusta varten.

Seuraava tulevaisuuden tutkimuksen kohde on, miten katsekäyttäytymistä kehittävää Quiet eye -harjoittelua pystyttäisiin toteuttamaan keihäänheitonlajeissa. Mahdollisia harjoittelumenetelmiä voisi olla esimerkiksi erilaiset katseenkohdistus harjoitteet heittoharjoittelun yhteyteen, jotta silmiä opetettaisiin pysymään paremmin paikallaan ja heittäjä saisi harjoitusvastetta katseen systemaattiseen kohdistamiseen esimerkiksi ylä- tai alaviistoon. Toinen mahdollinen harjoitusmenetelmä olisi systemaattinen harjoituspaikan muuttaminen ja ympäristöllisten muuttujien luominen harjoitusympäristöön. Ekologisen taidonoppimisteorian mukaan monipuolinen harjoitteluympäristö edistää taidonoppimista (Jaakkola 2016, 355–357). Keihäänheitossa tämä voisi myös olla olennainen lisäharjoitusmenetelmiin. Erilaisissa olosuhteissa harjoittelu vastaisi ja demonstroisi kilpailupaikkojenkin muutosta, koska jokainen heittopaikka on hieman erilainen varsinkin katseenkohdistamisen mahdollisuuksien puolesta. Heittopaikan vaihtelevuus voisi mahdollisesti harjoittaa urheilijaa tunnistamaan erilaisissa ympäristöissä paikkoja, joihin katseen voisi kohdistaa myös kilpailutilanteessa ja näin mahdollistaa parhaan mahdollisen suorituskyvyn myös taidollisesti.

Tutkimuksessa huippuheittäjät luokiteltiin yli 59 metriä heittäviin naisiin ja yli 82 metriä heittäviin miehiin. Maailman eliitti kuitenkin heittää vielä näitäkin metrilukemia pidemmälle, esimerkiksi naisissa yli 70 metriä ja miehissä yli 90 metriä. Näiden maailmanluokan heittäjien rekrytoiminen olisi ollut hyvin haasteellista, mutta tutkimuksen kannalta olisi oleellista selvittää, onko aivan maailman valioyksilöillä katsekäyttäytymisessä eroavaisuuksia tutkielman huippuheittäjiin nähden.

Varsinkin Suomessa keihään heittäminen ulko-olosuhteissa talvella on sääolosuhteiden vuoksi haasteellista ja se vaatisi erityisjärjestelyitä monessa osa-alueessa. Siksi suomalaiset

keihäänheittäjät joutuvat suurimmaksi osaksi harjoittelemaan talvikauden sisäheittopaikoilla halleissa tai vastaavasti lähtemään ulkomaanleireille otollisempien heitto-olosuhteiden perässä. Tämä saattaa aiheuttaa lajitekniisiä vaikeuksia ulkoheittämiseen siirryttäessä niille heittäjille, jotka heittävät koko talven ainoastaan sisätiloissa ja varsinkin niillä, jotka heittävät monta kuukautta ainoastaan yhdessä heittopaikassa. Tässä tilanteessa heitto saadaan talven aikana vakioitua kyseiselle paikalle, koska heittopaikka on tuttu varsinkin katseenkohdistuksen näkökulmasta. Hypoteettisessa tilanteessa heittäjä on heittänyt koko talven samassa heittopaikassa ja siirryttäessä ulos heittämään tekniset ongelmat alkavat, koska heittäjä on tottunut heittämään pitkään ainoastaan tutussa paikassa. Tulevaisuuden kannalta olisi siis merkityksellistä tutkia eri tasoryhmien välillä, miten katsekäyttäytyminen muuttuu siirryttäessä sisäheittopaikoilta ulkoheittämiseen. (Jaakkola 2016, 355–357) Aiheesta olisi myös merkityksellistä tehdä interventiotutkimus, miten systemaattinen heittopaikan muuttaminen ja sijainnin muutokset vaikuttaisivat pitkällä aikavälillä heittäjän tekniikan kehittymiseen.

Oleellista on myös pohtia tuloksia yleisesti liikunnanopetuksen näkökulmasta. Liikunnanopetuksen yksi päätavoitteista on kehittää oppilaiden motorisia taitoja (Opetushallitus 2014, 148). Niiden oppiminen on myös yksi keskeinen lapsuusajan kehitystehtävä (Gallahue ym. 2012). Lasten ja nuorten motoriset taidot ovat olleet laskusuunnassa viime vuosina. Tämä johtuu esimerkiksi lasten ja nuorten yleistyvistä inaktiivisuudesta. (Huotari ym. 2018) Motoristen taitojen opettamiseen ja kehittämiseen olisi siis syytä panostaa entistä enemmän löytämällä tehokkaampia ja vaikuttavampia opetusmenetelmiä kuin yleisimmin käytössä olevien menetelmien ja opetustyylien tueksi. Quiet eye -harjoittelulla oli vaikutusta eri lajitaitojen kehittymiseen (Harle & Vickers 2001; Krzepota ym. 2016; Martell & Vickers 2004; Norouzi ym. 2019; Panchuk ym. 2017; Panchuk & Vickers 2006; Piras & Vickers 2011; Vickers 1996; Vickers ym. 1997). Urheilulajit pitävät sisällään monenlaisia motorisia taitoja, joten Quiet eye -harjoittelusta voi olla myös hyötyä liikunnanopetuksen tavoitteiden toteutumisessa.

Aihealueen tulevaisuus näyttää näiden tulosten valossa hyvältä ja tutkittavaa on varsinkin keihäänheitossa ja myös muissa heittolajeissa. Tutkimus osoittaa, että katsekäyttäytyminen on myös keihäänheitossa tasoeroja selittävä tekijä ja tulosten perusteella Quiet eye -harjoittelua

ja muita katsekäyttämistä kehittäviä harjoitteita voidaan alkaa toteuttamaan keskitason ja myös aloittelijoiden lajiharjoittelussa. Näin voidaan mahdollisesti saada aloittelijoita ja keskitason heittäjiä kehitettyä nopeammin ja laadukkaammin kohti huipputason tuloksia. Erilaisilla heittotekniikoilla on heitetty pitkälle kautta aikojen (Valleala ym. 2016, 447). Jos katseenkohdistusta harjoittelemalla kuitenkin saadaan muutamakin metri lisää keihäänheittäjän ennätykseen, on sekin jo merkittävä edistysaskel.

LÄHTEET

- Amen, D. G., Trujillo, M., Keator, D., Taylor, D. V., Willeumier, K., Meysami, S. & Raji, C. A. (2017). Gender-based cerebral perfusion differences in 46,034 functional neuroimaging scans. *Journal of Alzheimer's disease*, 60(2), 610–612. <https://doi.org/10.3233/JAD-170432>
- Andersen, R. A. & Buneo, C. A. (2002). Intentional maps in posterior parietal cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 25(1), 189–220. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.25.112701.142922>
- Cavanagh, J. F. & Frank, M. J. (2014). Frontal theta as a mechanism for cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(8), 415–418. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2014.04.012>
- Chang, Y. (2014). Reorganization and plastic changes of the human brain associated with skill learning and expertise. *Frontiers in Human Neuroscience*, 35. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00035>
- Chia, S. J., Chow, J. Y., Kawabata, M., Dicks, M. & Lee, M. (2017). An exploratory analysis of variations in Quiet eye duration within and between levels of expertise. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(3), 227. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2015.1114503>
- Collewijn, H. & Kowler, E. (2008). The significance of microsaccades for vision and oculomotor control. *Journal of Vision (Charlottesville, Va.)*, 8(14), 20. <https://doi.org/10.1167/8.14.20>
- Davenport, M. H., Hogan, D. B., Eskes, G. A., Longman, R. S. & Poulin, M. J. (2012). Cerebrovascular reserve: The link between fitness and cognitive function? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(3), 153–158. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3182553430>
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C. & Goodway, J. (2012). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults* (7th ed). New York: McGraw-Hill.
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E. & Säljö, R. (2011). Expertise Differences in the comprehension of visualizations: A meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. *Educational Psychology Review*, 23(4), 523–552. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9174-7>
- Giancamilli, F., Galli, F., Chirico, A., Fegatelli, D., Mallia, L., Palombi, T. & Lucidi, F. (2022). When the going gets tough, what happens to Quiet eye? The role of time pressure and performance pressure during basketball free throws. *Psychology of Sport and Exercise*, 7–10. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102057>

- Gonzalez, C. C., Causer, J., Miall, R. C., Grey, M. J., Humphreys, G. & Williams, A. M. (2017). Identifying the causal mechanisms of the Quiet eye. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 74–84. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1075595>
- Harle, S. K. & Vickers, J. N. (2001). Training Quiet Eye Improves Accuracy in the Basketball Free Throw. *The Sport Psychologist*, 15(3), 289–305. <https://doi.org/10.1123/tsp.15.3.289>
- Huotari, P., Heikinaro-Johansson, P., Watt, A. & Jaakkola, T. (2018). Fundamental movement skills in adolescents: Secular trends from 2003 to 2010 and associations with physical activity and BMI. Wiley-Blackwell Publishing Ltd.
- Jaakkola, T. (2016). Liikuntataitojen opettaminen. Teoksessa Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. (2017). *Liikuntapedagogiikka (2. uudistettu painos.)*. PS-kustannus.
- Jaakkola, T. (2016). Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. (2017). *Liikuntapedagogiikka (2. uudistettu painos.)*. PS-kustannus.
- Kalat, W. (2015). Brains mechanisms of movement. Teoksessa *Biological Psychology (12 edition)*. Engage Learning. United States of America, 235–246.
- Kauranen, K. & Tiainen, T. (2011). *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura. 11–12, 137.
- Klostermann, A. & Moeinirad, S. (2020). Fewer fixations of longer duration? Expert gaze behavior revisited. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 50(1), 146–153. <https://doi.org/10.1007/s12662-019-00616>
- Krzepota, J., Stepinski, M. & Zwieko, T. (2016). Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor Skills*, 123(3), 769–783. <https://doi.org/10.1177/0031512516664903>
- Lebeau, J. C., Liu, S., Sáenz-Moncaleano, C., Sanduvete-Chaves, S., Chacón-Moscoso, S., Becker, B. J. & Tenenbaum, G. (2016). Quiet eye and performance in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 38(5), 441–457. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0123>
- Magill, R. A. & Anderson, D. I. (2017). *Motor learning and control: Concepts and applications (Eleventh edition.)*. McGraw-Hill Education.
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P. & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(4), 457–478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>

- Mann, D. T. Y., Coombes, S. A., Mousseau, M. B. & Janelle, C. M. (2011). Quiet eye and the Bereitschaftspotential: Visuomotor mechanisms of expert motor performance. *Cognitive Processing*, 12(3), 223–234. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0398-8>
- Martell, S. G. & Vickers, J. N. (2004). Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22(6), 689–712. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2004.02.004>
- Metsämuuronen, J. (2003). Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä (2. painos). *International Methelp*, 74.
- Miles, C. A. L., Wood, G., Vine, S. J., Vickers, J. N. & Wilson, M. R. (2015). Quiet eye training facilitates visuomotor coordination in children with developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 40, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.01.005>
- Miles, F. A. & Lisberger, S. G. (1981). Plasticity in the vestibulo-ocular reflex: A new hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 4(1), 273–299. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.04.030181.001421>
- Miller, E. K. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Moeinirad, S., Abdoli, B., Farsi, A., & Ahmadi, N. (2020). The role of Quiet eye duration and its components in a complex far-aiming task. *Journal of Motor Learning and Development*, 8(3), 516–527. <https://doi.org/10.1123/jmld.2019-0048>
- Moore, L. J., Vine, S. J., Cooke, A., Ring, C. & Wilson, M. R. (2012). Quiet eye training expedites motor learning and aids performance under heightened anxiety: The roles of response programming and external attention: Quiet eye training. *Psychophysiology*, 1005–1015. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01379.x>
- Noronen, O. & Turpeinen, T. (1998). Jännittäjän kirja. *Unio Mystica*. 17.
- Norouzi, E., Hosseini, F. S., Vaezmosavi, M., Gerber, M., Pühse, U. & Brand, S. (2019). Effect of Quiet eye and Quiet mind training on motor learning among novice dart players. *Motor Control*, 24(2). 204–221. <https://doi.org/10.1123/mc.2018-0116>
- Opetushallitus. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki: Opetushallitus, 148. Viitattu 8.2.2024. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf.

- Panchuk, D. & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial–temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733–752. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.07.001>
- Panchuk, D., Vickers, J. N. & Hopkins, W. G. (2017). Quiet eye predicts goaltender success in deflected ice hockey shots. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 93–99.
- Piras, A. & Vickers, J. N. (2011). The effect of fixation transitions on Quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: Instep versus inside kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 245–255. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0406-z>
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J. & Schorer, J. (2016). The Quiet eye and motor performance: A systematic review based on Newell’s constraints-led model. *Sports Medicine (Auckland)*, 46(4), 589–603. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0442-4>
- Rushworth, M. F. S. (2003). The left parietal and premotor cortices: Motor attention and selection. *NeuroImage (Orlando, Fla.)*, 89–100. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.011>
- Sáenz-Moncaleano, C., Basevitch, I., & Tenenbaum, G. (2018). Gaze behaviors during serve returns in tennis: A comparison between intermediate- and high-skill players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 40(2), 49–59. <https://doi.org/10.1123/jsep.2017-0253>
- Schmidt, R. A. & Lee, T. D. (2014). *Motor learning and performance: From principles to application (Fifth edition)*. Human Kinetics.
- Shaw, D., Corban, R. & Gorely, T. (2005). Cognition and motor behavior. Teoksessa Shaw, D., Corban, R. & Gorely, T. *Sport and Exercise Psychology*. London: Routledge, 52.
- Soderstrom, N. C. & Bjork, R. A. (2015). Learning versus performance: An Integrative Review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176–199. <https://doi.org/10.1177/1745691615569000>
- Suomen Urheiluliitto (SUL). (2018). Yleisurheilun kansainväliset säännöt. Viitattu 1.4.2024. https://yleisurheilu.fi/sites/default/files/iaafn_saannot_2018-2019_0.pdf
- Suomen Urheiluliitto (SUL). (2022). Yleisurheilun pistetaulukko. Viitattu 27.3.2024. <https://www.yleisurheilu.fi/wp-content/uploads/2022/02/Tulospisteet-2022-2.2.-alkaen.pdf>
- Suzuki, M., Miyai, I., Ono, T., Oda, I., Konishi, I., Kochiyama, T. & Kubota, K. (2004). Prefrontal and premotor cortices are involved in adapting walking and running speed on the treadmill: An optical imaging study. *NeuroImage (Orlando, Fla.)*, 23(3), 1020–1026. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.07.002>

- Thoenissen, D., Zilles, K. & Toni, I. (2002). Differential involvement of parietal and precentral regions in movement preparation and motor intention. *The Journal of Neuroscience*, 22(20), 9024–9034. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.22-20-09024.2002>
- Tonsen, M., Baumann, C. K. & Dierkes, K. (2020). A high-level description and performance evaluation of Pupil Invisible. Viitattu 1.4.2024 <http://arxiv.org/abs/2009.00508>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 11–13 Viitattu 3.4.2024. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf
- Valleala, R., Ihalainen, K. & Kinnunen, K. (2016). Keihäänheiton lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa Mero, A. Nummela, A. Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.). *Huippu-urheiluvallennus*. Lahti: VK-Kustannus Oy, 444–471.
- Van Donkelaar, P. & Staub, J. (2000). Eye-hand coordination to visual versus remembered targets. *Experimental Brain Research*, 133(3), 414–418. <https://doi.org/10.1007/s002210000422>
- Vickers, J., Adolphe, R. & LaPlante, G. (1997). The effects of training visual attention on gaze behaviour and accuracy: A pilot study. *International Journal of Sports Vision*, 4, 28–33.
- Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 22(2), 342–354. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.2.342>
- Vickers, J. N. (2007). Perception, cognition, and decision training: The Quiet eye in action. *Human Kinetics*, 10–11, 68–70, 107, 145–151.
- Vickers, J. N., Vandervies, B., Kohut, C. & Ryley, B. (2017). Quiet eye training improves accuracy in basketball field goal shooting. *Progress in Brain Research* 234, 1–12.
- Vine, S. J., Moore, L. J. & Wilson, M. R. (2011). Quiet eye training facilitates competitive putting performance in elite golfers. *Frontiers in Psychology*, 2–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00008>
- Vine, S. J. & Wilson, M. R. (2011). The influence of Quiet eye training and pressure on attention and visuo-motor control. *Acta Psychologica*, 136(3), 340–346. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.12.008>
- Williams, A. M. & Jackson, R. C. (2019). Anticipation in sport: Fifty years on, what have we learned and what research still needs to be undertaken? *Psychology of Sport and Exercise*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.11.014>

- Williams, A. M., Singer, R. N. & Frehlich, S. G. (2002). Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming tasks. *Journal of motor behavior*, 34(2), 197–207. <https://doi.org/10.1080/00222890209601941>
- Wilson, M. R., Vine, S. J. & Wood, G. (2009). The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31(2), 152–168, 165 l hde. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.2.152>
- Wilson, M. R., Miles, C. A. L., Vine, S. J. & Vickers, J. N. (2013). Quiet eye distinguishes children of high and low motor coordination abilities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(6), 1144–1151. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828288f1>
- Wilson, M. R., Causer, J. & Vickers, J. N. (2015). The Quiet eye as a characteristic of expertise. Teoksessa Baker, J & Farrow, D. (2017). *Routledge Handbook of Sport Expertise*. New York. 28.
- Wood, G. & Wilson, M. R. (2011). Quiet eye training for soccer penalty kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 257–266. <https://doi.org/10.1007/s10339-011-0393-0>
- Wood, G., Miles, C. A. L., Coyles, G., Alizadehkhayat, O., Vine, S. J., Vickers, J. N. & Wilson, M. R. (2017). A randomized controlled trial of a group-based gaze training intervention for children with developmental coordination disorder. *PloS One*, 12(2).
- Xu, S., Sun, G. & Wilson, M. R. (2021). Neurophysiological evidence of how Quiet eye supports motor performance. *Cognitive Processing*, 22(4), 641–648. <https://doi.org/10.1007/s10339-021-01036-3>

LIITE 1. Tutkimuksen esitietolomake.

Esitietolomake

Nimi _____

Tutkimus ID _____

Ennätys:

Miehet: 58–80 m 81 m+

Naiset: 38–58 m 59 m+

Heittovuodet _____

- Olen lukenut tutkimustiedotteen
- Olen lukenut tietosuojatiedotteen
- Olen yli 18-vuotias
- Tiedostan, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja voin keskeyttää tutkimuksen halutessani

Päivämäärä, paikka ja allekirjoitus
