



Reaktionopeus ja silmä-käsikoordinaatio e-urheilussa

Integroiva kirjallisuuskatsaus

Sanna Puustinen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2022

Terveys- ja hyvinvointialat

Fysioterapeutti (AMK)

Puustinen, Sanna

Reaktionopeus ja silmä-käsikoordinaatio e-urheilussa : Integroiva kirjallisuuskatsaus

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 29 + 3 sivua

Terveys- ja hyvinvointialat. Fysioterapian tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Elektronisessa urheilussa (e-urheilu) hyvä silmä-käsikoordinaatio ja nopea vasteen tuottaminen visuaaliseen ärsykeeseen ovat keskeisiä taitoja. Taidot kehittyvät pelaamisen myötä, mutta niitä pyritään myös harjoittamaan kuten muussakin huippu-urheilussa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli integroivan kirjallisuuskatsauksen keinoin tarkastella reaktioajan ja silmä-käsikoordinaation mittaamista ja harjoittamista e-urheilussa. Aineiston hankinta tapahtui sisäänotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti viidestä tietokannasta; Proquest Centralista, Elsevier Science Directistä, ResearchGatesta, esportresearch.netistä sekä Google Scholarista. Mukaan valittiin 6 tutkimusta 10 100:sta. Aineistoa analysoitiin teoriaohjaavan sisällönanalyysin avulla, ja aineisto jaettiin neljään kategoriaan mitattujen ominaisuuksien mukaan. Tutkimuksissa esiin nousivat silmä-käsikoordinaatio, yksinkertainen reaktionopeus, valintareaktionopeus sekä reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation yhdistäminen. Yksinkertaista ja valintareaktioaikaa mittaavissa testeissä e-urheilijoiden tulokset olivat pääasiassa nopeampia kuin henkilöillä, jotka eivät pelanneet videopelejä. Urheilijoiden ja e-urheilijoiden tulokset reaktionopeutta mittaavissa testeissä olivat hyvin samankaltaisia. Reaktioaikaa ja silmä-käsikoordinaatiota yhdistävissä visumotorista nopeutta ja tarkkuutta mittaavissa suorituksissa saatiin parhaiten esiin erot pelaajien taitotasoissa. Silmä-käsikoordinaatiota mittaavissa nopeus-tarkkuustehtävissä e-urheilijat suoriutuivat ei-pelaajien kanssa samalla tarkkuudella, mutta nopeammalla liikeajalla. Yleisesti silmä-käsikoordinaatiota mittaavat näppäryystestit eivät tuottaneet eroa testattujen ryhmien välille. Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation harjoittamisessa yksittäisen pelitaidon harjoittelulla, kehitystä tapahtui kaikilla taitotasoilla, mutta suurin kehitys saatiin matalan taitotason pelaajilla.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella todettiin, että parhaiten e-urheilijan taitotasoa mittaavat lajinomaiset reaktionopeutta ja tarkkuutta yhdistävät testit. Erilaisilla reaktioaikamittauksilla e-urheilijoiden reaktioaikaominaisuuksia voidaan verrata esimerkiksi urheilijoihin. Silmä-käsikoordinaatiota mittaavat näppäryystestit katsottiin e-urheilun kontekstiin sopimattomaksi. Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation harjoittamisesta ei voitu aineiston perusteella vetää johtopäätöksiä.

Avainsanat (asiasanat)

Elektroninen urheilu, e-urheilu, kilpapelaaaminen, visumotoriikka, reaktionopeus, reaktioaika, silmä-käsikoordinaatio

Puustinen, Sanna

Reaction time and hand-eye coordination in electronic sports : Integrative literature review

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 29 + 3 pages

Health and welfare. Degree Programme in Physiotherapy. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

In electronic sports (e-sports) good hand-eye coordination and fast reactions to visual stimuli are essential skills. Skills needed in e-sports develop through gaming, but they are also trained as in any high-level competitive sports.

The purpose of the thesis was finding evidence-based knowledge about testing and practising reaction times and hand-eye coordination in e-sports by means of an integrative literature review. The data for the review was collected and chosen according to inclusion and exclusion criteria from five different databases; Proquest central, Elsevier science direct, Research gate, esportresearch.net and Google scholar. 6 studies out of 10 100 were chosen. The data was analysed using theory-guiding content analysis and divided into four categories according to the skills being measured. Hand-eye coordination, simple reaction time, choice reaction time and a combination of reaction time and accuracy were measured. In tests measuring simple and choice reaction times, e-athletes were mainly faster than non-video game players, with similar results compared to physical athletes. Tasks measuring visuomotor speed and accuracy by combining fast reaction with movement accuracy gave the best indication on differences in player skill level and expertise. In speed-accuracy tasks the movement time of e-athletes was significantly faster compared to non-gamers. General hand-eye coordination and dexterity tests did not result in any differences between groups. Practising a specific gaming skill resulted in improvement in all skill levels, but the best response was achieved in the group of low-skilled gamers.

It was concluded that testing combining both fast reactions and movement accuracy are best at differentiating gaming skills and expertise. Tests measuring simple and choice reaction times can be used to compare reaction times between different groups. Tests measuring general hand-eye coordination and dexterity were seen as unfit for use in the context of e-sports. Conclusions could not be made from practising reaction time and hand-eye -coordination.

Keywords/tags (subjects)

Electronic sports, e-sports, e-athlete, visuomotor, hand-eye coordination, reaction time

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Elektroninen urheilu	3
2.1	E-urheilun lajitaidot.....	4
2.2	Silmä-käsikoordinaatio e-urheilussa	5
2.3	Reaktionopeus e-urheilussa	7
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	10
4	Opinnäytetyön toteutus.....	10
4.1	Aineiston hankinta	11
4.2	Aineiston laadun arviointi	14
4.3	Aineiston analyysi.....	14
5	Tulokset.....	15
5.1	Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation mittaaminen.....	15
5.2	Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation harjoittaminen	19
6	Johtopäätökset.....	19
7	Pohdinta.....	20
7.1	Eettisyys ja luotettavuus	20
7.2	Tulosten pohdinta	22
	Lähteet	25
	Liitteet	30
	Liite 1. Aineiston analyysi	30
Kuviot		
	Kuvio 1. Aineiston valikoituminen vaiheittain	12
Taulukot		
	Taulukko 1. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit.....	11
	Taulukko 2. Käytetyt tietokannat ja hakulausekkeet.....	12
	Taulukko 3. Aineiston esittely	13
	Taulukko 4. Esimerkki aineiston analyysistä	15
	Taulukko 5. Mittaustulokset	18

1 Johdanto

Vaikka elektronisen ja perinteisen urheilun suhteesta käydään yhä keskustelua, elektronisen urheilun suosio on kasvanut hurjasti viimeisen parinkymmenen vuoden aikana (Nagorsky & Wiemeyer 2020, 1). Kilpapelaaminen nousi Suomessa mukaan pelaajabarometriin vuonna 2018, jolloin Suomessa oli aktiivisia kilpapelaajia 1,8 %, joista selvästi suurin osa oli poikia ja nuoria miehiä (Kinnunen, Lilja & Mäyrä 2018, 5–6). Vuonna 2020 aktiivisia kilpapelaajia oli 2,6 % suomalaisista (Kinnunen, Taskinen & Mäyrä 2020, 10). Peliharrastus on monelle ensisijaisesti viihdettä, mutta harrastepelaaminen voi olla myös hyvin tavoitteellista toimintaa, jossa oman joukkueen kanssa harjoitellaan jopa päivittäin (Harrastepelaaminen 2019). Aktiivinen peliharrastus voi myös muuttua ammattimaiseksi ja tavoitteelliseksi kilpaurheilu-uraksi, jolla huippupelaajat voivat ansaita suuriakin summia palkkojen sekä sponsori- ja palkintorahojen muodossa (Ammattipelaaminen 2020). Lajin tunnustetusta urheilustatuksesta kertonee sekin, että Suomessa e-urheilun ammattilainen tai ammattilaisuutta tavoitteleva pelaaja voi hakea erikoisjoukkohaussa puolustusvoimien urheilukouluun (Puolustusvoimien urheilukoulu 2019).

Kuten huippu-urheilussa, myös e-urheilun huipulla urheilijan tavoitteena on taitojen kehittäminen ja paras mahdollinen suorituskyky. Toimintavideopelien pelaaminen vaikuttaa sensorimotoriseen järjestelmään ja parantaa visuumotorista kontrollia, mikä näkyy aloittelijoilla nopeampana reaktiona näköärsykkeeseen jo lyhyenkin harjoittelun jälkeen (Li, Chen & Chen 2016, 1106). Kokeneilla pelaajilla pelaamiseen liittyviä rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia esiintyy useilla aivoalueilla esimerkiksi tarkkaavuuteen, tilanhahmotukseen ja motoriseen toiminnansuunnitteluun liittyen (Palau, Marron, Viejo-Sobera & Redolar-Ripoll, 2017). Videopelejä pelaavilla onkin todettu olevan parempi silmä-käsikoordinaatio ja nopeammat reaktioajat kuin henkilöillä, jotka eivät pelaa videopelejä (Dye, Green & Bavalier 2009b, 321, 325).

Opinnäytetyössä tarkastellaan reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation mittaamista ja harjoittamista kilpapelaamisen ja elektronisen urheilun (e-urheilu) kontekstissa. Elektroninen urheilu nykyisessä muodossaan ja laajuudessaan on kohtalaisen uusi ilmiö, joka on viime vuosina ollut yhä enemmän esillä valtamedioissa ja tullut näin yhä laajemman yleisön tietoisuuteen. Koska e-urheilu

on verrattain uusi tutkimuskohde, ei aiheen piirissä ole toistaiseksi julkaistu juurikaan tutkimusta fysioterapian näkökulmasta, vaikka sille olisi kysyntää ja tarvetta.

Opinnäytetyön avulla tuotettavaa tietoa voivat hyödyntää sekä fysioterapeutit että e-urheilumentajat urheilijan lajin kannalta optimaalisen toimintakyvyn ja uudenlaisessa huippu-urheilussa tarvittavien ominaisuuksien harjoittamiseen. Aiheen tarkastelu rajataan visuaaliseen reaktioaikaan ja silmä-käsikoordinaatioon eli elektronisen urheilun kontekstissa opinnäytetyö liittyy ensisijaisesti suorituksiin, joissa pelin ohjausmekanismi on käsillä käytettävä ohjain (hiiri ja näppäimistö) ja ärsyke, johon pelaaja reagoi on visuaalinen.

Opinnäytetyön teoriataustaa varten suoritettiin tiedonhaku oppilaitoksen käytössä olevista soveltuvista tietokannoista, minkä lisäksi aineistona on käytetty fysioterapia-alan kirjallisuutta sekä e-urheiluun liittyvää kirjallisuutta ja verkkoaineistoa.

2 Elektroninen urheilu

Erilaisia digitaalisia pelejä on alettu kehittää jo 1950-luvulla. Pikkuhiljaa pelit levisivät ensin erillisiin pelisaleihin (arcades) ja myöhemmin ihmisten koteihin tietokoneilla ja konsoleilla pelattavana. (Mitä on e-urheilu? 2019.) Vaikka kilpailu on aina ollut osa pelaamista, ensimmäiset askeleet kohti varsinaista elektronista urheilua otettiin 1980- ja 1990-luvuilla ensin erilaisten sijoituslistojen ja myöhemmin isompien kaupallisten pelitapahtumien seurauksena sekä internetin mahdollistaessa pelaamisen muualla maailmassa olevien ihmisten kanssa (Mitä on e-urheilu? 2019; Li 2016, 2).

Varsinaisia elektronisen urheilun tapahtumia järjestäviä organisaatioita alettiin perustaa 1990-luvun lopulla, ja 2000-luvulla pelialustojen kehittyminen, pelaamisen ja sitä kautta myös organisaatioiden tapahtumien suosion kasvu ja uusien peligenrejen nousu suosioon mahdollistivat ammattimaisen pelaamisen yhä useammalle. Yleisimmät peligenret elektronisessa urheilussa ovat first person shooter -pelit (FPS), Multiplayer online battle arena -joukkuepelit (MOBA) sekä real-time strategy (RTS) -strategiapelit. Lisäksi voidaan kisata myös esimerkiksi urheilu-, ajo-, tai tanssipeleissä. (Mitä on e-urheilu? 2019.)

2.1 E-urheilun lajitaidot

E-urheilussa pelaaja harjoittaa älyllisiä ja fyysisiä ominaisuuksia teknologiaa hyödyntäen. Strategiset ja motoriset taidot ovat keskeinen osa e-urheilua kuten perinteistäkin urheilua. (Hilvoorde & Pot 2016, 2.) Kang, Kang, Lee, Nam ja Han (2020, 10) vertasivat tutkimuksessaan e-urheilijoita baseball-ammattilaisiin ja totesivat heidän olevan ammattuurheilijoiden tavoin psykologisilta ja kognitiivisilta kyvyiltään hyvin kehittyneitä, ja heillä olevan hyvät tunteidensäätelytaidot.

Koska hyvät videopelit tuottavat aivoissa vahvoja palkitsevia signaaleja ja sitä kautta ruokkivat motivaatiota, oppimista ja aktivoivat aivojen plastisiteettia lisääviä neuraalisia yhteyksiä, ne luovat oivallisen pohjan oppimiselle (Bavelier & Shawn, 2019). Videopelejä pelaavilla aivojen toiminnallisia ja rakenteellisia muutoksia on löytynyt erityisesti tarkkaavuuteen, kognitiiviseen kontrolliin, visuospatiaalisiin taitoihin, kognitiiviseen kuormaan, taitojen hankkimiseen ja palkitsemisprosesseihin liittyen. (Palaus, Marron, Viejo-Sobera & Redolar-Ripoll, 2017.)

Kokeneilla pelaajilla on hienomotorisen ohjaintyöskentelyn seurauksena havaittu tarkkaavuuden ja sensomotoristen toimintojen integraatiota, ja visuospatiaalisen työskentelyn seurauksena muutoksia esimerkiksi oikean hippokampuksen koossa sekä aivokuoren aktivaatiossa ja toiminnan tehostumisessa. Muutokset aivokuoren aktivaatiossa liittyvät erityisesti visuomotoristen tehtävien suorittamiseen ja niiden pienempään kognitiiviseen kuormaan. Taitojen kehittymisen myötä, muutoksia aivoissa ilmenee useilla visuospatiaaliseen prosessointiin, integraatioon sekä motoriseen suunnitteluun ja toteutukseen osallistuvilla aivokuoren alueilla. (Palaus ym., 2017.) Greenin ja Bavelierin (2003) mukaan toimintavideopelejä pelaavien visuaalinen tarkkaavaisuus, huomion spataalinen jakaminen sekä kyky vaihtaa huomiota tehtävien välillä on kehittyneempi kuin henkilöillä, jotka eivät pelaa videopelejä. Lisäksi he totesivat jo 10 päivän toimintavideopeliharjoittelulla olleen vaikutusta koehenkilöiden visuaaliseen tarkkaavuuteen, spataaliseen hahmotukseen ja kohteiden ajalliseen erottelukykyyn. (Green & Bavelier 2003, 534–536.)

Videopelejä pelaavilla onkin havaittu olevan parempi silmä-käsikoordinaatio, visuaalinen prosessointikyky sekä kehittyneempi tarkkaavuuden jakaminen ja visuospatiaalinen muisti kuin henkilöillä, jotka eivät pelaa videopelejä. Pelaajilla on kehittynyt kyky kohdentaa tarkkaavuutta käytettävään tilaan, suorittaa samanaikaisia tehtäviä, seurata useita kohteita samanaikaisesti ja käsitellä

nopeita visuaalisia ärsykyksiä. Nopea valikoiva päätöksenteko ja sen seurauksena tuotettu motorinen vaste ovat keskeinen osa videopelejä, minkä seurauksena pelaajilla on tutkitusti nopeammat reaktioajat verrattuna henkilöihin, jotka eivät pelaa videopelejä. Vaikka pelaajien reaktioaika on nopeampi, virheet tarkkuudessa eivät lisäänty. (Dye, Green & Bavelier 2009b, 321, 325.)

2.2 Silmä-käsikoordinaatio e-urheilussa

Motoriset taidot ovat oppimisen tai harjoittelun kautta toiminnan suorittamiseen kehittyneitä kykyjä. Motoriikan kontrollointi tai säätely on liikkumisen tai liikkeiden kannalta keskeisten elinjärjestelmien säätely- ja ohjauskykyä, johon kuuluvat sensorinen osio, keskushermosto sekä motorinen osio. Motoriikan yhteydessä koordinaatio tarkoittaa keskushermoston tahdonalaista toimintaa tai säätelyä, jonka seurauksena on sujuva ja tarkoituksenmukainen lihasten yhteistoiminnassa suoritettava liike. Motorinen koordinaatio voidaan jakaa raajan sisäiseen, raajojen väliseen ja silmä-käsikoordinaatioon. (Kauranen 2011, 13–14). Silmä-käsikoordinaatiolla tarkoitetaan näköjärjestelmän ja yläraajan yhteistyötä, jossa liikettä koordinoidaan näkökyvyn ja näköpalautteen perusteella ennakoivin proaktiivisin sekä korjaavin reaktiivisin toiminnoin. (Kauranen 2011, 235). Urheilutilanteissa päätöksiä tehdään muuttuvassa ympäristössä, jolloin olennaisen tiedon havainnoinnissa kokenut urheilija hyödyntää kehittyneitä visuaalisia etsintästrategioita (Williams, Davids & Williams 1999, 143–145).

Motoriikan säätelyssä ylemmät aivoalueet ja säätelykeskukset ohjaavat hierarkkisesti alempien alueiden toimintaa, eli yksinkertaistetusti assosiatiivisilla isojen aivojen kuorialueilla syntyneen liikkeen idean pohjalta premotoriselta kuorikerrokselta poimittu liikeaiho viimeistellään primaarisella motorisella kuorikerroksella, missä sen pohjalta lähetetään lihassoluille supistumiskäskeä pyramidirataa pitkin selkäytimen ja motorisen ääreishermoston kautta. Liikkeessä on mukana myös tahdonalaisten liikkeiden alle peittyviä automaattisia heijastetoimintoja. Ohjelmoidusta liikkeestä lähetetään malli myös pikkuaivoille liikkeen toteutuksen vertailua varten. (Kauranen 2011, 119.)

Silmä-käsikoordinaatiota vaativat tehtävät alkavat kohteen havaitsemisella ja paikallistamisella, joka kohteen ollessa lähellä silmien näkökenttää tapahtuu silmien liikkeillä ja kohteen ollessa näkökentän sivuilla tai ulkopuolella, silmien ja pään yhteistoimintana vestibulaari-okulaariheijasteen

avulla. Katseen nopea siirtyminen näkökentän laitaan aktivoi vestibulaari-okulaariheijasteen, joka aiheuttaa katseen puoleisten kaula- ja niskalihasten aktivoitumisen. Tämän seurauksena pää kääntyy katseen perässä kohteeseen päin, minkä lisäksi katseen fiksoinnissa liikkeen aikana hyödynnetään silmien sakkadisia nykiviä liikkeitä, jotka toimivat yhdessä myös käden liikkeiden kanssa. Silmien fiksoituminen ja fokusoituminen kohteeseen mahdollistavat silmistä lähtevien signaalien siirtymisen näköaivokuorelle, joka jakaa informaation eteenpäin esineiden tunnistuksesta vastaavan eturadan kautta ohimo- ja otsalohkoihin kohti tiedostettua havaintoa, ja esineiden liikkeitä, suuntia ja sijaintia suhteessa katsojaan käsittelevän takaradan kautta näköaivokuorelta päälakilohkon aivokuorelle tiedostamatonta toiminnan ohjausta varten. Visuaalisen informaation pohjalta isojen aivojen kuorikerroksen päälakilohko muodostaa muulle keskushermostolle jatkuvaa spataalista informaatiota silmän liikkeisiin ja katseeseen perustuen hyödyntäen muistia ja aivojen muita kognitiivisia toimintoja. Katse voidaan kohdistaa suoritettavan toiminnan kohteeseen koko suorituksen ajan, mutta esimerkiksi pelisuorituksissa katsetta ei kohdenneta käsiteltävään peliohjaimeen. Visuaalisen informaation lisäksi yläraajan liikkeen ohjauksessa ovat tärkeitä myös sensorinen ja proprioseptinen informaatio. (Kauranen 2011, 235–238.) Toimintavideopelien pelaamisella on vaikutusta aivojen näköohjatun käden käytön valmistaviin prosesseihin. Suurin vaikutus pelaamisella on luultavasti tehtäviin, joissa käden ja silmien liikkeet toimivat tavanomaisesta poikkeavalla tavalla, koska pelaaja on harjaantunut visuomotorisiin toimintoihin tilallisesti toisistaan poikkeavien peliohjaimen ja näytön yhteiskäytön avulla. (Gorbet & Sergio 2018, 17.)

Silmä-käsikoordinaation testaamiseen ja harjoittamiseen on kehitetty erilaisia yleisiä harjoitus- ja testauslaitteistoja. Ellison, Kearney, Sparks, Murphy ja Marchant (2018) kuitenkin totesivat toisistaan vaatimuksiltaan eroavien silmä-käsikoordinaatiotestien tulosten olevan heikosti yhteydessä toisiinsa. Tämä viittaa siihen, ettei silmä-käsikoordinaatio ole yleisominaisuus ja harjoittelussa tulisi huomioida lajinmukaisten haluttujen ominaisuuksien harjoittaminen. (Ellison, Kearney, Sparks, Murphy & Marchant 2018, 687, 689, 691.) Erot silmä-käsikoordinaatiossa ovat nähtävissä myös urheilijoilla tehdyissä tutkimuksissa. Esimerkiksi Chenin, Wun, Songin, Choun, Wangin, Changin ja Goodbournin (2017) mukaan karatekat olivat nopeampia kuin taekwondo -urheilijat silmä-käsikoordinaatiota vaativassa sormi-nenänpäätehtävässä, jossa koehenkilöt koskettivat edessään olevaa anturia aloittaen ja lopettaen liikkeen nenänpäähensä asennetusta anturista. Taekwondo -urheilijoilla yksinkertainen reaktionopeus yläraajalla Posnerin huomiokykyä ja reaktionopeutta

mittaavassa paradigmat tehtävässä (COVAT) oli kuitenkin karatekoja suurempi. Ero luultavasti selittyy erilaisilla vaatimuksilla aistitiedon prosessoinnille lajille omimaisten vasteiden tuottamisessa. (Chen, Wu, Song, Chou, Wang, Chang & Goodbourn 2017, 303, 305–306.)

Yläraajan liikenopeuden ja tarkkuuden välillä vallitsee riippuvuus, jonka mukaan liikenopeus on verrannollinen tehtävän vaikeusasteeseen. Tätä nopeus-tarkkuusriippuvuutta kutsutaan Fittsin laiksi ja sitä voidaan hyödyntää sensomotorisen järjestelmän tiedonsiirtokapasiteetin arvioinnissa. Fittsin tehtäväksi kutsutulla näköohjaukseen perustuvalla liikenopeus-tarkkuustestillä voidaan tarkastella silmä-käsikoordinaatiota. (Kauranen 2011, 241–242, 253.) Lisäksi yläraajan hienomotoriikkaa, sorminäppäryyttä ja silmä-käsikoordinaatiota voidaan mitata Box and Block -testillä, Purduen Grooved Pegboard -testillä, Nine Hole Peg -testillä sekä Mobergin poimintatestillä (Kauranen 2011, 274).

2.3 Reaktionopeus e-urheilussa

Informaation käsittelyprosessi koostuu ympäristön aistiärsyksen tunnistuksesta ja käsittelystä, vasteen valinnasta sekä vasteen ohjelmoinnista eli ärsyksen muuttamisesta liikkeiksi (Kauranen 2011, 120). Reaktioajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu äkillisen ärsyksen vastaanottamisesta motorisen vasteen alkuun (Schmidt & Lee 2011, 33; Kauranen 2011, 248). Reaktioaika mittaa keskushermoston prosessointinopeutta sekä ääreishermoston ja lihasten liikevasteiden tuottamista, johon kuluva aika ilmoitetaan millisekunteinä (ms) (Kauranen 2011, 248; McMorris 2014, 111). Reaktioaika (response time) voidaan jakaa päätöksentekoaikaan (reaction time), joka tarkoittaa aikaa ärsykkeestä liikevasteen alkuun, sekä liikeaikaan (movement time) jolla tarkoitetaan aikaväliä liikevasteen alkamisesta sen loppuun. Päätöksentekoaika voidaan vielä jakaa edelleen premotoriseen ja motoriseen aikaan. Premotorinen reaktioaika tarkoittaa aikaa ärsykkeestä ensimmäiseen lihasten sähköisen toiminnan muutokseen, joka voidaan havaita EMG-mittauksella. Motorinen reaktioaika puolestaan vastaa ensimmäisestä EMG-muutoksesta liikkeen alkuun kulunutta aikaa. (Kauranen 2011, 248; Schmidt & Lee 2011, 34–35; McMorris 2014, 111–112.)

Vaikka reaktioaika (päätöksentekoaika) ja liikeaika liittyvät toisiinsa, ne eivät ole toisistaan riippuvaisia ja niiden nopeus tai hitaus voi vaihdella yksilöllisesti (McMorris 2014, 111). Reaktioaikaan

vaikuttavat useat erilaiset tekijät, mutta näyttäisi että ainakin osa yksilöiden välisistä eroista selittyy geneettisillä tekijöillä. Reaktioaikaan vaikuttavat työmuistin ja hermoston toiminta, ärsykkeen tuttuus, ärsykkeiden määrä, päätöksentekokyky, vaaditun vasteen monimutkaisuus, liikemallien ratautumisen sekä hetkelliset tekijät kuten vireystila ja huomiokyky. (McMorris 2014, 111, 113; Kauranen 2011, 124–125, 251.) Reaktionopeuteen voidaan vaikuttaa säännöllisellä, jatkuvalla harjoittelulla (Kauranen 2011, 251). Koska tuttuihin ärsykkeisiin reagoidaan nopeammin, tulisi harjoittelussa käytetyt ärsykkeet valita tarkoituksenmukaisesti (McMorris 2014, 117).

Reaktio- ja liikeaikojen mittaaminen ovat yksi tapa arvioida motorisia taitoja, ja reaktioaikojen mittaaminen on urheilussa yleistä (Schmidt & Lee 2011, 34). Mittaamisessa voidaan käyttää erilaisia kellolaitteita sekä elektromyografiaa (EMG) (Kauranen 2011, 248.) Mittausten avulla voidaan selvittää informaation prosessoinnin nopeutta joko yksinkertaisilla tai valintareaktioaikatesteillä. Yksinkertainen reaktioaika on valintareaktioaikaa nopeampi, koska vakiona pysyvä ärsyke ja ennalta määritelty vaste mahdollistavat motorisen liikevasteen ennakkoinnin. Yläraajassa normaali yksinkertainen reaktioaika vaihtelee 130–200 millisekunnin välillä ja fysiologisista syistä alle 100 millisekunnin ajat eivät ole mahdollisia. Valintareaktioaikatesteissä, joissa vaihtoehtoja on useita, ennakointi ei ole mahdollista, vaan tiedonkäsittelyprosessi täytyy suorittaa kokonaisuudessaan ärsykkeen ilmaantumisen jälkeen. Valintareaktioaika on verrannollinen ärsyke-vaste-vaihtoehtojen määrään. (Kauranen 2011, 250, 258; McMorris 2014, 113, 117.) Jonkin verran reaktioaikaan voidaan vaikuttaa myös ärsykettä ennakoivalla vihjeellä tai varoituksella, mutta yksimielisyyttä reaktioajan kannalta optimaalisesta varoitusaikasta ei ole (McMorris 2014, 117).

Tiedonkäsittelyprosessi alkaa ärsykkeen tunnistusvaiheessa informaation saapuessa rinnakkain useiden eri aistien kautta, joista keskeisimpiä ovat näkö ja kuulo. Ympäristön ärsyke saa aikaan orientaatio- eli suuntaamisreaktion, jonka seurauksena tarkkaavaisuus suunnataan kohteeseen ärsykkeen tunnistusta varten. Keskushermostoon saapuva sensorinen informaatio kulkee näkökukan kautta, josta se jakautuu eteenpäin aistimusta varten oikeille aivoalueille. Sensorinen ärsyke integroidaan muistivarastoon ja aistitieto käsitellään ja jäsennetään käyttökelpoiseen muotoon. Onnistunut sensorinen integraatio on toiminnan hallinnan ja tehokkuuden edellytys. Mikäli ärsykkeelle löytyy muistista vertailukohta, ärsyke yhdistetään muistijälkeen ja motorinen vaste ärsykeeseen haetaan pitkäkestoisesta muistista. Tuntematon ärsyke pyritään yhdistämään johonkin

sitä muistuttavaan tekijään, jonka perusteella vasteen valinta voidaan suorittaa. Ärsykkeen havaitsemiseen ja tunnistamisen nopeuteen vaikuttavat ärsykkeen intensiteetti, selkeys ja ympäristöstä erottuminen. (Kauranen 2011, 121–122.)

Ärsykkeen käsittelyvaiheessa ärsykkeet asetetaan rinnakkaiskäsittelyn sijaan jonoon tilanteen mukaiseen tärkeysjärjestykseen, jossa henkilökohtaista vaaraa aiheuttavat ärsykkeet ovat ensisijaisia käsiteltäviä. Vasteen valintavaiheessa päätetään, kuinka ärsykkeeseen reagoidaan. Siihen voidaan jättää myös reagoimatta, mikäli ärsykettä ei koeta tärkeäksi. Vasteen valintavaiheessa ei vielä toteuteta motorista ohjelmaa, ja reaktioaikaa voidaan lyhentää miettimällä rinnakkain useita erilaisia reagointivaihtoehtoja. Reagointivaihtoehtojen määrä vaikuttaa valinnan kestoon ja valintareaktioaika on verrannollinen ärsyke-vaste-vaihtoehtojen määrään. Reaktioaika on lyhyin, kun tilanteessa valittavana on ainoastaan yksi liikevaste tai reagoimattomuus ärsykkeeseen. (Kauranen 2011, 122–123.) Vasteen tuottamisen viive näköaistin kautta tulevaan ärsykkeeseen on suurempi kuin kuulo- tai tuntoaistin kautta tulevaan ärsykkeeseen, mutta useista aistikanavista samanaikaisesti tuleva tieto vähentää reaktioaikaa (Schmidt & Lee 2011, 61). Myös ärsykkeen ja vasteen luonnollinen yhteensopivuus vaikuttaa vasteen valinta-aikaan (Kauranen 2011, 123).

Vasteen ohjelmointivaiheessa primaarinen motorinen kuorikerros viimeistelee motorisen liikemallin ja hermoimpulssit lähetetään pyramidirataa pitkin lihaksille, minkä lisäksi liikemalli lähetetään pikkuaivoille liikkeen toteutumisen vertailua varten. Kun hermoimpulssit ovat lähteneet motoriselta kuorikerrokselta, niitä ei pystytä enää muuttamaan. Suorituksen tuttuus, harjoituksen ja vasteen osien määrä ja monimutkaisuus sekä vaadittava tarkkuus ja vasteen kesto vaikuttavat vaiheen kestoon. Mitä enemmän ja tarkempia liikevasteita vaaditaan, sitä kauemmin vasteen ohjelmointi kestää. Liikevasteet tuotetaan sarjassa ja niiden tuottamista hidastaa vasteiden rajallinen tuottonopeus, joka mahdollistaa noin kolme vastetta sekunnissa, koska jokaisen vasteen jälkeen refraktaalivaihe estää uuden vasteen tuottamisen ja sen seurauksena useaan peräkkäiseen ärsykkeeseen nopeasti vastaamisen. (Kauranen 2011, 124.)

3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata aiheesta tehtyä aikaisempaa tutkimusta kirjallisuuskatsauksen keinoin. Työn tarkoituksena on tuottaa reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation mittaamisesta ja harjoittamisesta tietoa, jota e-urheilijoiden kanssa työskentelevät fysioterapeutit ja e-urheiluvalmennus voivat hyödyntää lajin kannalta optimaalisen suorituskyvyn ja lajitaitojen harjoittamisessa.

Tutkimustehtävänä on tarkastella, millaista tutkimusta aiheesta on elektroniseen urheiluun liittyen tehty. Tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten reaktionopeutta ja silmä-käsikoordinaatiota on mitattu ja millaisia tuloksia mittauksissa on saatu?
2. Miten reaktionopeutta ja silmä-käsikoordinaatiota on harjoitettu ja millaisia tuloksia harjoittelulla on saatu?

4 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö toteutettiin integroivana kirjallisuuskatsauksena, jonka tarkoituksena oli kuvata aiheeseen liittyvää aikaisempaa tutkimusta. Kirjallisuuskatsauksen avulla aihealueesta voidaan muodostaa kokonaiskuva, ja kehittää tieteenalan käsitteistöä ja teoreettista ymmärrystä (Suhonen, Axelin & Stolt 2016, 7). Integroivassa kirjallisuuskatsauksessa on piirteitä sekä narratiivisesta että systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta ja se mahdollistaa kirjallisuuden kriittisen arvioinnin ja syntetisoinnin sekä erilaisin menetelmin toteutettujen tutkimusten synteessin (Suhonen ym. 2016, 13). Kirjallisuuskatsauksen prosessissa on viisi vaihetta, jotka ovat tarkoituksen ja tutkimusongelman määrittäminen, kirjallisuushaku ja aineiston valinta, tutkimusten analyysi ja synteesi sekä tulosten raportointi (Niela-Vilen & Hamari 2016, 23; Suhonen ym. 2016, 13; Salosaari & Kajander-Unkuri 2016, 110).

Vaikka integroiva kirjallisuuskatsaus noudattaa pitkälti samaa metodologiaa kuin systemaattinen kirjallisuuskatsaus, se ei seulo tutkittavaa materiaalia yhtä tarkasti vaan mahdollistaa esimerkiksi tutkimusten erilaiset metodologiset lähtökohdat ja näin ollen laajemman kuvan aiheesta käsittele-

västä kirjallisuudesta (Salminen 2011, 8). Koska tutkimuksen toteutti yksi tekijä, kyseessä on systemoitu katsaus, johon ei ollut välttämätöntä löytää kaikkea aiheesta saatavilla olevaa aineistoa (Lehtiö & Johansson 2016, 35).

4.1 Aineiston hankinta

Kirjallisuuskatsauksen aineiston hankinta toteutettiin aiheeseen soveltuvista sähköisistä tietokannoista valittujen asiasanojen ja niiden yhdistelmien avulla (Lemetti & Ylönen 2016, 68). Mukaanotto- ja poissulkukriteerien asettaminen oli keskeinen osa aineiston valintaa, ja sen avulla sekä parannettiin tutkimuksen toistettavuutta että vähennettiin aineiston mahdollista vinoumaa (Valkeapää 2016, 57, 64).

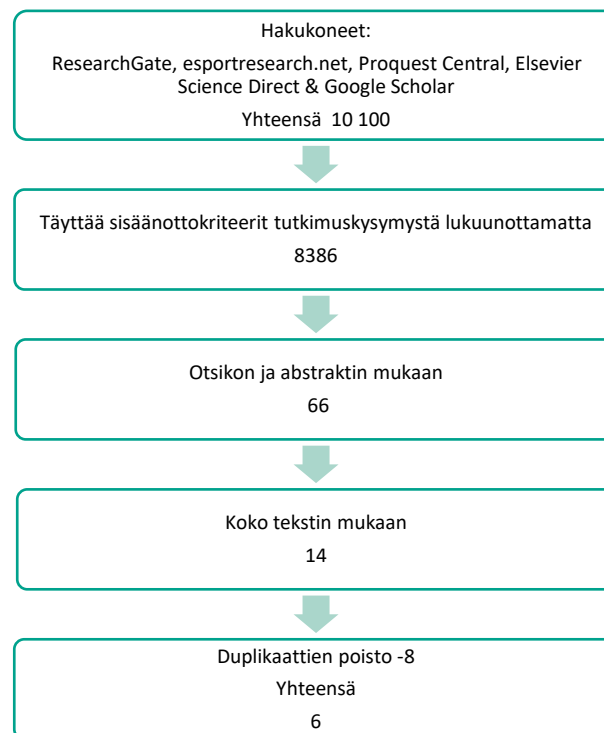
Taulukko 1. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Vastaa vähintään yhteen tutkimuskysymykseen	Ei vastaa yhteenkään tutkimuskysymykseen
Tutkimusartikkeli	Muu kuin tutkimusartikkeli
Julkaistu 2010–2021	Julkaistu ennen 2010
Aineisto saatavilla	Aineisto ei saatavilla
vertaisarvioitu	ei vertaisarvioitu
Kieli suomi tai englanti	Kieli muu kuin suomi tai englanti

Ennen varsinaisia hakuja suoritettiin koehakuja Elsevier Science Directistä, Sage Journalsista, Proquest Centralista, ResearchGatesta, elektronisen urheilun tutkimusta kokoavalta Tampereen, Jönköpingin ja Siegenin yliopistojen ylläpitämältä esportresearch.net -sivustolta sekä Google Scholarista käytettävien tietokantojen ja hakusanojen arvioimiseksi. Koehakujen perusteella Sage Journals rajattiin pois tiedonhausta ja lopullinen aineiston haku suoritettiin kesäkuussa 2021 viidestä jäljelle jääneestä tietokannasta mahdollisimman kattavan aineiston löytämiseksi. Google Scholarissa tarkasteltavat hakutulokset rajattiin 60:een ensimmäiseen parhaiten soveltuvaan osuumaan, joista soveltuvat artikkelit löytyivät pääasiassa 30:n ensimmäisen soveltuvan hakutuloksen joukosta. Useista tietokannosta esille nousivat toistuvasti samat artikkelit.

Taulukko 2. Käytetyt tietokannat ja hakulausekkeet

Käytetyt tietokannat ja hakulausekkeet				
<i>ResearchGate</i>	<i>esportresearch.net</i>	<i>Proquest Central</i>	<i>Elsevier Science Direct</i>	<i>Google Scholar</i>
esport AND "reaction time"	"reaction time" coordination training	"Electronic sport" AND "reaction time" esport AND "reaction time"	esport AND "reaction time" esport AND "reaction time"	esports AND "reaction time"
esport AND coordination	performance AND reaction Motor skills	esport AND "motor control"	esport AND "coordination" esport AND training	esports AND coordination esports AND training



Kuvio 1. Aineiston valikoituminen vaiheittain

Opinnäytetyöhön valikoitui kaikkiaan kuusi poikkileikkaustutkimusta, jotka sisälsivät vähintään yhden reaktionopeutta tai silmä-käsikoordinaatiota sisältävän testin. Tutkimuksissa e-urheilijoita verrattiin kontrolliryhmien lisäksi urheilijoihin ja eri taitotason pelaajiin. Mukaan valitut tutkimukset on esitelty seuraavalla sivulla taulukossa 3.

Taulukko 3. Aineiston esittely

Tutkimus	Otanta	Mitä tutkittiin	Keskeiset tulokset	JB1
Benoit, J., Roudaia, E., Johnson, T., Love, T. & Faubert, J. 2020. The neuropsychological profile of professional action video game players.	14 kilpapelaaajaa 16 viihdepelaaajaa	Pelaajien kognitiiviset kyvyt ja videopeli-osaamisen tarkastelu suorituskykykriteerien avulla; prosessointinopeus, tarkkaavuus, toiminnanohjaus, näppäryys. Lisäksi mukana liikkuvien kohteiden seurantatehtävän harjoittaminen.	Kilpapelaaajat käsittelevät tarkkaavuustestissä verrokkeja suuremman määrän ärsykeitä samalla virheprosentilla, ja heillä oli paremmat kyvyt useiden liikkuvien kohteiden seurannassa. Ryhmien välillä ei eroja grooved pegboard-testissä. Hyvä suorituskyky FPS-peleissä yhteydessä hyvään tarkkaavuuteen, muistiin ja visuaaliseen tilan hahmottamiseen.	8/8
Bickman, P., Wechsler, K., Rudolf, K., Tholl, C., Froboese, I. & Grieben, C. 2021. Comparison of reaction time between eSports players of different genres and sportsmen.	36 e-urheilijaa, ammattilainen 21 e-urheilijaa, ei ammattilainen 36 urheilijaa	Pelaajien ja urheilijoiden reaktioaika; Yksinkertainen visuaalinen ja akustinen reaktioaika, valintareaktioaika	Ammattipelaajilla ei-ammattilaisia enemmän oikeita vasteita. Ammattipelaajilla ja urheilijoilla ei eroa reaktioajoissa. Eri peligenrejä pelaavilla eroja akustisessa ja valintareaktioajassa.	8/8
Giboin, L-S., Reunis, T. & Gruber, M. 2020. Corticospinal properties are associated with sensorimotor performance in action video game players.	18 huippupelaaajaa 18 kontrolliryhmä	Pelaajien sensorimotorinen suorituskyky; Visuomotorinen nopeus ja tarkkuus, reaktioaika, tietokonetaidot	Pelaajat suoriutuivat verrokkeja paremmin toimintavideopeleissä vaadittavista taidoista ja heidän reaktioaikansa oli nopeampi. Pelaajilla oli vahvemmat eksitoivat ja erityisesti inhiboivat kortikospinaaliset toiminnot.	8/8
Luu, A., Winans, A., Suniga, R. & Motz, V.A. 2021. Reaction times for esport competitors and traditional physical athletes are faster than noncompetitive peers.	18 jalkapalloilijaa 12 kilpapelaaajaa 12 kontrolliryhmä	E-urheilijoiden ja urheilijoiden reaktioaika; näkö-, kuulo- ja tuntoärsykkeet	E-urheilijat ja jalkapalloilijat visuaalisilta reaktioajoiltaan kontrolliryhmää nopeampia, mutta eivät eronneet toisistaan. Akustisessa reaktioajassa ei eroa ryhmien välillä.	7/8
Pluss, M. A., Novak, A. R., Bennett, K. J. M., Panchuk, D., Coutts, A. J. & Franssen, J. 2020. Perceptual-motor abilities underlying expertise in esports.	25 ammattipelaaajaa 25 viihdepelaaajaa 25 kontrolliryhmä	E-urheilijoiden havaintomotoriset taidot; Näppäryys, nopeus-tarkkuus ja yksinkertainen ja valintareaktioaika sekä go/no-go -arviointi	Nopeus-tarkkuustehtävissä ammattipelaajilla muita ryhmiä nopeammat liikeajat. Kahden valinnan reaktioaika oli pelaajilla nopeampi kuin verrokeilla, mutta pelaajaryhmien välillä ei ollut eroa. Neljän valinnan reaktioajassa ja näppäryydestä ryhmien välillä ei eroja.	8/8
Toth, A. J., Ramsbottom, N., Constantin, C., Milliet, A. & Campbell, M. J. 2021. The effect of expertise, training and neurostimulation on sensory-motor skill in esports.	39 korkean taitotason pelaajaa 39 matalan taitotason pelaajaa 42 ei-pelaaajaa	Eritasoisten pelaajien sensorimotorisen suorituskyky ja harjoittelun vaikutus suorituskykyyn; pelinomaiset testi- ja harjoitusohjelmistot	Suorituskyky pelin keskeisissä taidoissa erottaa kokeneen pelaajan vähemmän kokeneista pelaajista. Harjoittelu parantaa suorituskykyä kaikilla taitoryhmillä, mutta suurin hyöty aloittelijoilla ja ei-pelaajilla. Harjoittelulla saavutettiin parannuksia suorituskykyyn jo 3 päivän jälkeen, 10 minuutin päivittäisellä harjoittelulla. Aivostimulaatio nopeutti suorituskykyyn paranemista aloittelevilla, matalan taitotason pelaajille.	8/8

4.2 Aineiston laadun arviointi

Kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettavien artikkelien valideetti sekä tulosten merkittävyys ja yleistettävyyden tulisi arvioida katsaustyyppille soveltuvin arviointikriteerein. Systemoidussa kirjallisuuskatsauksessa tutkimusartikkelien laadun arviointi kohdistuu tutkimuksiin ja niiden laatuun. (Lemetti & Ylönen 2016, 67–69.) Opinnäytetyöhön valitut tutkimukset arvioitiin Joanna Briggs -instituutin poikkileikkaustutkimusten arviointikriteereillä, joilla yhtä 7/8 pistettä saanutta tutkimusta lukuun ottamatta tutkimukset saivat 8/8 pistettä. Luun, Winansin, Sunigan ja Motzin (2021) tutkimuksessa pisteen menetys liittyy sekoittavien tekijöiden huomioimiseen.

Kaikki katsaukseen mukaan valitut artikkelit olivat vertaisarvioituja, tosin Giboin, Reunis & Gruberin (2021) artikkeli oli merkitty tietokantaan sekä vertaisarvioituksi että toistaiseksi vertaisarvioimattomaksi. Lisäksi artikkelien valinnassa arvioitiin julkaisijan sekä tutkimusorganisaation luotettavuutta ja tutkimusten eettisyyttä. Maininta eettisen lautakunnan hyväksynnästä löytyi kaikista katsaukseen valituista tutkimusartikkelista. Mukaan otetut tutkimukset olivat hyvin toteutettuja sekä raportoituja, mutta suurimmassa osassa tutkimuksia otannat eivät olleet kovin laajoja.

4.3 Aineiston analyysi

Sisällönanalyysia voidaan käsitellä yksittäisenä menetelmänä tai väljänä teoreettisena kehyksenä, joka soveltuu käytettäväksi monenlaisessa tutkimuksessa. Kirjallisuuskatsauksessa sisällönanalyysi on enemmän aineiston järjestämisen apuväline kuin varsinainen analyysin väline. Sisällönanalyysin avulla tutkittavasta ilmiöstä pyritään luomaan pelkistetty kuvaus, jonka avulla aineistoa järjestetään yhtenäiseksi johtopäätösten tekoa varten. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 103, 117, 140.) Aineiston järjestäminen tapahtuu aineiston redusoinnin eli pelkistämisen, klusteroinnin eli ryhmittelyn ja abstrahoinnin eli teoreettisten käsitteiden luomisen kautta. Redusointivaiheessa aineistosta valitaan tutkimuksen kannalta olennainen tieto, joka vastaa tutkimustehtävään, ja alkuperäisilmaukset pelkistetään. Aineiston pelkistämisen jälkeen aineisto klusteroidaan samankaltaisuuksien tai eroavuuksien käsitteiden kautta ja niistä muodostetaan ilmiökohtaiset alaluokat. Klusterointi on osa abstrahointiprosessia, jossa luokituksia yhdistämällä rakennetaan kuvaus tutkimuskohteesta johtopäätösten tekoa varten. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122–127.) Opinnäytetyössä analyysi suori-

tettiin teoriaohjaavalla analyysillä, jossa abstrahoinnissa käytetyt käsitteet tuodaan teoriasta aineiston ehdoilla edeten, tavoitteena löytää vastaus tutkimuskysymyksiin (Tuomi & Sarajärvi 2018, 109–110).

Taulukko 4. Esimerkki aineiston analyysistä

Kuvaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
“–pick up small meta pegs that have a key on one end and insert them into randomly oriented slots on the board by rotating the pegs into the correct position.”	Grooved pegboard	Silmä-käsikoordinaatio	Silmä-käsikoordinaation mittaaminen	Mittaaminen
	Näppäryytesti			
	Fyysisten kappaleiden manipulointi			
“When the dot switched its color to yellow, participants had to push the reaction key.”	Color cue – värinvaihtotesti	Yksinkertaisen reaktioaika	Yksinkertaisen reaktioajan mittaaminen	Mittaaminen
	Napin painallus ärsykkeen ilmetessä			
“–a yellow and a red dot or a yellow dot and an auditory stimulus, which were both presented simultaneously. No response was allowed for any other combination”	Reaktio määriteltyihin ärsykeyhdistelmiin	Valintareaktioaika	Valintareaktioajan mittaaminen	

5 Tulokset

Tarkastelluista tutkimuksista nousseet mittaukset voitiin jakaa neljään ryhmään riippuen siitä, mitä ominaisuutta tai yhdistelmää niillä oli mitattu. Tutkimuksissa oli käytetty silmä-käsikoordinaatiota, yksinkertaista reaktioaikaa, valintareaktioaikaa sekä silmä-käsikoordinaatiota ja reaktioaikaa yhdistäviä menetelmiä. Tutkimusten mittaustulokset on esitetty kootusti taulukossa 5. Reaktionopeutta ja silmä-käsikoordinaatiota harjoitettiin vain yhdessä mukana olleessa tutkimuksessa.

5.1 Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation mittaaminen

Yksinkertaista reaktioaikaa tutkimuksissa mitattiin kahdella eri testillä, jotka olivat neljässä eri tutkimuksessa esiintynyt color cue -värinvaihtotesti (cc), jossa tarkoituksena on mahdollisimman nopeasti reagoida ruudulla tapahtuvaan värin vaihtumiseen nappia painamalla, sekä yhdessä tutkimuksessa esiintynyt ruler drop -testi (rd), jossa testattavan tehtävänä on mahdollisimman

nopeasti tarttua kiinni testaajan pudottamaan viivaimeen. Yhtä tutkimusta lukuun ottamatta kaikissa tutkimuksissa e-urheilijoita verrattiin kontrolliryhmän lisäksi eri lajien urheilijoihin. Luu, Winans, Suniga ja Motz (2021, 17) totesivat e-urheilijoiden (cc $269,83 \pm 23,46$ ms; rd $174,58 \pm 26,14$ ms) sekä urheilijoiden reaktioaikojen olevan kontrolliryhmää nopeampia sekä color cue -testissä että ruler drop testissä, eikä kahden ensin mainitun ryhmän välillä ollut reaktioajassa tilastollisesti merkitsevää eroa. Bickmanin, Weschlerin, Rudolfin, Thollin, Frobösen ja Griebenin (2021, 5–6) mukaan e-urheilijat tuottivat color cue -testissä (reaktioaika $249,27 \pm 27,58$ ms, motorinen aika $105,08 \pm 24,97$ ms) kontrolliryhmää merkitsevästi enemmän oikeita vasteita (28 ± 0 , $p < .05$) suoriutuen hyvin samankaltaisesti tutkimukseen osallistuneiden urheilijoiden kanssa. Giboin, Reunis ja Gruber (2020) suorittivat kolme viiden testisuorituksen reaktioaikamittausta, joiden keskiarvojen mukaan e-urheilijat ($300,54$ ms, $289,16$ ms, $292,28$ ms) olivat kontrolliryhmää selvästi nopeampia ensimmäisellä mittauksella. Ryhmien väliset erot kuitenkin pienenivät ensimmäisen mittauksen $40,43$ millisekunnista ollen toisella mittauksella $15,85$ ms ja kolmannella mittauksella $12,07$ ms. (Giboin ym. 2020.) Muista tutkimuksista poiketen, Pluss, Novak, Bennett, Panchuk, Coutts ja Franzen (2020, 138–139) eivät mitanneet tilastollisesti merkitsevää eroa testattujen ryhmien välillä (e-urheilijat $296 \pm 4,42$ ms).

Valintareaktioaikaa mitattiin kahdessa tutkimuksessa. Pluss ja muut (2020) mittasivat valintareaktioaikaa color cue -testillä, jossa valinta tehtiin kahden ja neljän vaihtoehdon välillä ärsykettä vastaavaa nappia painamalla. Neljän vaihtoehdon valintareaktioajoissa ei tutkimuksessa olleiden ryhmien välillä ollut eroa (e-urheilijat $387 \pm 3,84$ ms), mutta kahden valinnan reaktioaika oli e-urheilijoilla ($318 \pm 3,21$ ms) kontrolliryhmää ($347 \pm 5,03$ ms) merkitsevästi nopeampi ($p < .05$). Eroa harrastajapelaajien ($325 \pm 4,06$ ms) ja e-urheilijoiden välillä ei juuri ollut. Valintareaktioaikojen testauksen yhteydessä oli käytetty myös 43 ms:n ennakkovihjettä 86 ms ennen ärsykkeen ilmestymistä, joko johdonmukaisesti ärsykkeen ilmestymispaikassa tai epäjohdonmukaisesti ruudulle sijoiteltuna. Molempien ennakkovihjeiden kohdalla e-urheilijat olivat kontrolliryhmää nopeampia mutta eroa harrastajapelaajiin ei ollut. (Pluss ym. 2020, 137–138, 140.) Toinen tutkimuksista esiinnousseista valintareaktioaikamittauksista toteutettiin ärsykepariyhdistelmiin reagoimalla. Reagointia vaativa ärsykeyhdistelmä oli joko keltainen ja punainen pallo tai keltainen pallo samanaikaisen äänen kanssa. Tutkimuksessa urheilijoiden, harrastajapelaajien ja e-urheilijoiden ($47,35 \pm 72,76$ ms) välille ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa. (Bickman ym. 2021, 4, 6–7.)

Reaktioaika ja silmä-käsikoordinaatiota oli tutkimuksissa mitattu myös yhdistetysti ja lajinomaisesti harjoitusohjelmistoja hyödyntäen. Giboin ja muut (2020) hyödynsivät tutkimuksessaan ”bigger then smaller” ja ”reflex” -tehtäviä visumotorisen nopeuden ja tarkkuuden mittaamisessa. Visumotorista tarkkuutta mittaavassa Bigger then smaller -tehtävässä ruudulle ilmestyi uusi 3 sekunnin aikana pienenevä ja katoava kohde aluksi 0,9 sekunnin välein tahdin kiihtyessä testin edetessä. Tavoitteena oli klikata kaikkia kohteita ennen niiden katoamista. Testi päättyi kun kolme peräkkäistä kohdetta jäi klikkaamatta ja suoritus pisteytettiin osumien (+1000) ja ohi menneiden (-250) klikkausten mukaan. Reflex -tehtävässä mitattiin visumotorista nopeutta ja tarkkuutta klikkaamalla 30 sekunnin aikana ruudulla 0,45 sekunnin välein satunnaisesti paikkaa vaihtavaa yksittäistä kohdetta. Osumat ja ohi menneet klikkaukset pisteytettiin samalla tavoin kuin bigger then smaller -tehtävässä. Molemmissa testeissä e-urheilijat olivat selvästi kontrolliryhmää parempia. Kolmen testin tulosten keskiarvon perusteella pelaajat saivat bigger then smaller -tehtävästä 27073 pistettä ja Reflex -tehtävässä 10082 pistettä kontrolliryhmää enemmän. (Giboin ym. 2020.) Toth ja muut (2021) hyödynsivät tutkimuksessaan Counter-Strike: Global Offensive (CS:GO) harjoitusohjelmistoa, jonka tilastollinen kuvaus tai graafinen havainnollistus ei tarjoa tarkkaa dataa nopeus-tarkkuusmittausten tuloksista. Tehdyissä mittauksissa sekä korkean että matalan taitotason pelaajat olivat kontrolliryhmää nopeampia, kun muuttujana käytettiin hiiren kohteeseen liikuttamiseen kulunutta aikaa. Korkean taitotason pelaajat kuitenkin suoriutuivat paremmin, kun muuttujana oli aika laukaukseen, aika vihollisen tuhoamiseen sekä käytetyt ammuksiset ($p < 0.001$). (Toth, Ramsbottom, Constantin, Milliet & Campbell 2021, 6.)

Silmä-käsikoordinaation mittaamiseen oli tutkimuksissa käytetty grooved pegboard -testiä, Fittsin tehtävää sekä näppäimistöllä suoritettavaa kirjoitustestiä (keyboard typing test). Testeistä Fittsin tehtävä pystyi selvimminkin erottamaan pitkälle harjaantuneet nopeus-tarkkuusominaisuudet, joihin e-urheilulla on vaikutusta. Vaikka e-urheilijoiden tarkkuus ($97,02 \% \pm 1,42$) ei tutkimuksessa juuri eronnut harrastajapelaajista ($96,86 \% \pm 1,39$) tai kontrolliryhmästä ($96,80 \% \pm 2,21$), oli e-urheilijoiden liikenopeus ($481,73 \text{ ms} \pm 76,19$) samalla tarkkuudella muita ryhmiä tilastollisesti merkitsevästi suurempi ($p < .05$) (Pluss ym. 2020, 138). Myös kirjoitustestissä, jossa annettu satunnainen teksti piti kirjoittaa mahdollisimman nopeasti ja tarkasti, pelaajaryhmä erottui kontrolliryhmästä. Vaikka ryhmien tarkkuudessa ei ollut eroja, pelaajat kirjoittivat keskimäärin 11,3 sanaa enemmän minuutissa kontrolliryhmään verrattuna (Giboin ym. 2021). Grooved pegboard testiä hyödynnettiin kahdessa tutkimuksessa, joista molemmissa lopputulos oli sama. Testillä ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa testiryhmien välille (Pluss ym. 2020, 138; Benoit, Roudaia, Johnson, Love & Faubert

2020, 10). Grooved pegboard -testien tulokset eivät myöskään olleet keskenään vertailukelpoisia, koska tulosten arviointiin oli käytetty eri viitearvoja.

Tarkastelluista tutkimuksista nousseet e-urheilijoiden mittaustulokset on esitetty kootusti taulukossa 5. Reaktionopeustehtävissä suoritusajat on ilmoitettu millisekunneina. Reaktionopeutta ja silmä-käsikoordinaatiota yhdistävissä testeissä tulokset on ilmoitettu osumien ja ohilaukausten mukaan pisteytettynä. Silmä-käsikoordinaatiotehtävissä tulos on ilmoitettu suoritusajana, tarkkuutena (%) tai pisteytyksenä tehtävän mukaan.

Taulukko 5. Mittaustulokset

Mitattu ominaisuus	Testi	Suoritusajaksi tai pisteytys	tutkimus
Yksinkertainen reaktio- aika	<i>Color cue test</i>	249,27 ± 27,54 ms	(Bickman ym. 2021)
		300,54; 289,16; 292,28 ms	(Giboin ym. 2020)
		269,83 ± 23,46 ms	(Luu ym. 2021)
		296 ± 4,42 ms	(Pluss ym. 2020)
	<i>Ruler drop test</i>	174 ± 26,14 ms	(Luu ym. 2021)
Valintareaktioaika	<i>Color cue 2</i>	318 ± 3,21 ms	(Bickman ym. 2021)
	<i>Color cue 4</i>	387 ± 3,84 ms	
	<i>Ärsykeyhdistelmät</i>	478,35 ± 72,76 ms	(Bickman ym. 2021)
		FPS (n=6) 440,01 ± 61,26 ms	
		Urheilusimulaatio (n=17) 457,38±55,80 ms	
	MOBA (n=15) 51,49±69,67 ms		
Reaktionopeus ja silmä- käsikoordinaatio	<i>Bigger then smaller</i>	Kokonaispisteet 70 126 pistettä +27073 pistettä kontrolliin	(Giboin ym. 2020)
	<i>Reflex</i>	Kokonaispistemäärä epäselvä +10082 pistettä kontrolliin	(Giboin ym. 2020)
	<i>CS:GO-ohjelmisto</i>	-	

Taulukko 5 jatkuu seuraavalla sivulla

Taulukko 5 jatkuu edelliseltä sivulta

Silmä-käsikoordinaatio	<i>Grooved pegboard</i>	88,92 ± 7,93 pistettä (dom)	(Pluss ym. 2020)
		95,44 ± 7,51 pistettä (non-dom)	
		69,73 ± 11,26 sekuntia (dom)	(Benoit ym. 2020)
		71,58 ± 13,95 sekuntia (non-dom)	
	<i>Fittsin tehtävä</i>	Tarkkuus 97,02 ± 1,42 %	(Pluss ym. 2020)
		Liikenopeus 481,73 ± 76,19 ms	
	<i>Keyboard typing test</i>	51,9 sanaa/min	(Giboin ym. 2020)
		+11,3 sanaa kontrolliin	

5.2 Reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation harjoittaminen

Ainoastaan Tothin ja muiden (2021) tutkimuksessa reaktionopeutta pyrittiin myös harjoittamaan. Harjoittaminen tapahtui lajinomaisen CS:GO -harjoitusohjelmiston avulla 5 päivän aikana, 10 minuuttia kerrallaan. Harjoitusohjelmistossa pelaaja harjoitteli pelille ominaista lajitaitoa (flicking) tarkkuutta ja nopeutta vaativassa pelitilannetta muistuttavassa tilanteessa. Harjoittelun yhteydessä testattiin myös transkraniaalisen sähköstimulaation vaikutusta suorituskyvyn paranemiseen. Oppimista tapahtui kaikissa testiryhmissä jo kolmen päivän harjoittelun jälkeen ja sähköstimulaatio vaikutti kyseisellä aikataululla nopeuttavan oppimista koehenkilöillä, jotka eivät harrastaneet pelaamista.

6 Johtopäätökset

Tarkastelluissa tutkimuksissa reaktioaikaa ja silmä-käsikoordinaatiota oli tarkasteltu hyvin vaihtelevin menetelmin. E-urheilijoiden ja urheilijoiden yleiset reaktioaikaominaisuudet visuaaliseen ärsykeeseen olivat samankaltaisia, ja ryhmät voitiin erottaa kontrolliryhmistä yksinkertaisten reaktioaikamittausten avulla. Valintareaktioajoilla pystyttiin erottamaan pelaajat ei-pelaajista, mutta pelaajien taitotason erottelu vaati lajinomaisia suorituksia, jotka yhdistivät silmä-käsikoordinaatiota ja reaktioaikaa. Silmä-käsikoordinaation mittaamisessa soveltuvien taidon mittari olivat nopeus-tarkkuustehtävät. Silmä-käsikoordinaatiota yleisesti mittaavat testit eivät välttämättä ole lajinomaisia ja sen vuoksi sovellu e-urheilun lajitaitojen mittaamiseen.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuvata aiheesta tehtyä aikaisempaa tutkimusta ja tarkoituksena tuottaa tietoa, jota e-urheilijoiden kanssa toimivat fysioterapeutit ja e-urheiluvalmentajat voivat hyödyntää lajin kannalta optimaalisen suorituskyvyn ja lajitaitojen harjoittamisessa. Työssä on kuvattu erilaisia reaktionopeuden ja silmä-käsikoordinaation mittaamiseen käytettyjä menetelmiä ja mittausten avulla saatuja tuloksia sekä arvioitu erilaisten mittausten soveltuvuutta e-urheilun kontekstiin tutkimusten tulosten perusteella. Reaktioajan ja silmä-käsikoordinaation harjoittamisen osuus jäi kuitenkin opinnäytetyössä hyvin suppeaksi johtuen siitä, ettei tiedonhaku tuottanut tuloksia.

7.1 Eettisyys ja luotettavuus

Hyvän tieteellisen käytännön ja tutkimuseettisten periaatteiden noudattaminen ovat edellytyksiä eettisesti hyvälle tutkimukselle. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeiden mukaan tutkijoiden tulisi noudattaa tiedeyhteisön tunnustamia toimintatapoja, soveltaa tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia menetelmiä avoimuutta noudattaen, huomioida muiden tutkijoiden saavutukset ja antaa saavutuksille niille kuuluva arvo ja merkitys. Lisäksi tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja raportointi tulisi suorittaa yksityiskohtaisesti ja tieteellisen tiedon vaatimusten mukaisesti, tutkimukseen osallistuvien henkilöiden asemasta sopia ja kirjata, rahoituslähteet ja sidonnaisuudet ilmoittaa sekä noudattaa hyvää hallintokäytäntöä. (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa 2013 6–7; Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016, 23–24.)

Tutkimusetiikka on siis keskeisesti mukana koko tutkimusprosessin ajan. Hyvän tieteellisen käytännön loukkaukset on jaettu laiminlyönteinä ilmenevään piittaamattomuuteen ja vilppiin, joka voi olla havaintojen sepittämistä ja/tai vääristelyä tai tutkimusideoiden, -suunnitelmien tai -havaintojen anastamista ja esittämistä omina. (Kuula 2011, 36, 38.)

Ihmistieteissä eettisiä ongelmia voivat aiheuttaa tiedonhankintatavat ja koejärjestelyt (Hirsjärvi ym. 2016, 25). Koska opinnäytetyön aineistonkeruu tapahtui jo olemassa olevasta tutkimuskirjallisuudesta, ei työhön liity eettisiä ongelmia tutkimuslupiin, tutkittavien informointiin tai arkaluontoisen tiedon käsittelyyn ja säilytykseen liittyen. Työn kannalta keskeiset huomioitavat eettiset asiat liittyvät toimintatapoihin ja menetelmiin, rehellisyyteen, huolellisuuteen ja avoimuuteen.

Epärehellisyyttä kuten itsensä tai muiden plagioimista, tulosten sepittämistä tai muuntelua, harhaanjohtavaa tai puutteellista raportointia, toisten tutkijoiden osuuden vähättelyä sekä tutkimukseen myönnettyjen määrärahojen väärinkäyttöä tulisi välttää kaikissa tutkimuksen vaiheissa (Hirsjärvi ym. 2016, 25–27). Opinnäytetyö toteutettiin hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti; rehellisyyttä, tarkkuutta ja huolellisuutta noudattaen. Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja raportointi on suoritettu läpinäkyvästi, avoimesti sekä huolellisesti, ja tutkimuksessa käytettyyn aineistoon on viitattu asianmukaisesti. (TENK 2012, 6.)

Tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa tutkimusta tarkastellaan validiteetin ja reliabiliteetin kautta. Validiteetilla tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä oli tarkoitus mitata. Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksen toistettavuutta niin että on mahdollista päästä samanlaiseen lopputulokseen. (Hirsjärvi ym. 2016, 231.) Tämän opinnäytetyön kohdalla reliabiliteetti liittyy aineiston haun dokumentointiin ja toistettavuuteen. Aineistohaku on suoritettu useista tietokannoista ja dokumentoitu mahdollisimman tarkasti toistettavuuden mahdollistamiseksi.

Kirjallisuuskatsauksessa aineiston hakuun käytetyt hakusanat ja -lausekkeet valittiin koehakujen perusteella, sen mukaan tuottivatko ne tietokannoista osumia. Näin pystyttiin valitsemaan aiheeseen soveltuvimmat hakusanat listatuista vaihtoehdoista. Aikarajaus viimeisen 10 vuoden ajalle oli asetettu sisäänottokriteeriksi, mutta käytännössä kaikki aiheesta noussut tutkimus oli julkaistu viimeisen kahden vuoden sisällä ja rajausta olisi hyvin voinut kaventaa esimerkiksi viiteen vuoteen. Kielirajaus suomen- ja englanninkielisiin tutkimuksiin tehtiin kirjoittajan kielitaidon perusteella. Tiedonhakuja tehtiin sekä oppilaitoksen kautta saatavilla oleviin soveltuviin tietokantoihin, että laajemmilla hakukoneilla mahdollisimman kattavien hakutulosten saamiseksi. Lisäksi mukana haussa oli spesifi aiheen tutkimusta kokoava tietokanta. Erityisesti Google Scholarin käyttö aineiston haussa haastaa hakujen toistettavuutta, mutta toisaalta se, ettei haussa löytynyt artikkeleita, jotka eivät olisi nousseet myös muista tietokannoista antaa viitteitä siitä, että aineiston haku on onnistunut löytämään aiheen kannalta keskeisen saatavilla olevan aineiston. Koska kyseessä on yhden kirjoittajan systemoitu katsaus, eikä kaikkea saatavilla olevaa aineistoa ole välttämätöntä löytää, on mahdollista, että tarkastellun aineiston ulkopuolelle on jäänyt soveltuvaa aineistoa.

Opinnäytetyön luotettavuutta on pyritty lisäämään valitsemalla aineistoksi laadukkaita tutkimuksia sekä toimimalla hyvää tieteellistä käytäntöä ja eettisiä periaatteita noudattaen. Mukaan valituille tutkimuksille suoritettiin Joanna Briggsin arviointikriteeristön mukainen laadunarviointi, joka lisää opinnäytetyön luotettavuutta. Opinnäytetyön tulosten yleistämisessä tulisi kuitenkin huomioida, että pääasiassa tutkimusten otannat olivat kohtalaisen pieniä. On kuitenkin hyvä huomioida, että katsauksella on vain yksi tekijä, jolloin inhimilliset väärinymmärrykset ja virheet tutkimusprosessissa, aineiston laadun arvioinnissa tai käänöksissä ovat mahdollisia. Opinnäytetyön tekeminen kehitti kirjoittajan taitoja tutkimusmenetelmien, laadun arvioinnin sekä aineiston haun ja sisällönanalyysin prosesseissa.

7.2 Tulosten pohdinta

Videopelaamisen vaikutus tarkkaavuuteen, kognitiiviseen prosessointiin, tilanhahmotukseen ja visuo-motoriseen toimintaan on todettu useissa tutkimuksissa (Esim. Palaus ym. 2017; Dye ym. 2009b; Green & Bavelier 2003). Opinnäytetyössä tarkastelluissa tutkimuksissa tämä näkyi e-urheilijoiden kontrolliryhmiä parempina tuloksina reaktionopeutta vaativissa tehtävissä (Giboin ym 2021; Toth ym. 2021; Bickman ym. 2021; Luu ym. 2021; Pluss ym. 2020) sekä e-urheilijoiden parempana kykynä hyödyntää ärsykettä ennakoivia visuaalisia vihjeitä kontrolliryhmää paremmin (Pluss ym. 2020, 139). Eritasoisten pelaajien väliset erot vaihtelivat käytetystä testistä riippuen. Yleisesti tarkastellut reaktioaikamittaukset olivat linjassa taustateorian kanssa, ja valintareaktioaikojen verrannollisuus ärsyke-vaste-vaihtoehtojen määrään (Kauranen 2011, 258) näkyi reaktioaikojen pitenemisenä valintareaktiotehtävän vaativuuden mukaan. Tarkastelluissa tutkimuksissa esiin nousevat samankaltaisuudet urheilijoiden ja e-urheilijoiden reaktioaikaominaisuuksissa ovat samansuuntaisia aikaisemman tutkimuksen kanssa. Esimerkiksi e-urheilijoiden yksinkertainen reaktioaika ($174,58 \pm 26,14$ ms) ruler drop -testissä (Luu ym. 2021) oli vastaava kuin Ecknerin, Richardsonin, Kimin, Joshin, Oh:n ja Ashton-Millerin (2015, 847) kontaktilajien harrastajilta mitaama keskiarvoinen tulos (176 ± 23 ms).

Nopeiden reaktioaikojen lisäksi, Dyen, Greenin ja Bavelierin (2009b, 325) mukaan pelaajat tekevät vähemmän tarkkuusvirheitä silmä-käsikoordinaatiota vaativissa nopeus-tarkkuustehtävissä, verrattuna henkilöihin, jotka eivät pelaa videopelejä. Pluss ja muut (2020) totesivat tutkimuksessaan e-

urheilijoiden kehittyneet nopeus-tarkkuusominaisuudet verrattuna sekä videopelejä pelaamattomaan kontrolliryhmään että viihdepelaajiin. Ryhmien välillä ei ollut eroa tarkkuudessa, mutta ammattilaisryhmän liikeaika samalla tarkkuudella oli merkitsevästi muita ryhmiä nopeampi. (Pluss ym. 2020, 139.)

Tutkimuksissa reaktioajan ja silmä-käsikoordinaation mittaamisessa hyödynnettiin erilaisia testiasetelmia, joiden yhteys e-urheilun lajitaitoihin ja -vaatimuksiin vaihteli. Vaikka yleisesti reaktioaika mittaavat testit, kuten color cue tai ruler drop mittaavat reaktioaikaominaisuuksia ja niiden perusteella eri ryhmien välillä saatiin näkyviin yhteneväisyyksiä ja eroja (Bickman ym 2021.; Giboin ym. 2020; Luu ym. 2021; Pluss ym. 2020), tarkkuusominaisuuksien puuttuminen testaamisesta irrottaa ne lajinomaisesta toiminnasta. Silmä-käsikoordinaatiota mittaavassa kirjoitustestissä tilanne on samansuuntainen. Vaikka kirjoitustesti mittaa tietokonetaitoja (Giboin ym. 2020), sen merkitys e-urheilijoiden lajitaitojen testaamisessa jää epäselväksi. Ellison ja muut (2018, 692) totesivat, ettei silmä-käsikoordinaatio ei ole yleisominaisuus, mikä tulisi huomioida testaamisessa. Grooved pegboard -testissä eri ryhmien välillä ei ollut eroja (Benoit ym. 2020; Pluss ym. 2020), mistä voidaan päätellä, ettei grooved pegboard -testi ole lajinomainen tai olennainen e-urheilun kontekstissa.

Valintareaktioaikojen mittauksissa neljän valinnan reaktioaika ei tuottanut testiryhmien välille eroja ennakkovihjeiden hyödyntämistä lukuun ottamatta. Kahden valinnan reaktioajassa e-urheilijoiden ero kontrolliryhmään oli tilastollisesti merkitsevä, mutta e-urheilijoiden ja harrastajapelaajien väliset erot olivat pieniä. (Pluss ym. 2020, 138.) Näyttäisi, että monivalintatesti ei ainakaan sellaisenaan ole e-urheilun kontekstiin soveltuva. Kahden valinnan reaktioaikamittauksilla voidaan tunnistaa pelaamisen myötä kehittynyt taito, mutta se ei toimi mittarina pelaajan taitotasolle.

Useissa mittauksissa e-urheilijoiden ja urheilijoiden reaktioikatulokset olivat samansuuntaisia (Bickman ym 2021.; Giboin ym. 2020; Luu ym. 2021; Pluss ym. 2020), mikä tukee ajatusta urheilussa ja e-urheilussa tarvittavien yleisten reaktioaikaominaisuuksien samankaltaisuudesta. Harrastajapelaajien ja e-urheilijoiden väliset erot vaihtelivat testistä riippuen. Lähimpänä pelitaitoja olevalla CS:GO -harjoitusohjelmalla suoritettut testaukset erottelivat parhaiten pelaajien taitotasoa ja toivat esiin myös lajikohtaisia eroja eri peligenrejä pelaavien reaktioajassa (Bickman ym. 2021, 6–7). Reaktioaikojen mittaamisessa tulisikin huomioida, halutaanko tietoa yleisistä vai lajikohtaisista

ominaisuuksista. Tulevaisuudessa vertaileva tutkimus eri peligenrejä pelaavien välillä avaisi paremmin lajikohtaisia vaatimuksia testaamista ja taitojen harjoittamista varten.

Silmä-käsikoordinaation ja reaktioajan harjoittamista oli tarkasteltu vain yhdessä mukana olleessa tutkimuksessa, jossa harjoittelu oli lajinomaista osataidon harjoittelua peliympäristössä, josta pelin strategiset ominaisuudet oli poistettu. Tutkimuksessa todettiin taitojen nopea kehittyminen harjoittelun alkuvaiheessa sekä ylipäättään taitojen kehittymisestä harjoittelun myötä kaikissa testiryhmissä. (Toth ym. 2020.) Vaikka tutkimus reaktionopeus- ja silmä-käsikoordinaatioharjoittelusta jäi aineiston osalta vähäiseksi, e-urheilijoiden suorituskyvyn parantaminen muilla keinoin on kiinnostanut tutkijoita. Toth ja muut (2021, 10–11) totesivat taidon harjoittelun parantavan suorituskykyä sekä pelaajilla, että ei-pelaajilla, mutta tutkimuksen keskeisenä tuloksena olivat myös matalan taitotason pelaajaryhmässä ilmenneet aivostimulaation positiiviset vaikutukset suorituskykyyn ja oppimiseen. Zhuangin, Yinin, Zin ja Liun (2020, 4–6) mukaan non-invasiivisella aivostimulaatiolla voitaisiin mahdollisesti saada hyötyjä e-urheilussa sekä urheilussa motoriseen suorituskykyyn, reaktioaikaan, motoriseen oppimiseen sekä suorituskykyyn ja kestävyYTEEN. Thomas, Rothschild, Earnest ja Blaisdell (2019, 195) puolestaan totesivat, ettei energijuomalla ollut merkitystä eliittipelaajien kognitiiviseen tai fyysiseen suorituskykyyn.

Jatkotutkimuksen näkökulmasta e-urheilu on hyvin hedelmällinen aihe, koska sen piirissä tutkimusta on ehditty tehdä ja julkaista vasta vähän. Lajin suosion nousu näkyyneen kuitenkin tulevina vuosina tutkimusjulkaisujen määrän kasvuna. Opinnäytetyön aiheeseen liittyen jatkotutkimustarpeita nousi esiin runsaasti. Urheilun piirissä tutkimusta reaktioajasta ja silmä-käsikoordinaatiosta on tehty paljon, mutta sen siirrettävyyttä e-urheiluun on tarkasteltu vain vähän. Tutkimusta kaivattaisiin lisää harjoittelusta sekä menetelmistä, joilla e-urheilijoiden suorituskykyä ja kehitystä voidaan parhaiten seurata. Tutkimusta tarvittaisiin lisää harjoitusmenetelmien toimivuudesta, harjoittelun vaikuttavuudesta ja harjoitteluvasteen siirtymisestä pelisuorituksiin. Lisäksi eri genrejä pelaavien e-urheilijoiden lajivaatimusten kartoittaminen ja niiden harjoittelulle ja testaukselle asettamat vaatimukset toisivat lisäarvoa e-urheilijoiden kanssa työskenteleville.

Lähteet

Ammattipelaaminen. 2020. SEUL. Viitattu 20.5.2021. <https://seul.fi/e-urheilu/ammattipelaaminen/>

Bavelier, D. & Green, C. S. 2019. Enhancing attentional Control: Lessons from action video games. *Neuron* (Cambridge, Mass.), 104, 1, 147–163. Viitattu 20.10.2021. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.09.031>

Benoit, J. J., Roudaia, E., Johnson, T., Love, T., & Faubert, J. 2020. The neuropsychological profile of professional action video game players. *PeerJ*. Viitattu 14.6.2021. doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.jamk.fi:2048/10.7717/peerj.10211>

Bickmann, P., Wechsler, K., Rudolf, K., Tholl, C., Froboese, I. & Grieben, C. 2021. Comparison of Reaction Time Between eSports Players of Different Genres and Sportsmen. *International Journal of eSports Research*. 1. 1–16. Viitattu 14.6.2021. https://www.researchgate.net/publication/351247177_Comparison_of_Reaction_Time_Between_eSports_Players_of_Different_Genres_and_Sportsmen

Chen, W., Wu, S. K., Song, T., Chou, K., Wang, K., Chang, Y. & Goodbourn, P. T. 2017. Perceptual and Motor Performance of Combat-Sport Athletes Differs According to Specific Demands of the Discipline. *Perceptual and motor skills*, 124, 1, 293–313. Viitattu 10.3.2022. <https://janet.finna.fi/>, Sage Journals

Dye, M., Green, C. & Bavelier, D. 2009a. The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47, 8–9, 1780–1789. Viitattu 20.10.2021. <https://janet.finna.fi/>, Elsevier Science Direct.

Dye, M. W., Green, C. S. & Bavelier, D. 2009b. Increasing speed of processing with action video games. *Current directions in psychological science: a journal of the American Psychological Society*, 18, 6, 321–326. Viitattu 23.10.2021. <https://janet.finna.fi/>, Sage Journals.

Eckner, J. T., Richardson, J. K., Kim, H., Joshi, M. S., Oh, Y. K., & Ashton-Miller, J. A. 2015. Reliability and Criterion Validity of a Novel Clinical Test of Simple and Complex Reaction Time in Athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 120, 3, 841–859. Viitattu 7.3.2022. <https://janet.finna.fi/>, Sage Journals

Ellison, P., Kearney, P., Sparks, S., Murphy, P. & Marchant, D. 2018. Further evidence against eye–hand coordination as a general ability. *International journal of sports science & coaching*, 13, 5, 687–693. Viitattu 3.3.2022. <https://janet.finna.fi/>, Sage Journals.

Giboin, L-S., Reunis, T., & Gruber, M. 2021. Corticospinal properties are associated with sensorimotor performance in action video game players. *NeuroImage*, 226. Viitattu 14.6.2021. https://www.researchgate.net/publication/346037837_Corticospinal_properties_are_associated_with_sensorimotor_performance_in_action_video_game_players

Gorbet, D. J., & Sergio, L. E. 2018. Move faster, think later: Women who play action video games have quicker visually-guided responses with later onset visuomotor-related brain activity. *PLoS One*, 13, 1. Viitattu 8.3.2022. <https://janet.finna.fi/>, ProQuest Central.

Green C. S. & Bavelier D. 2003. Action video game modifies visual selective attention. *Nature* 423, 6939, 534–537. Viitattu 26.3.2022. <https://doi.org/10.1038/nature01647>

Harrastepelaaminen. 2019. SEUL. Viitattu 20.5.2021. <https://seul.fi/e-urheilu/harrastepelaaminen/>

Hilvoorde, I. V. & Pot, N. 2016. Embodiment and fundamental motor skills in eSports. *Sport Ethics and Philosophy* 10, 1, 1–14. Viitattu 14.6.2021 https://www.researchgate.net/publication/301774466_Embodiment_and_fundamental_motor_skills_in_eSports

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2013. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Viitattu 20.4.2021. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Kang, J. O., Kang, K. D., Lee, J. W., Nam, J. J. & Han, D. H. (2020). Comparison of psychological and cognitive characteristics between professional internet game players and professional baseball players. *International journal of environmental research and public health*, 17, 13, 4797. Viitattu 24.10.2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134797>

Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.

Kinnunen, J., Lilja, P., & Mäyrä, F. 2018. Pelaajabarometri 2018. Monipuolistuva mobiilipelaaminen. *Trim research reports* 28. Tampereen yliopisto. Viitattu 20.5.2021. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-0870-4>

Kinnunen, J., Taskinen, K. & Mäyrä, F. 2020. Pelaajabarometri 2020. Pelaamista koronan aikaan. *Trim research reports* 29. Tampereen yliopisto. Viitattu 24.4.2022. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1786-7>

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Vastapaino.

Lehtiö, L. & Johansson, E. Järjestelmällinen tiedonhaku hoitotieteessä. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

Lemetti, T. & Ylönen, M. 2016. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusartikkelien arviointi. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

Li, R. 2016. Good Luck Have Fun - The rise of esports. New York: Skyhorse publishing.

Li L, Chen R & Chen J. 2016. Playing Action Video Games Improves Visuomotor Control. Psychological Science. 27, 8, 1092–1108. Viitattu 6.3.2022. <https://janet.finna.fi/>, Sage Journals.

Luu, A., Winans, A., Suniga, R. & Motz, V. 2021. Reaction Times for Esport Competitors and Traditional Physical Athletes are Faster than Noncompetitive Peers. The Ohio Journal of Science. 121. 15–20. Viitattu 14.6.2021.

<https://www.researchgate.net/publication/350852240> Reaction Times for Esport Competitors and Traditional Physical Athletes are Faster than Noncompetitive Peers

McMorris, T. 2014. Acquisition and performance of sports skills. 2.painos. Wiley.

Mitä on e-urheilu? 2019. Suomen elektronisen urheilun liitto, SEUL. Viitattu 10.4.2021. <https://seul.fi/mita-on-e-urheilu/>

Nagorsky E. & Wiemeyer J. 2020. The structure of performance and training in esports. PLoS ONE 15, 8. Viitattu 14.6.2021 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237584>

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

Palau, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera R., & Redolar-Ripoll, D. 2017. Neural basis for video gaming: A Systematic Review. Frontiers in human neuroscience, 11, 2017. Viitattu 24.4.2021. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>

Pluss, M. A., Novak, A. R., Bennett, K. J., Panchuk, D., Coutts, A. J., & Fransen, J. 2020. Perceptual-motor abilities underlying expertise in esports. *Journal of Expertise*, 3, 2, 133–143. Viitattu 14.6.2021. https://journalofexpertise.org/articles/volume3_issue2/JoE_3_2_Pluss_etal.pdf

Puolustusvoimien urheilukoulu. 2019. SEUL. Viitattu 20.5.2021. <https://seul.fi/yhteiso/puolustusvoimien-urheilukoulu/>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Viitattu 25.4.2021. https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Salosaari, V. & Kajander-Unkuri, S. 2016. Integroitu kirjallisuuskatsaus. Teoksessa *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

Schmidt, R. A. & Lee, T. D. 2011. *Motor control and learning. A behavioral emphasis*. 5.painos. Human kinetics.

Suhonen, R., Axelin, A. & Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

TENK. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki. Viitattu 13.4.2022. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Thomas, C. J., Rothschild, J., Earnest, C. P. & Blaisdell, A. 2019. The Effects of Energy Drink Consumption on Cognitive and Physical Performance in Elite League of Legends Players. *Sports* 7, 9, 196. Viitattu 31.3.2022. https://www.researchgate.net/publication/335335747_The_Effects_of_Energy_Drink_Consumption_on_Cognitive_and_Physical_Performance_in_Elite_League_of_Legends_Players

Toth, A. J., Ramsbottom, N., Constantin, C., Milliet, A., & Campbell, M. J. 2021. The effect of expertise, training and neurostimulation on sensory-motor skill in Esports. *Computers in Human Behavior*, 121. Viitattu 14.6.2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221001059>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.

Valkeapää, K. 2016. Tutkimusaineiston valinta systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. M. Stolt, A. Axelin & R. Suhonen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja ja raportteja. Turun yliopisto.

Williams, A.M., Davids, K. & Williams, J.G. 1999. Visual Perception & Action in Sport. Lontoo: Spon.

Zhuang, W., Yin, K., Zi, Y. & Liu, Y. 2020. Non-Invasive Brain Stimulation: Augmenting the Training and Performance Potential in Esports Players. Brain sciences, 10, 7, 454. Viitattu 3.4.2022.

https://www.researchgate.net/publication/342964940_Non-Invasive_Brain_Stimulation_Augmenting_the_Training_and_Performance_Potential_in_Esports_Players

Liitteet

Liite 1. Aineiston analyysi

Tutkimus	Kuvaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Benoit ym.	“This test requires participants to pick up small meta pegs that have a key on one end and insert them into randomly oriented slots on the board by rotating the pegs into the correct position.”	Grooved pegboard test Näppäryystesti Fyysisten kappaleiden manipulointi	silmä-käsikoordinaatio	Silmä-käsikoordinaation mittaaminen	Mittaaminen
Bickman ym.	“The stimulus for the simple visual reaction test was a black dot that was presented on the screen. When the dot switched its color to yellow, participants had to push the reaction key.” “The stimulus for the choice reaction test was a yellow and a red dot or a yellow dot and an auditory stimulus, which were both presented simultaneously. No response was allowed for any other combination”	Color cue – värienvaihtotesti Napin painallus ärsykkeen ilmetessä Reaktio määriteltyihin ärsykeyhdistelmiin	Yksinkertaisen reaktioaika Valintareaktioaika	Yksinkertaisen reaktioajan mittaaminen Valintareaktioajan mittaaminen	Mittaaminen
Giboin ym.	“The keyboard typing test consisted in typing as fast and accurately as possible a short random text. The number of words per minute and the typing accuracy were used to score this test.” “The targets appeared at random position on the screen, first big and then got smaller until they disappeared after 3s. The participants were instructed to click every target before it disappeared. Over time the targets appeared at more frequent time intervals and the attempt ended if three targets in a row disappeared without the participant being able to click on one of them.”	Keyboard typing test Havainnon toisintaminen Nopeus-tarkkuussuoritus Bigger then smaller (Harjoitusohjelmisto) Visuomotorinen tarkkuus Kohteen hakeminen ja klikkaus Kohteiden järjestyksen valinta	Silmä-käsikoordinaatio silmä-käsikoordinaatio ja valintareaktioaika	Silmä-käsikoordinaation mittaaminen Silmä-käsikoordinaation ja reaktioajan mittaaminen	Mittaaminen

	<p>“—only one target was present at a given time on the screen. The participant was instructed to point and click the target as fast as possible. Each target appeared for 0.45 s and every 0.45 s a new target appeared at a random position on the screen.”</p> <p>“A black target was presented always in the middle of the screen. The participants were instructed to perform a mouse click as fast as possible when the target color changed from black to red (no accuracy was required for this test).”</p>	<p>Reflex -test (Harjoitusohjelmisto) Kohteen hakeminen ja klikkaus Visuomotorinen tarkkuus</p> <p>Color cue – värinvaihtotesti Napin painaminen ärsykkeeseen ilmetessä</p>	<p>silmä-käsikoordinaatio ja yksinkertainen reaktio-aika</p> <p>Yksinkertainen reaktio-aika</p>	<p>Silmä-käsikoordinaation ja reaktioajan mittaaminen</p> <p>Reaktioajan mittaaminen</p>	
Luu ym.	<p>“—participants looked at a computer screen and clicked the computer mouse as fast as he could when the screen switched from red to green.”</p> <p>“—the participant placed his dominant arm on the table with their hand over the edge of the table in an open “c” position; the meter stick was held at the midpoint between his thumb and fingertips. As soon as the researcher (sitting opposite to the participant) dropped the ruler, the participant grabbed the meter stick. The vertical distance that the meter stick travelled in centimeters was recorded, then converted into RT (ms) based on the acceleration due to gravity of a free falling object—”</p>	<p>color cue – värinvaihtotesti Napin painaminen ärsykkeeseen ilmetessä</p> <p>Ruler drop -testi Fyysisen kappaleen kiinniotto reaktio-ärsykkeeseen</p>	<p>Yksinkertainen reaktio-aika</p> <p>Yksinkertainen reaktio-aika</p>	<p>Reaktioajan mittaaminen</p>	Mittaaminen
Pluss ym.	<p>“Participants received instructions on how to perform the task (i.e., insert the pegs, matching the groove of the peg with the groove of the hole, filling the rows in a given direction as quickly as possible without skipping any slots).”</p> <p>“Click back and forth between the targets as quickly and accurately as possible for a total of 10 seconds.”</p> <p>“Simple, two-choice and four-choice response times with a go/no-go assessment that used congruent</p>	<p>Grooved pegboard näppäryystesti Fyysisten kappaleiden manipulointi</p> <p>Fittsin tehtävä näköohjaukseen perustuva yläraajan nopeus/tarkkuustehtävä</p> <p>Color cue – värinvaihtotesti 1, 2 tai 4 vaihtoehtoa</p>	<p>Silmä-käsikoordinaatio</p> <p>Silmä-käsikoordinaatio</p> <p>Yksinkertaisen reaktio-aika</p>	<p>Silmä-käsikoordinaation mittaaminen</p> <p>Reaktioajan mittaaminen</p>	Mittaaminen

	and incongruent precues in a four-choice response time task were assessed using a customized, four button controller. – Participants received standardized instructions on how to perform the task (i.e. press the button that corresponds with the stimulus as quickly as possible).	Oikean vasteen yhdistäminen oikeaan ärsykkeeseen painamalla nappia Visuaalisten vihjeiden hyödyntäminen	Valintareaktioaika		
Toth ym.	<p>“–CS:GO flick test software—participants were instructed to use their mouse to control their avatar, positioned in the middle of a shooting arena –to shoot and eliminate each of 45 enemy targets as quickly and accurately as possible. During each trial (target presentation) participants began by centering their crosshair over the ball presented at one end of the shooting arena. – caused it to change color and initiated a random timer lasting between 1 and 2 s, after which a target appeared in the participants field of view. –targets were destroyed after two shots to the chest or one to the head.”</p> <p>“Participants trained using the CS:GO Flick Training Software for 5 consecutive days. – During training, participants were instructed to control their avatar, positioned in the middle of a shooting arena and armed with the same weapon used in the test software, to quickly and accurately destroy as many targets in 10 min as they could. All targets could only be destroyed by a shot to the head and every time a target was destroyed, a new immediately appeared in a random location –.”</p>	<p>Pelinomainen testiohjelmisto Yksittäinen satunnaisesti ilmestyvä ärsyke Määritellyt tavoitteet tarkkuudelle</p> <p>Pelinomainen harjoitusohjelmisto Nopeustavoite Tarkkuustavoite</p>	<p>Yksinkertainen reaktioaika</p> <p>Silmä-käsikoordinaatio</p>	<p>Reaktioajan mittaaminen</p> <p>Silmä-käsikoordinaation mittaaminen</p> <p>Reaktioajan harjoittaminen</p> <p>Silmä-käsikoordinaation harjoittaminen</p>	<p>Mittaaminen</p> <p>Harjoittaminen</p>