

Ranteen ojentaja- ja koukistajalihas- ten EMG-aktiivisuus e-urheilijalla pe- laamisen aikana

Tuomo Turunen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Turunen, Tuomo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2018
	Sivumäärä 34	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten EMG-aktiivisuus e-urheilijalla pelaamisen aikana		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Helminen Eeva, Natunen Pekka		
Toimeksiantaja(t) -		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Elektroninen urheilu on noussut viime vuosien aikana suosituksi kilpailulajiksi maailmalla. Lajin yleistyvyyden ja kehittymisen myötä se on saanut paljon huomiota mediassa ja monet isot kansainväliset yritykset ovat alkaneet sijoittamaan ja tukemaan lajia entisestään. E-urheilua on alettu vertailemaan perinteisen urheilun kanssa ja sen seurauksena e-urheilu on ottamassa paikkaa myös perinteisessä neljän vuoden välein järjestettävissä Olympialaisissa. Tutkimuksia e-urheiluun liittyen on tehty vähän. Tutkimukset ovat keskittyneet pitkälti e-urheilun ja perinteisen urheilun vertailuun sekä yleisesti teknologian avulla tapahtuvan pelaamisen hyödyntämiseen nuorisotyössä.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää elektronisen urheilijan eli pelaajan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten EMG-aktiivisuutta pelaamisen aikana ja tuottaa täten uutta tietoa lajin parissa työskenteleville. Tavoitteena on mitata kolmen pelaajan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköistä lihasaktivaatiota intensiivisen pelaamisen aikana ja havainnoida myös, millaisia lihasryhmäkohtaisia puolieroja toiminnan aikana esiintyy. Kartoittava tutkimus toteutettiin yhteistyössä EMG-hihan kehittäjän Myontec Oy:n sekä Suomen elektronisen urheilun liiton muodostaman Counter-Strike -maajoukkueen kanssa. Tulosten analysointi tapahtui määrällisin menetelmin analysoimalla lihaksen sähköistä toimintaa Muscle monitor -ohjelman avulla ja saattamalla tulokset tilastollisesti käsiteltävään muotoon.</p> <p>Tuloksissa selvitettiin sähköisen lihasaktivaation keskiarvoa ja keskihajontaa sekä lihasryhmäkohtaista puolieroja. Tutkimuksessa jokaisella pelaajalla havaittiin selkeä ero ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten aktiivisuudessa, joka mahdollisesti voi vaikuttaa tyypillisten e-urheilijan rasitusvammojen syntyyn. Aikaisempia viitearvoja EMG:stä ei ole, joten johtopäätökset EMG:n keskiarvoaktivaatiosta eivät ole mielekkäitä.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat) Elektroninen urheilu, e-urheilija, ranteen ojentaja- ja koukistajalihakset, elektromyografia, EMG, sähköinen lihasaktivaatio</p>		
Muut tiedot		

Author(s) Turunen, Tuomo	Type of publication Bachelor's thesis	Date Marraskuu 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 34	Permission for web publication: x
Title of publication The EMG-activity in the wrist's flexor and extensor muscles with eSport players during playing		
Degree programme Degree programme in Physiotherapy		
Supervisor(s) Helminen Eeva, Natunen Pekka		
Assigned by -		
<p>Electronic sports (eSports) have recently developed into a popular competitive sports genre on a global level. As eSports have become more generally accepted, and as they have developed, they have received plenty of media attention, and many large international corporations have started to invest in and support the sport. E-sports are now starting to be compared with traditional sports, and as a result, they are staking a claim for a place in the traditional Olympics organized every four years. Research on eSports has so far been scant. The studies have concentrated largely on comparing eSports to traditional sports as well as on generally utilizing technologically aided playing in youth work.</p> <p>The purpose of the thesis was to study the EMG-activity in an eSports athlete's (henceforth: player) wrist's extensor and flexor muscles during playing, and thus, to produce new information for those who work in the field. The aim was to measure the wrist's extensor and flexor muscle's EMG activation during intense playing and observe what kinds of muscle group specific differences appeared during the activity. This descriptive study was carried out in cooperation with the developer of the EMG-sleeve, Myontec Oy, as well as the Counter-Strike-national team, formed by the federation of Finnish eS-ports. The analysis of the results was conducted using quantitative methods that included analysing the electronic activity in the muscles using a program called Muscle monitor and by modifying the data into a statistically manageable form.</p> <p>The results focused on the average and standard deviation of electronic muscle activation. The study found a clear difference in the activity of the wrist's extensor and flexor muscles in all of the players, which could potentially subject the player to typical repetitive strain injuries. There are no previous reference figures for the EMG, so that conclusions drawn from the average activation are not necessarily meaningful.</p>		
Keywords/tags (subjects) Electronic sports, eSports, eSports athlete, player, the wrist's flexor and extensor muscles, EMG, electromyography		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Mitä on elektroninen urheilu?	4
3	E-urheilijan määrittely	6
	3.1 Peliasento ja peliergonomia	7
	3.2 E-urheilijan yleisimmät rasitusvammat	8
4	Lihasten rakenne ja toiminta	9
	4.1 Luuranko- eli luustolihas	10
	4.2 Tutkimuksessa tarkasteltavat lihakset	11
5	Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta	11
	5.1 Hermo-lihasliitos	13
	5.2 Lihassupistus ja motorinen yksikkö	14
6	Elektromyografia – EMG	15
	6.1 Elektromyografian fysiologinen tausta	16
	6.2 Elektromyografian mittaaminen	17
7	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	18
8	Opinnäytetyön toteutus ja eteneminen	19
	8.1 Tutkimusmenetelmä	19
	8.2 Kohderyhmä ja mittausten toteuttaminen	20
	8.3 Yritysyhteistyö	21
	8.4 Aineiston hankinta	21
	8.5 Aineiston analysointi	22
9	Tulokset	24
	9.1 EMG-aktiivisuus pelaamisen aikana	24
10	Pohdinta	28
	10.1 Reliaabelius ja validius	30
	Lähteet	32
	Liitteet	34
	Kuvat	

Kuva 1. Lihaskudoksen yhteisen ominaisuudet	9
Kuva 2. Hierarkkinen malli lihassolun neuraalisesta ohjauksesta.....	12
Kuva 3. Elektromyografian periaate. (Kauranen 2014, 260).....	17
Kuva 4. Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	19
Kuva 5. Pelaajan 1. EMG:n käyttäytyminen.	24
Kuva 6. Pelaajan 2. EMG:n käyttäytyminen.	25
Kuva 7. Pelaajan 3. EMG:n käyttäytyminen.	25

Taulukot

Taulukko 1. Motoristen yksiköiden luokittelu (Lieber 1992)	15
Taulukko 2. Tutkimushenkilöiden ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten EMG:n minimi- huippu- ja keskiarvot sekä keskihajonnat mikrovoltteina (μV).	26
Taulukko 3. Tutkimushenkilöiden ranteen ojentaja- (RE) ja koukistajalihasten (RF) aktivaatiot kokonaisaktivaatiosta prosentteina ilmaistuna.	28

1 Johdanto

Osa heistä tienaa miljoonia Yhdysvaltain dollareita vuodessa istumalla tietokoneen äärellä useita tunteja päivässä. Sormet liikkuvat kuin kitaravirtuoosilla ja katse pysyy tiukasti koneen ruudulla. Heillä tarkoitetaan e-urheilijoita eli elektronisen urheilun ammattipelaajia.

Elektronisesta urheilusta eli e-urheilusta (engl. electronic sports/eSports) on tullut yhä useammalle nuorelle vakituinen ammatti tai työ. E-urheilua seurataan maailmanlaajuisesti yhä enemmän ja enemmän. E-urheilun suosioista kertoo vuoden 2017 Intel Extreme Masters World Championship -tapahtuma, joka keräsi yli 46 miljoonaa online -katsojaa ympäri maailman. Hyvän vertauskuvan e-urheilun suuruudelle antaa se, että Yhdysvaltojen nykyisen presidentin virkaanastujaisia seurasi 10 miljoonaa ihmistä vähemmän, kuin e-urheilun suurturnausta. (Forbes.com 2017.)

E-urheilun kentällä liikkuu myös valtavat määrät rahaa ja se on muodostunutkin isoksi bisnekseksi eri alojen yritysten keskuudessa. Vuoden 2017 aikana markkinat liikkuvat jo lähes 700 miljoonassa dollarissa ja arviot osoittavat, että vuoteen 2020 mennessä tulot kasvavat lähes 1,5 biljoonaan dollariin. (Newzoo.com 2017.) E-urheilijat saavat osansa pelimaailman sisällä liikkuvasta rahasta, sillä turnausten palkintopotit kasvavat vuosi vuodelta suuremmiksi. Jo vuonna 2014 järjestettävässä The International Tournament -tapahtumassa palkintopotti ylsi yli 10 miljoonan dollarin, ja kasvu on ollut hurjaa vuosittain. Tämän vuoden samaisessa tapahtumassa palkintorahaa jaettiin joukkueiden ja pelaajien kesken jo yli 25 miljoonaa dollaria. Myös suomalaiset pelaajat ovat päässeet käsiksi valtaviin palkintorahoihin, sillä 3 pelaajaa ovat ylittäneet yli miljoonan dollarin ansioihin uransa aikana. (Esportearnings.com 2018.) Elektronisen urheilun kasvulle ei näy loppua alati kehittyvän teknologian myötä, sillä uusia mahdollisuuksia kilpailla ja pelata erilaisten videopelien avulla syntyy jatkuvasti.

Opinnäytetyön aihe syntyi omasta mielenkiinnosta elektronisen urheilun nopeaan kasvuun ja sen tuomiin mahdollisuuksiin ja ongelmiin. Ongelmilla tarkoitan lajin harrastamisen eli pelaamisen tuomia fyysisiä vammoja tai haittoja, jotka estävät aktiivisen pelaamisen. Vaikka e-urheilu on ollut useita vuosia ajankohtainen aihe Suomessa ja maailmalla, niin siitä ei tiettävästi ole tehty aikaisempia tutkimuksia liittyen

pelaajien terveyteen, suorituskykyyn tai vammoihin. Aikaisemmin ilmestyneissä tutkimuksissa, artikkeleissa ja opinnäytetöissä on selvitetty mm. e-urheilua käsitteenä (Hamari & Sjöblom 2017.), sen hyödyntämistä nuorisotyössä (Litmanen & Karttunen 2017.), vaikutusta lasten ja nuorten hyvinvointiin (Kivikoski 2016.) sekä verrattu perinteisen ja elektronisen urheilun eroja. (Lievetmursu 2018.)

Opinnäytetyö toteutetaan kartoittavana tutkimuksena, jonka tarkoituksena on tuottaa uutta tietoa pelaamisen aikaisesta ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten EMG-aktiivisuudesta elektronisen urheilun pelaajille, valmentajille ja kaikille lajin parissa työskenteleville ja siitä kiinnostuneille. Tavoitteena on mitata huipputason elektronisen urheilijan hiirikäden lihasten sähköistä aktiiviteettia intensiivisen pelaamisen aikana. Tavoitteena on myös tarkastella kynnärvarren lihaksiin lukeutuvien ranteen ja sormien ojentaja- sekä koukistajalihasten välisiä eroja lihasaktivaation määrässä eli kumpi lihasryhmä on dominoivampi 30 minuutin pelijakson aikana. Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä tutkimuksessa käytettävän mittalaitteen kehittäjän, Myontec Oy:n sekä Suomen Elektronisen Urheilun Liiton, SEUL Ry:n ylläpitämän Counter-Strike: Global Offensive -maajoukkueen kanssa.

2 Mitä on elektroninen urheilu?

Elektroninen urheilu (eng. electronic sports, E-sports tai eSports) eli e-urheilu on lyhyesti ilmaistuna pelaamista ja kilpailemista tietotekniikan, tavallisesti tietokoneiden ja pelikonsoleiden avulla (Seul.fi). Ek-urheilu vaatii pelaajalta paljon erilaisia taitoja pärjätäkseen lajissa. Pelaajan on oltava fyysisesti hyvässä kunnossa, oltava mentaalisesti tarpeeksi vahva pärjätäkseen kilpailutilanteissa sekä omattava hyvät vuorovaiikutustaidot, kuten joukkueurheilussa yleensä.

Käsitteenä e-urheilu on melko uusi, mutta ilmiönä se on tunnettu jo useita kymmeniä vuosia, varsinkin ulkomailla. Michael G. Wagner (2006) kertoo kirjoittamassaan artikkelissaan "On the Scientific Relevance of eSports" lyhyesti lajin historiasta ja sen synnystä. Tiettävästi ensimmäiset kilpapeliamiseen viittaavat pelaajat, joukkueet ja turnaukset syntyivät 1990-luvun alkupuolella, kun "first person shooting (FPS) -peli "Doom" julkaistiin tietokoneelle. (Wagner, M.G 2006.) Doom-pelin julkaisemista voidaan pitää nykymuotoisen elektronisen urheilun syntynä, mutta ensimmäiset viitteet

digitaalisesta kilpapelaaamisesta löytyvät jo 1950-luvulta, kun shakin peluuta alettiin digitalisoimaan. (Seul.fi.) Vuonna 1997 julkaistiin kaksi muuta kilpapelaaamisen historian suurpeliä, Quake ja Counter-Strike, joista jälkimmäinen on kehittynyt yhdeksi suosituimmaksi peliksi elektronisen urheilun saralla.

Lajin kehitys on ollut reilussa 20 vuodessa huimaa, sillä tänä päivänä elektronista urheilua voi harrastaa myös älypuhelimilla tai virtuaalilasein kauko-ohjattavalla lennolla eli dronella (Takala 2017). Teknologian avulla tapahtuvaa kilpapelaaamista on viime vuosina alettu vertailemaan myös perinteisen kilpaurheilun kanssa. Monet perinteisen urheilulajin edustajat ja taustahenkilöt eivät katso elektronisesti tapahtuvaa kilpailemista urheiluksi. Suomalainen hiihtäjälegenda Sami Jauhojärvi pohti Suomen Urheilugaalan 2018 etkoilla perinteisen urheilun ja e-urheilun rajaa päätyen toteamaan, että ”fyysisen kunto ei minun ymmärryksen mukaan istumalla nouse.” Kuitenkin samaisessa urheilugaalassa Suomen menestyneimmän elektronisen urheilijan Lasse Urpalaisen suurvoitto DOTA2-nimisessä pelissä nostettiin ehdolle vuoden sykkädyttävien urheilutekojen joukkoon. (Yle.fi.) Maailmalla E-urheilua on ehdotettu jo osaksi perinteisiä olympiakisoja vuoden 2024 Pariisin olympialaisiin ja Aasiassa se on jo päätetty ottaa yhdeksi lajiksi vuoden 2022 Aasian moniurheilukisoihin (engl. The Asian Games) muiden perinteisten lajien joukkoon. The Asian Games on kansainvälisen olympiakomitean mukaan toiseksi suurin moniurheilutapahtuma heti Olympialaisten jälkeen. (Guardian.com.)

Vaikka kaikki eivät miellä elektronista urheilua urheiluksi, silti elektronisen urheilun huipuilta vaaditaan paljon samoja ominaisuuksia, kuin perinteisen urheilun ammattilaisilta. Collan (2017 5-7) vertailee opinnäytetyössään perinteistä urheilua ja e-urheilua sekä selvittää perinteisen urheilun määritelmän Jennyn ym. (2016) artikkelin mukaan. Lajin tulee täyttää seitsemän eri kriteeriä, jotta sitä voidaan kutsua urheiluksi. Jennyn ym. (2016) mukaan fyysisyys, taito, säännöt, kilpailullisuus, leikki, tunnettuus ja institutionaallisuus määrittävät urheilun. (Collan 2017, 5-7.) Elektroniselle urheilulle ei ole vielä selkeää määritelmää, mutta laji täyttää Jennyn seitsemän kriteerin määritelmän, joskin e-urheilun fyysisyydestä käydään keskustelua vielä pitkäänkin. Parry (2018) kertoo artikkelissaan ”E-sports are Not Sports” selkeästi oman kantansa tässä keskustelussa. Hänen mukaansa e-urheilijat eivät täytä läheskään fyysisen kriteerin vaatimuksia ja täten e-urheilua ei voi kutsua urheiluksi. (Parry, 2018.) Pitää

muistaa, että fyysisyys ei kuitenkaan tarkoita pelaamisen aikaista hien erityksen määrää, vaan voi olla myös nopeutta ja reaktiokykyä vaativaa toimintaa. Muuten elektronisen urheilun sisältämät elementit täyttyvät varmasti, sillä pelaajilta vaaditaan paljon erilaisia taitoja, kilpailuissa on tarkat säännöt ja Suomessa toimii myös elektronisen urheilun lajiliitto, Suomen elektronisen urheilun liitto. (Seul Ry.)

Karin ja Karhulahden (2016) tutkimuksessa selvitettiin tiettävästi ensimmäistä kertaa huipputasoisen e-urheilijoiden harjoittelua fyysisestä näkökulmasta. Tutkimus osoitti huippujen harjoittelevan 5,5 tuntia vuoden jokaisena päivänä, joista fyysistä harjoittelua oli noin tunti päivässä. (Kari & Karhulahti 2016.) Vertailua tulee varmasti tapahtumaan myös tulevaisuudessa perinteisen ja elektronisen urheilun välillä, mutta e-urheilun kasvua ei voi pysäyttää tämän päivän alati teknologisoituvassa yhteiskunnassa.

Tietokoneella pelattavan e-urheilun sisällä pelityyppiä eli genrejä on erilaisia, joista yleisimpiä ovat em. FPS (eng. first person shooting), MOBA (eng. Multiplayer Online Battle Arena) sekä RTS (eng. real-time strategy), mutta myös muita pelityyppiä löytyy (Seul.fi). Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan FPS-genreen lukeutuvan, Counter-Strike: Global Offensive -pelin (CS:GO) pelaajien ranteen ojentaja- ja koukistajalihas-ten sähköistä aktiivisuutta maajoukkueleirityksen yhteydessä tapahtuvan pelaamisen aikana.

Lyhyesti kuvailtuna CS:GO on tietokoneella tai pelikonsolilla pelattava taktinen ensimmäisen persoonan ammuntopeli (FPS), jossa pelaajat muodostavat kaksi joukkuetta. Joukkueet kilpailevat keskenään tavoitteena erilaisten tavoitteiden suorittaminen ja vastustajan tappaminen.

3 E-urheilijan määrittely

E-urheilijalle ei vielä löydy selkeää määritelmää kirjallisuudessa tai mediassa. Elektronisessa urheilussa puhutaan usein pelaajista (eng. players), mutta mediassa ja e-urheilun kasvun myötä pelaajista ollaan alettu käyttää nimitystä e-urheilija. Suomen elektronisen urheilun liiton varapuheenjohtajana toimiva Otto Takala määrittelee e-urheilijan seuraavasti: *”E-urheilijaksi voidaan kutsua pelaajaa, joka pelaa, harjoittelee ja kilpailee tavoitteellisesti, jonkin elektronisen urheilun parissa”*. Kuitenkin yhä

useampi ihminen harjoittelee ja pelaa tavoitteellisesti e-urheilun parissa ja monet ovat saaneet lajista itselleen työn. Ammatikseen pelaavia pelaajia voitaneen siis pitää e-urheilun ammattilaisena. Aivan suoraa määritelmää ei kuitenkaan pelkästään pelaamisesta saatavan palkan tai palkkioiden avulla voida tehdä. *”Suomessa myös muissa ns. perinteisissä urheilulajeissa, kuten yleisurheilussa on ihmisiä, jotka eivät saa taloudellista hyötyä urheilemisesta, mutta heitä voidaan silti pitää yleisurheilijoina”* Takala jatkaa.

Urheilupsykologi Mia Stellberg on toiminut viime vuosien aikana paljon e-urheilijoiden parissa mm. tanskalaisen Counter-Strike: Global Offensive -joukkueen organisaatiossa. Hän on myös valmentanut lukuisia urheilijoita maailmanlaajuisesti. Radio Rock:n haastattelussa (2017) Stellberg toteaa, että e-urheilijan harjoittelumäärä ja motivaatio käy yksi yhteen ns. perinteisen urheilijan toiminnan kanssa. (Ruutu.fi.) E-urheilijan määritelmä hakee omaa paikkaansa mediassa, mutta varmaa on, että elektronisen urheilun ammattilaisista kuullaan tulevaisuudessa enenevin määrin.

3.1 Peliasento ja peliergonomia

Optimaalista peliasento Counter-Strike: Global Offensive on vaikea määrittää, sillä jokaisella pelaajalla on omanlaisensa tapa pelata. Peliasentoa e-urheilussa voidaan verrata esimerkiksi jalkapallossa tapahtuvaan potkuun, jossa jalkapalloilija on oppinut tietyn tavan potkaista palloa. Potkussa suoritus voi teknisesti olla hyvinkin erilainen kahden pelaajan välillä, mutta lopputulos sama. E-urheilussa peliasentoja voi olla monia riippuen e-urheilulajista ja sen sisäisistä tekijöistä.

Tässä tutkimuksessa ranteen ojentaja- koukistajalihasten sähköistä aktiiviteettia tutkitaan tietokoneella, näppäimistöllä ja hiirellä pelaavien pelaajien istuma-asennossa. Istuma-asentoa ei voida määrittää vakioksi, sillä jokaisella pelaajalla oma henkilökohtainen peliasento, jossa nivelkulmat vaihtelevat pelaajan peliergonomian mukaisesti. Peliergonomia muodostuu pelaajan pelituolin korkeuden sekä näppäimistön ja hiiren sijainnin mukaisesti.

3.2 E-urheilijan yleisimmät rasitusvammat

E-urheilijan rasitusvammoista ei ole aikaisemmin tehty tutkimuksia, mutta internetissä löytyvistä artikkeleista ja uutisista voidaan löytää yleisimpiä rasitusvammoja, joita pelaajilla esiintyy. Loukkaantumiset ja vammat e-urheilussa ovat tyypillisiä rasitusvammoja, jotka kehittyvät liian yksipuolisen ja pitkäkestoisen toiminnan seurauksena.

Suosittun League of Legends -pelin menestyksekkään joukkueen Team Liquidin pelaajat harjoittelevat yhdessä 8 tuntia päivässä. Yhteisen harjoittelun ulkopuolella pelaajat harjoittelevat myös yksin, jolloin viikossa kertyy 50 tuntia aktiivista pelaamista. Team Liquidin pelaaja Diego "Quas" Ruiz kertoo, että hänen korealaiset joukkuekaverit harjoittelevat 12-14 tuntia päivässä. (Businessinsider.com.) Levi Harrison on Los Angelesissa toimiva ortopedi, joka on erikoistunut urheiluperäisiin yläraajojen, olkapään ja käden alueen vammoihin. Hänen vastaanotollaan käy lukuisia huippu-urheilijoita sekä tänä päivänä myös enenevin määrin e-urheilun harrastajia ja ammattilaisia, jonka ansiosta hän on saanut tittelin "esports-tohtori". Harrison kirjoittaa verkkosivuillaan, että intensiivinen yksipuolinen ja toistuva harjoittelu johtaa terveyden heikkenemiseen ja voi täten lyhentää pelaajan uraa tai lopettaa sen kokonaan. (drleviharrison.com.)

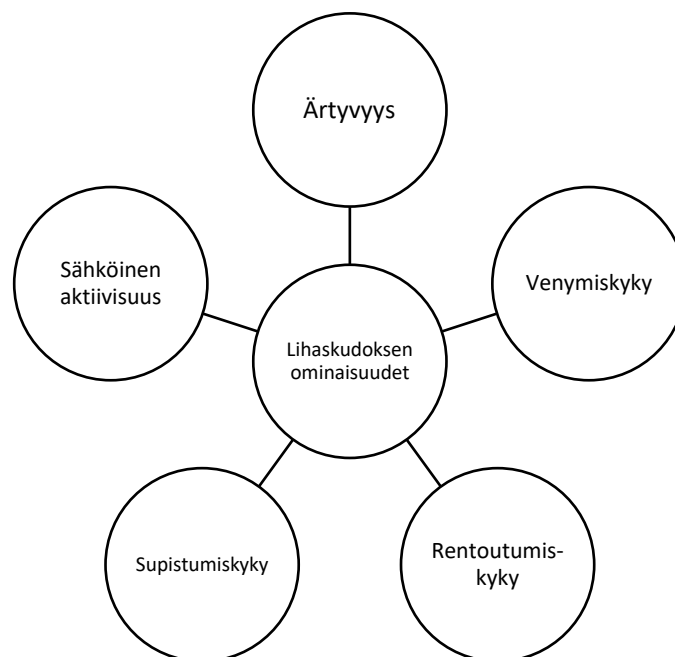
Monet e-urheilun huippupelaajista ovat joutuneet miettimään pelaamisen jatkamista vammojen ilmetessä. Maailman menestyneimpiin DOTA2 -pelaajiin lukeutuva Clinton Loomis kertoo Engadget.com-sivuston haastattelussa (2017) kärsineensä käden rasitusvammasta useita vuosia ennen kuin joutui jäämään tauolle pelaamisesta. Loomisilla oli nimenomaan kiputunteja kyynärvarren lihaksissa pelaamisen aikana estäen pelaamisen lopulta kokonaan. (Engadget.com.) Ilta-Sanomat uutisoi vuonna 2017 esports palstallaan Loomisin tehneen paluun kilpapelaamisen pariin Levi Harrisonin avulla. Harrison painottaa peliasennon ja ergonomian tärkeyttä pelaamisen aikana. (Ilta-Sanomat 2017.)

Harrison kertoo Variety:n haastattelussa, että e-urheilussa on spesifejä vammoja käden, ranteen, kyynärpäähän, selän ja niskan alueilla. Toistuva rasitus tietyillä alueilla aiheuttaa yllirasitusta ja täten voi kehittää rasitusvammoja, kuten tenniskyynärpäätä tai rannekanavaoireyhtymää (karpaalitunnelisyndroomaa). (Variety.com, 2017.)

4 Lihasten rakenne ja toiminta

Lihaksilla on monia elintärkeitä tehtäviä ihmisen elimistössä. Liikkeiden tuottamisen sekä asennon ylläpitämisen lisäksi lihakset osallistuvat myös sisäelimiin tukemiseen ja suojaamiseen, verenvirtauksen tuottamiseen ja säätelyyn, lämmöntuotantoon, ruumiinainkkojen toiminnan säätelyyn sekä esimerkiksi ruoansulatuskanavan aaltomaisen liikkeen (peristaltiikka) tuottamiseen. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakuri, Vierimaa, 2013, 93.)

Lihaskudos jaetaan rakenteellisten ja fysiologisten ominaisuuksien pohjalta kolmeen päätyyppiin: poikkijuovaiseen-, sileään- ja sydänlihaskudokseen, joista tässä opinnäytetyössä keskitytään poikkijuovaiseen tahdonalaiseen lihaskudokseen eli luusto- tai luurankolihaksiin. (Kauranen 2014, 39.) Kaikilla aikaisemmin luetelluilla lihaskudostyypeillä on yhteisiä ominaisuuksia. Kuvassa 1 on esitelty lihaskudostyyppien yhteiset ominaisuudet.



Kuva 1. Lihaskudoksen yhteisen ominaisuudet

Nämä viisi ominaisuutta esiintyy kaikilla lihaskudostyypeillä, mutta kuudes ominaisuus, tahdonalaisuus on lihaskudoksen ominaisuus, joka esiintyy vain osalla lihaskudostyypeistä. Tahdonalaisuus tarkoittaa, että ihminen pystyy tahdonalaisesti ja tietoisesti kontrolloimaan omia liikkeitään. Suurin osa poikkijuovaisesta lihaskudoksesta on tahdonalaisen hermotuksen alaisena. (Kauranen 2014, 40.) Tahdonalaisen liikkeen

suunnittelu alkaa keskushermosto tasolla motorisen aivokuoren eri osissa ja se organisoituu liikkeen toteutuksesta vastaavassa primaarisessa motorisessa aivokuoressa (Mero, Nummela, Kalaja & Häkkinen 2016, 88).

Keskushermoston neuraaliset järjestelmät ovat siis keskeisessä roolissa lihastyön kontrollissa, mutta myös hormonaalisella järjestelmällä ja lihaksista tulevalla sensorisella palautteella on tärkeitä roolit lihastyön kontrollissa (Mero ym. 2016, 88). Opin- näytetyössä paneudutaan tarkemmin keskushermoston neuraalisen järjestelmän kontrolliin hermo-lihasjärjestelmä kappaleessa.

4.1 Luuranko- eli luustolihas

Luustolihasoluista muodostuvat luustolihakset ovat merkittävässä roolissa tuki- ja liikuntaelinten toiminnassa. Luustolihakset koostuvat poikkijuovaisesta lihaskudoksesta ja ne suorittavat ihmisellä hermoston ohjaaman lihassupistuksen ja sen seurauksena tapahtuvan liikkeen. Luustolihas muodostuu yleensä kolmesta osasta, lihaksen lähtökohdan päästä (caput), keskikohdan rungosta (venter) ja kiinnityskohdan hännästä (cauda). (Kauranen 2014, 47.) Lihakset kiinnittyvät yleensä molemmista päistään luuhun jänteen (tendo) välityksellä, jolloin lihaksen supistuessaan ja lyhentyessään synnyttää voiman, joka lähentää lihaksen kiinnityskohtia. Supistuessaan lihakset siis liikuttavat luita ja saavat aikaan haluttuja liikkeitä (Leppäluoto & muut 2013, 105). Mero ja muut (2016, 92) toteavat, että luustolihas on erilaisten sidekudoksisten kalvorakenteiden peitossa, jotka yhdessä jänteen avulla kiinnittyvät luuhun, joka mahdollistaa liike-energian luurangon vipusysteemissä.

Voimantuottoon liikkeissä ja liikkumisessa ihmisellä osallistuu yli 660 luuranko- eli luustolihasta. Luustolihasrakenteesta 75 % on vettä, 20 % proteiineja ja loput epäorgaanisia suoloja, entsyymejä, pigmenttejä, rasvoja ja hiilihydraatteja. Lihaksen rakennetta tarkemmin tarkasteltaessa sarkomeeri on lihassolun toiminnallinen yksikkö, joka sisältää supistuvia proteiineja, myosiini- ja aktiinifilamentteja. Sarkomeeri sisältää myös T-tubulus -järjestelmän, joka toiminnallaan levittää aktiopotentiaalia (hermoimpulsi) solun ulkokerroksista solun sisäosiin. (Mero ym. 2016, 93.)

Toimintansa ja sijaintinsa perusteella lihakset voidaan jakaa eri ryhmiin. Toiminnan perusteella lihakset voidaan jakaa loitontajiin ja lähentäjiin sekä koukistajiin ja

ojentajiin. Raajojen ja pään kierron mahdollistavat lihakset luetaan kiertäjälihaksiin (Leppäluoto ja muut 2013, 105). Tässä opinnäytetyössä tarkasteltavat lihakset lukeutuvat ojentaja- ja koukistajalihaksiin, jotka toimivat saman nivelen osalta vastakkaisissa tehtävissä. Näitä lihaksia kutsutaan vaikuttaja-vastavaikuttaja- eli agonisti-antagonistipareiksi. Esimerkiksi kyynärvarren lihaksiin lukeutuvat ranteen koukistajalihakset supistuessaan koukistavat ranneniveltä ja sen antagonistina toimivat ranteen ojentajalihasten toiminta estyy ja ne veltostuvat samanaikaisesti. (Leppäluoto ym. 2013, 105).

Luustolihaksilla on myös erilaisia muotoja, jotka vaihtelevat niiden lihassyiden järjestyksen mukaisesti. Lihas voi olla muodostunut yhdensuuntaisesti, viuhkamaisesti, spiraalimaisesti, sulkamaisesti tai sukkulamaisesti. (Kauranen 2014, 47.)

4.2 Tutkimuksessa tarkasteltavat lihakset

Kyynärvarsi sisältää 20 eri lihasta, joista tässä tutkimuksessa tarkastellaan ranteen ja sormien ojentaja- sekä koukistajalihaksia eli ranneniveltä liikuttavia lihaksia lihasryhmittäin. Mittauksissa käytettävä EMG-hihassa on integroituja pintaelektrodeja, jotka mittaavat kyynärvarren pinnallisten lihasten sähköistä aktiivisuutta lihasryhmittäin. Lihasryhmät jaetaan tässä tutkimuksessa ranteen ja sormien ojentajalihaksiin sekä koukistajalihaksiin. Tutkimuksessa tarkasteltavat lihakset ja niiden toiminta löytyy liitteenä opinnäytetyön liite osiossa (Liite 1.).

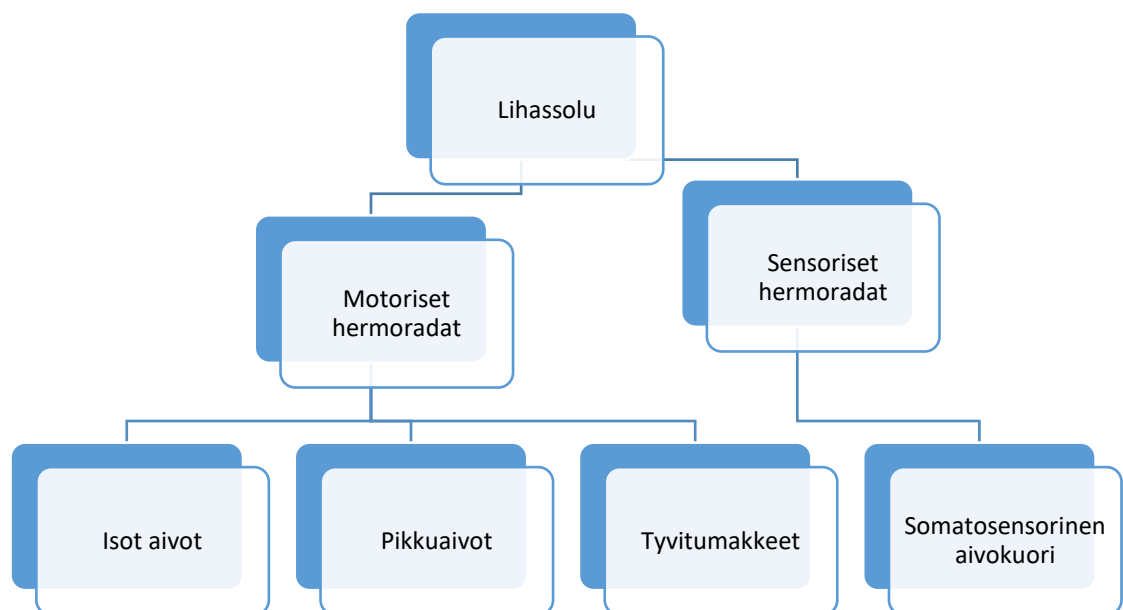
Suurin osa kyynärvarren lihaksista osallistuu ranteen ja sormien liikuttamiseen ja osa kyynärnivelen liikkeisiin. Ranteen ja sormien koukistajat kulkevat kyynärvarressa yleisesti ventraali eli kämmenen puolella, kun taas ojentajat dorsaali eli kämmenselän puolella. Ranteen ja sormien lihakset omaavat vahvat jännetupet, joiden tehtävänä on suojata pitkiä jänteitä sekä parantaa niiden liikkuvuutta. (Leppäluoto ym. 2013, 109,116.)

5 Hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta

Opinnäytetyön aikaisemmassa luvussa todettiin, että keskushermoston neuraaliset järjestelmät osallistuvat ihmisen lihastyön kontrolliin, ja jotta voimme ymmärtää tätä toimintaa on tärkeää tuoda esille keskushermoston rakennetta ja toimintaa.

Ihmisen hermosto koostuu autonomisesta hermostosta ja tahdonalaisesta somaattisesta hermostosta. Autonominen hermosto jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan, joiden tehtävänä on pitää yllä elintoimintojen tasapainoa. Tässä luvussa keskitytään tahdonalaiseen hermostoon, joka on lihastoiminnan kannalta keskeisempi. (Kauranen 2014, 118.)

Somaattinen eli tahdonalainen hermosto jaetaan kahteen osaan, keskushermostoon, johon kuuluvat aivot ja selkäydin sekä selkäydinhermojen muodostamaan ääreishermostoon (Kauranen 2014, 118). Ihmisen toimintakyky perustuu aivojen tehtävään taltioida ja käsitellä aistien avulla saatua informaatiota. Aivon pääosat ovat isot aivot, pikkuaivot ja aivorunko, joka koostuu väliaivoista, keskiaivoista, aivosillasta ja ydinjatkeesta. Isot aivot ovat tärkeimmässä roolissa lihastoiminnan neuraalisessa säätelyssä, sillä sen kuorikerroksessa sijaitsevat kaikkien kehonosien motorisiin toimintoihin liittyvät hermosolut. (Mero ym. 2016, 90.) Pikkuaivojen merkitys lihastoiminnan säätelyssä liittyy enemmän vasta liikkeiden ja lihastoiminnan aikana tapahtuvaan toiminnan tasapainon ylläpitoon ja hienosäätelyyn. Tyvitumakkeiden toiminta liitetään tahdonalaisten liikkeiden ja liikesarjojen sekä lihasjännetyden säätelyyn. Tyvitumakkeet ovat isojen aivojen sisäosassa olevia rakenteita, joissa sijaitsee lihastoimintaa sääteleviä tumakkeita. Tyvitumakkeet toimivat pikkuaivojen rinnalla yhdistäen lihastoimintoja ja liikkeitä.



Kuva 2. Hierarkkinen malli lihassolun neuraalisesta ohjauksesta

Keskushermoston lukeutuva selkäydin on tiedonsiirtoon erikoistunut osa, joka alkaa aivorungon alaosasta päättyen ensimmäisen lannenikaman alareunan tasolle. Selkäytimessä kulkee monia motorisia ja sensorisia hermoratoja, jotka välittävät hermoimpulseja aivojen, selkäytimen ja selkäydinhermojen välillä. Selkärangassa jokaisella selkänikamalla on oma segmenttinsä, jonka ventraalisesta osasta lähtevät motoriset etujuuret ja dorsaalipuolelle saapuvat sensoriset takajuuret, jotka yhdessä muodostava selkäydinhermon. Ventraalista rataa pitkin kulkevat laskevat hermoradat vievät motorisia käskyjä eli hermoimpulseja aivoista lihaksille ja lihassukkuloille, kun taas dorsaalista rataa pitkin kulkevat nousevat hermoradat tuovat lihaksista, jänteistä, nivelistä ja ihosta tulevia käskyjä aivoihin. (Kauranen 2014, 129.)

Tieto välittyy siis keskushermostosta ääreishermoston rakenteita pitkin lihaksille. Ääreishermostoksi kutsutaan keskushermoston ulkopuolisia rakenteita, joita ovat aivoja ja selkäydinhermot. Aivohermoja on 12 paria, jotka kuljettavat tietoa aivoista pään ja kaulan alueen lihaksistolle. Selkäydinhermoja on 31 paria, joiden tehtävän on kuljettaa tietoa selkäytimestä vartalon ja raajojen lihaksille. (Kauranen 2014, 130.) Keskushermostosta tietoa (supistumiskäsky = aktiopotentiaali) vievät ääreishermoston osat ovat liikehermoja eli motorisia hermoja, jotka jakaantuvat kohdelihaksissa päätehaaroihin, jotka sitten liittyvät hermo-lihasliitoksen välityksellä kukin yhteen hermosoluun. Liikehermo ja sen hermottava lihassolu muodostavat yhdessä hermo-lihasjärjestelmän pienimmän toiminnallisen osan, motorisen yksikön. (Mero ym. 2016, 90-91.)

5.1 Hermo-lihasliitos

Hermostolihasliitoksen toiminta perustuu hermosolun ja lihassolun yhteistoimintaan, jossa sähköinen hermoimpulsi eli aktiopotentiaali siirretään hermosolun tietoa vievästä haarasta (aksoni) lihassoluun. Aksoni jakautuu loppuvaiheessa viejähaarakeisiin, jotka muodostavat lihassolun kanssa motorisen päätelevyn eli hermostolihasliitoksen. (Mero ym. 2016, 92.) Aksonin haarautuessa pienemmiksi haaroiksi se voi hermottaa 3-300 lihassolua riippuen lihaksen hienomotorisista tehtävistä. Aksonin haarautuessa pienempiin osiin myös sen impulsin kuljetusnopeus laskee eli aktiopotentiaalikuljetusnopeus on riippuvainen hermosolun paksuudesta. Aktiopotentiaalikuljetusnopeus motorisessa hermosolussa vaihtelee 80-120 m/s välillä. Hermostolu-

pitkin tuleva impulsi välittyy välittäjäaineen, asetyylikoliinin avulla lihassoluun ja näiden kemiallisten tapahtumien yhteydessä lihassolussa tapahtuu oma aktiopotentiaali, joka myöhemmin johtaa lihaksen supistumiseen. (Mero ym. 2016, 92.)

5.2 Lihassupistus ja motorinen yksikkö

Motoristen toimintojen säätelyyn osallistuvat liikehermosolut ja -radat sekä keskushermoston eri osat. Luustolihas siis tarvitsee supistuakseen toimintakäskyn sitä hermottavalta liikehermosolulta eli alfamotoneuronilta. Kuten aikaisemmassa kappaleessa todettiin, niin aksonin vapauttama välittäjäaine asetyylikoliini käynnistää lihaksen supistumisreaktion. (Leppäluoto ym. 2013, 98, 413.) Alfamotoneuronin aktivoitua se lähettää aktiopotentiaalin kaikkiin hermottaviin lihassoluihin, ja ne supistuvat ”kaikki tai ei mitään” -periaatteen mukaisesti täydellä teholla (Kauranen 2014, 88).

Liikehermoa pitkin siirtyvä sähköinen aktiopotentiaali saa aikaan yksittäisen lihasnykäyksen. Yhtäjaksoinen, tetaaninen lihassupistus eli tetanisaatio syntyy, kun tiheästi toisiaan seuraavat aktiopotentiaalit tavoittavat lihasolut. Lihassupistus tai lihastyö voi tapahtua kahdella eri tavalla, joko isotonisesti tai isometrisesti. (Leppäluoto 2013, 100.) Mero ym. (2016) jaottelee lihastyön dynaamiseen ja isometriseen. Dynaaminen ja isotoninen lihastyö tarkoittaa tilannetta, jossa lihas-jännekompleksissa tapahtuu pituusmuutoksia, kun taas isometrisessä lihastyössä pituusmuutoksia ei tapahdu. Dynaaminen lihastyö voidaan jakaa vielä konsentriseen (lihas-jännekompleksi lyhenee) ja eksentriseen (lihas-jännekompleksi pitenee). Suurimmat maksimivoimat saavutetaan eksentrisessä lihastyössä. (Mero ym. 2016, 94.)

Motoriseksi yksiköksi kutsutaan liikehermosolun ja sen aksonin päätehaarojen hermottavia lihassolujen kokonaisuutta. Yksi motorinen hermo hermottaa useita lihassoluja vaihteluvälin ollessa 5-2000 lihassolua. McComasin (1998) mukaan suurimmassa osassa luurankolihasia motorisia yksiköitä on noin 200-400 (Mero ym. 2016, 98.), kun taas Kaurasen (2014, 87) mukaan yhden lihaksen motoristen yksiköiden määrä vaihtelee 100 ja 3000 välillä ja määrä voi vaihdella myös yksilöiden välillä. Vaihtelun yksilöiden välillä vaikuttaa ikä, sukupuoli ja lihaksiston koko. Lihaksen toiminta vaikuttaa motorisen yksikön kokoon, sillä suurta voimantuottoa ja vähän

hienomotoriikkaa vaativissa tehtävissä lihaksen motoriset yksiköt ovat suuria, kun taas tarkkaa hienomotoriikkaa vaativat lihakset omaavat pieniä motorisia yksiköitä. (Mero ym. 2016, 98.)

Kaikki motoriset yksiköt eivät ole samanlaisia, vaan ne voidaan luokitella kolmeen eri ryhmään niiden fysiologisten ominaisuuksien perusteella. (Taulukko 1.) Motoristen yksiköiden tarkkaa luokittelua on kuitenkin vaikea tehdä niiden plastisuuden eli muokkaavuutensa takia. Motoriset yksiköt adaptoituvat erilaisten ärsykkeiden pohjalta ympäristöön, esimerkiksi ikääntyessä nopeiden ja voimakkaiden liikkeiden väheneminen johtaa nopeiden motoristen yksiköiden motoriset hermosolut rappeutuvat. (Kauranen 2014, 89,91.)

Taulukko 1. Motoristen yksiköiden luokittelu (Lieber 1992)

Motorinen yksikkötyyppi	Voimantuotto	Supistunopeus	Väsymyksen vastustus motorisessa yksikössä	Lihassolun tyyppi
Nopea, väsyvä (FF= fast to fatigue)	Korkea	Nopea	Matala	Nopea glykolyttinen
Nopea, väsymystä sietävä (FR=fast fatigue resistant)	Kohtalainen	Nopea	Korkea	Nopea oksidatiivis-glykolyttinen
Hidas (S=slow fatigue resistant)	Matala	Hidas	Korkea	Hidas oksidatiivinen

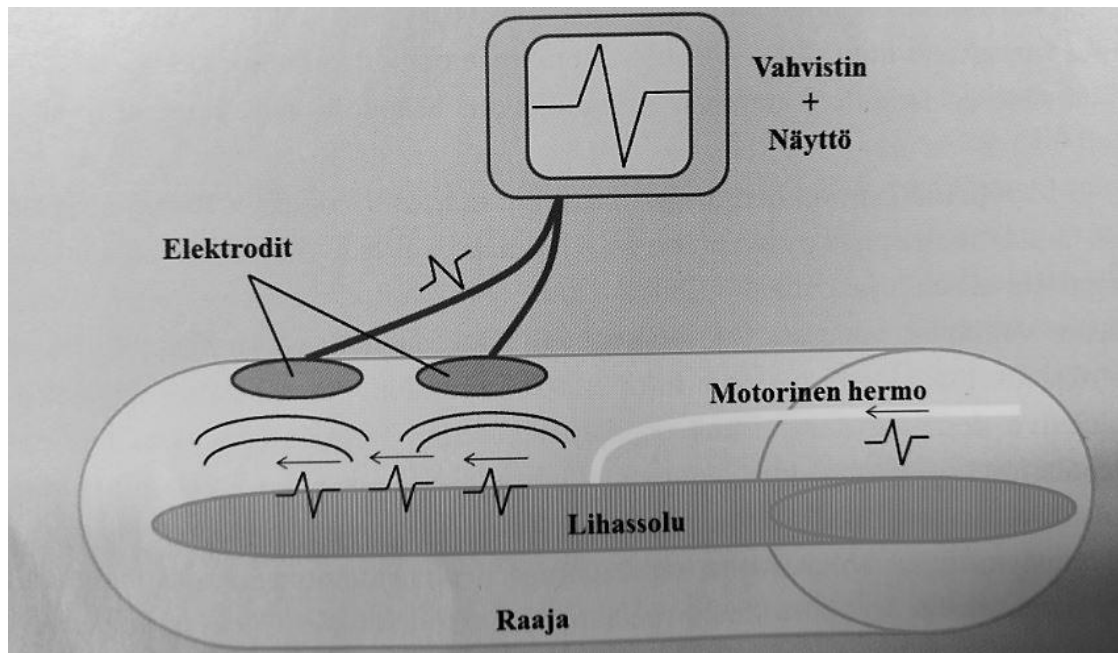
6 Elektromyografia – EMG

Lihasten sähköistä toimintaa voidaan mitata elektromyografian avulla. Elektromyografia on tutkimusmenetelmä, jonka avulla saadaan tietoa lihaksen kuormitusasteesta ja motorisen hermon lihakseen tuomien aktiopotentiaalien määrästä eli lihaksen sähköisestä aktiivisuudesta. (Kauranen 2014, 258.)

Elektromyografiaa on tutkittu ja käytetty jo vuosisatoja, mutta kliiniseen käyttöön se otettiin vasta 1960-luvulla, jolloin elektromyografiasignaalia pystyttiin mittaamaan ja rekisteröimään luotettavasti. Kuitenkin vasta 1980-luvulla teknologian kehittymisen myötä signaaleja pystyttiin tehokkaasti analysoimaan ja kehittämään uusia analysointimenetelmiä. Nykyään elektromyografiaa hyödynnetään sairaaloissa hermo-lihasjärjestelmän patofysiologisten tilojen diagnosoinnissa, fysioterapiassa kuntoutuksessa sekä erilaisissa tutkimuksissa ja urheiluvalmennuksessa. (Kauranen 2014, 258.)

6.1 Elektromyografian fysiologinen tausta

Hermo- ja lihassolujen solukalvo on varautunut eri tavalla niiden ulko- ja sisäpinnalta, jolloin niiden välille syntyy jännite-ero. Solukalvon vallitseva tila, lepopotentiaali, depolarisaatio tai repolarisaatio määrittää kalvojännitteen suuruuden. Lepopotentiaali on hermo- ja lihassolun normaali homeostaattinen tasapainotila, joka aktiopotentiaalin lauetessa muuttuu niin, että solun sisäosa tulee positiivisemmaksi ja solukalvo depolarisoituu (lepojännite pienenee). Solukalvon depolarisaatiota seuraa välittömästi repolarisaatio ja lepopotentiaalin palautuminen solukalvolle. Tällöin soluneste ja solun sisäosa muuttuvat jälleen negatiivisesti varautuneeksi ja kudosteneste sekä solun ulko-osa positiivisesti varautuneeksi, jonka seurauksena solukalvo polarisoituu uudelleen. Yhdessä hermosolussa syntynyt aktiopotentiaali siirtyy sen hermottamien lihassolujen kalvoille, jossa se etenee syvemmälle lihassoluun käynnistäen lihassolujen supistumisen. Nämä useat lihassolukalvolle kulkeutuvat aktiopotentiaalit leviävät ympäröiviin kudoksiin synnyttäen sähkövirran ja elektromagneettisen kentän myös näissä rakenteissa. Syntynyt sähkövirta voidaan rekisteröidä ihon pinnalta tai lihaksen sisältä niihin kiinnitettävillä elektrodeilla. (Kauranen 2014, 258-259.)



Kuva 3. Elektromyografian periaate. (Kauranen 2014, 260)

6.2 Elektromyografian mittaaminen

EMG-mittausta suunniteltaessa on hyvä miettiä, mitä mittauksella halutaan selvittää. Mittaamisella haetaan usein vastauksia kysymykseen, onko lihas aktiivinen silloin kun sen pitäisi olla tai vastaavasti, onko lihas aktiivinen silloin kun sen ei pitäisi olla. Lisäksi voidaan tarkkailla, onko lihaksessa normaali vai katkonainen aktiivisuus, havaitaanko eksitoivaa tai inhiboivaa refleksitoimintaa, ja millainen symmetria vallitsee toisen puolen vastaavaan lihakseen. Opinnäytetyössä tarkastellaan yleisesti kohdelihasten aktiivisuutta ja pyritään selvittämään, kumpi puoli kyynärvarren lihaksista on dominoivampi pelaamisen aikana. EMG-mittauksen avulla voidaan tutkia myös lihasten kestävyysominaisuuksia ja väsymistä. (Kauranen 2014, 261.)

EMG-signaali taltioidaan elektrodien avulla, jotka voidaan jakaa pinta-, neula-, lanka- tai vaatteisiin integroitaviin elektrodeihin. Pinta- ja vaatteisiin integroidut elektrodit lukeutuvat ei-invasiivisiin elektrodeihin, jotka eivät vahingoita mitattavia. Muut elektrodit ovat invasiivisia, jotka työnnetään ihon läpi kohdelihakseen. Ei-invasiivisen menetelmällä tehty tutkimus mittaa usein aktiivisuutta laajemmalla alueella ja monista motorisista yksiköistä kerralla, joka tekee mittaamisen toistettavammaksi verrattuna invasiiviseen menetelmään. (Kauranen 2014, 262-263.)

Opinnäytetyön mittauksissa on käytetty Myontec Oy:n kehittämää hihaa, jossa mitataan lihasryhmäkohtaista aktiivisuutta hihaan kiinnitetyillä pinta-elektrodeilla. Vaatteisiin integroidut EMG-mittaukset ovat yleistyneet mittauksen helpon toistettavuuden ja toteuttamisen myötä. Finni ym. (2007) arvioivat tutkimuksessaan vaatteisiin integroidun EMG-mittauksen luotettavuutta ja toteutettavuutta. Tulokset osoittivat vaatteisiin integroidut EMG-mittaukset luotettaviksi ja päteviksi sekä toistettavuuden kannalta jopa paremmiksi invasiivisiin mittauksiin verrattuna. Tässä opinnäytetyössä käytettävään laitteeseen ja mittausmenetelmään perehdymme tarkemmin opinnäytetyön toteutus ja eteneminen kappaleessa.

7 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tutkimuksella on aina jokin tarkoitus tai tehtävä, joka ohjaa tutkimusstrategisia valintoja. Tutkimuksen tarkoitus voi olla kartoittava, kuvaileva, selittävä tai ennustava, joskin tiettyyn tutkimukseen voi sisältyä useampi kuin yksi tarkoitus, ja että tarkoitus voi muuttua tutkimuksen aikana. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 128-129.)

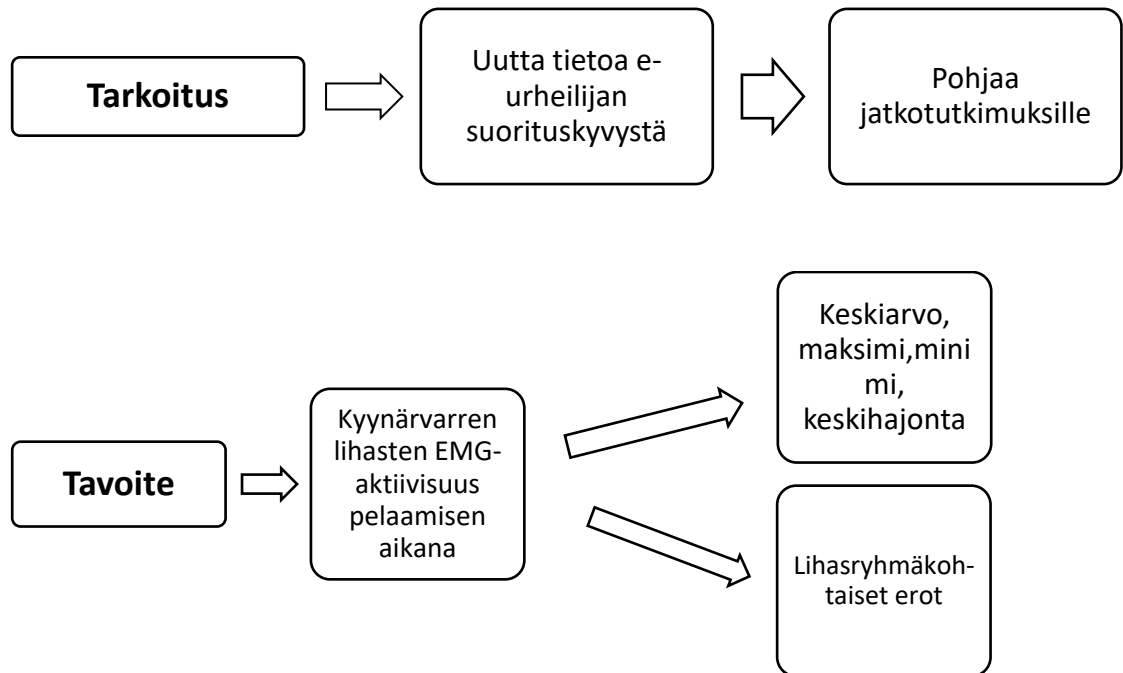
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa uutta tutkittua tietoa e-urheilijan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköisestä aktiivisuudesta pelaamisen aikana kaikille lajin parissa työskenteleville ja siitä kiinnostuneille. Lisäksi tarkoituksena on luoda tutkimusnäyttöä ja viitearvoja pelaajan lihasten sähköisestä toiminnasta mahdollisia jatkotutkimuksia varten. Jatkotutkimuksissa voidaan pureutua syvemmälle EMG-aktiivisuuden ja e-urheilussa esiintyvien rasitusvammojen yhteyteen.

Tavoitteena on mitata e-urheilijan kyynärvarren lihaksiin lukeutuvien, ranteen koukistaja ja ojentaja lihasten EMG-aktiivisuutta intensiivisen 30 minuutin pelaamisen aikana ja havainnoida lihasten EMG käyttäytymistä sekä eroja aktiivisuudessa näiden kahden lihasryhmän välillä.

Kartoitettavassa tutkimuksessa ei välttämättä selitetä asioiden välisiä yhteyksiä tai testata hypoteeseja. Hypoteesia ei aseteta, koska aikaisempaa vertailevaa tutkimusta tästä aihepiiristä ei ole, vaan tutkimustehtävää tarkastellaan eksploratiivisesti. Mittausten avulla pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaista ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköistä aktiivisuutta (EMG) havaitaan intensiivisen 30 minuutin pelaamisen aikana?

2. Havaitaanko eroa lihasryhmäkohtaisessa sähköisessä aktivaatiossa ranteen ja sormien ojentaja- sekä koukistajalihaksissa?



Kuva 4. Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

8 Opinnäytetyön toteutus ja eteneminen

8.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä on kyse kartoittavasta tutkimuksesta, jossa haetaan uutta tietoa e-urheilijan pelitilanteessa esiintyvään suorituskykyyn sekä luodaan tutkimuspohjaa kyseiselle aihepiirille. Kartoittavan eli eksploraatiivisen tutkimuksen tarkoituksena on etsiä uusia näkökulmia ja selvittää vähän tunnettuja ilmiöitä, ja sitä käytetään esitutkimuksena. Kartoittava tutkimus on tavallisesti kvalitatiivinen kenttä- tai tapaustutkimus, mutta voi myös olla kvantitatiivinen. (Hirsjärvi ym. 2004, 129).

Kvantitatiivinen eli määrällinen ja kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus ovat lähestymistapoja, joita on vaikea tarkasti erottaa toisistaan, ja ne nähdäänkin enemmän toisiaan täydentäviksi lähestymistavoiksi eikä niinkään kilpaileviksi suuntauksiksi. mittaaminen yleensä tutkimuksessa sisältää kaikilla tasoilla sekä kvalitatiivisen että kvantitatiivisen puolen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2016, 137)

Tässä tutkimuksessa käytetään sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Määrällisellä tutkimuksella on ominaispiirteitä, joita ovat mm. tiedon strukturointi, mittaaminen ja tiedon esittäminen numeroin, mutta mittaaminen sisältää kaikilla tasoilla sekä kvalitatiivisen että kvantitatiivisen puolen. (Vilkkä, 2007, 13; Hirsjärvi ym. 2004, 128). Tiedon tarkasteleminen numeerisesti tarkoittaa, että tutkittavaa asiaa käsitellään numeroiden avulla. Opinnäytetyössä mitataan kohderyhmän kynnärvarren lihaksiin lukeutuvien ranteen ja sormien koukistaja- sekä ojentajalihasten sähköistä aktiivisuutta EMG-hihalla. Tutkimusmenetelmän avulla saadaan selville, kuinka suurta sähköistä aktiivisuutta esiintyy em. lihaksissa.

Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisimmät piirteet näkyvät myös tässä tutkimuksessa. Tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedonhankintaa vähän tutkitusta aiheesta, ja se toteutetaan luonnollisessa, todellisessa tilanteessa. Lähtökohtana ei siis ole teorian tai hypoteesien testaaminen, vaan aineiston monitahoinen tarkastelu, jossa tutkimussuunnitelma muovautuu olosuhteiden mukaisesti tutkimuksen aikana.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa siis varaudutaan siihen, että ongelma saattaa muuttua tutkimuksen edetessä. Tässä tutkimuksessa voidaan puhua ongelman sijaan enemmänkin tutkimustehtävästä, kun ongelmaa ei yritetä tuoda esille tarkkarajaisesti. (Hirsjärvi ym. 2004, 117).

8.2 Kohderyhmä ja mittausten toteuttaminen

Tutkimuksen kohderyhmäksi valikoitui kolme miespuolista elektronisen urheilun ammattipelaajaa iältään 18-25-vuotiaita. Kohdehenkilöiden ollessa täysi-ikäisiä, ei vanhempien suostumusta tutkimukseen tarvittu. Ennen tutkimuksen aloittamista tutkija kertoi tutkittaville tutkimuksen tarkoituksen ja tavoitteen. Myös suostumus ja lupa tutkimuksen teolle saatiin tutkittavilta ennen mittausten aloittamista.

Tutkimukseen osallistuvat pelaajat pelaavat virallisissa elektronisen urheilun joukkueissa Suomessa sekä Suomen Counter-Strike: Global Offensive -maajoukkueessa.

Mittaukset suoritettiin maajoukkueleirin yhteydessä pelaajille luonnollisessa ympäristössä yhden päivän aikana. Luonnollinen ympäristö tarkoittaa pelisalia tai -huonetta, jossa pelaajat harjoittelevat ja pelaavat yhdessä joukkueena.

Mittaukset toteutettiin tutkittavan samanaikaisesti pelatessa harjoitusottelua yhdessä oman joukkueen kanssa vastustajaa vastaan. Harjoitusottelua voidaan pitää yhtä lailla todellisena kilpailutilanteena, kuin virallista ottelua tai turnausta sen intensiivisyyden takia. Mittauksissa pyrittiin keräämään minimissään 30 minuutin yhtäjaksoinen aika, jotta sähköisen lihasaktivaation keskiarvo olisi mielekäästä laskea. Mittalaitteena toimiva EMG-hiha oli suunniteltu oikeakätisille, joten tutkimukseen valikoitui joukkueesta kolme oikeakätistä pelaajaa. Kaikki kolmepelaajaa käyttivät oikeaa kättä hiirikätenä. Tutkimuksessa oli käytössä vain yksi hiha, jolloin mittaukset jouduttiin suorittamaan yksitellen pelaaja kerrallaan.

8.3 Yritysyhteistyö

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä mittalaitteen kehittäjän Myontec Oy:n ja Suomen Elektroninen Urheilu Liitto Ry:n kanssa.

Myontec Oy on suomalainen älyvaateteknologiaan keskittyvä yritys, jonka tavoitteena on tuottaa uutta tietoa ihmisen suorituskyvystä mittaamalla lihasten sähköistä aktiivisuutta luonnollisessa toimintaympäristössä. Myontecin kehittämät EMG-shortsit ovat olleet jo vuosia käytössä huippu-urheilun parissa ympäri maailman, mutta yrityksen toimintaan kuuluu myös tutkimus ja kehittäminen mm. työergonomian saralla. EMG-shortsien lisäksi Myontec on kehittänyt EMG-hihan, jolla saadaan mitattua kyynärvarren lihasryhmien sähköistä aktiivisuutta. (Myontec.com)

Suomalaisen kilpapeluurheilun keskusjärjestönä toimivan Suomen elektroninen urheilu liiton (SEUL Ry) tehtävänä on kehittää ja esiintuoda elektronista urheilua ja jäsenistönsä toimintaa. Vuonna 2010 perustettu liitto pyrkii toiminnallaan nostamaan e-urheilun tunnettuutta ja arvostettavuutta harrastuksena. SEUL Ry toimii yhteistyössä monien valtakunnallisten järjestöjen kanssa ja on myös Opetus- ja kulttuuriministeriön nuorisotyötä tekevien järjestöjen vuosiavustuksen piirissä. (Seul.fi)

8.4 Aineiston hankinta

Opinnäytetyön aineisto kerätään useasta eri lähteestä, jotta saadaan kokonaisvaltainen kuva tutkimustehtävästä. Opinnäytetyön teoreettinen perusta keskittyy tutkimuksen kannalta olennaiseen kirjallisuuteen niin fysioterapian että elektronisen

urheilun näkökulmasta. Teoreettisen perustan tarkoituksena on tuoda esille tutkimukseen vahvasti liittyvät ihmisen anatomiset rakenteet ja fysiologiset seikat sekä syventää lukijaa elektroniseen urheiluun. Teoriaosuuden aineisto on kerätty hyödyntäen olemassa olevaa kirjallisuutta ihmisen anatomiaan ja fysiologiaan liittyen sekä e-urheiluun liittyvää verkkomateriaalin avulla.

Kaikki mitattava tai mitattavaan muotoon muutettavissa oleva aineisto kelpaa määrällisen tutkimuksen aineistoksi (Vilka, 2007, 31.) Tutkimuksessa ranteen ojentajakoukistajalihasten sähköinen aktiivisuus kerätään Myontec Oy:n kehittämällä EMG-hihalla. EMG-hihassa on siihen integroituja pintaelektrodeja, jotka mittaavat kynnärvarren lihaksista ranteen ojentaja- sekä koukistajalihaksia lihasryhmäkohtaisesti. Hihassa kiinni oleva MCell-moduuli tallentaa hihan mittaaman sähköisen aktiivisuuden, josta data voidaan siirtää bluetooth-tekniikan avulla tietokoneelle Muscle Monitor ohjelmalle.

EMG-mittaukset toteutetaan e-urheilijalle luonnollisessa ympäristössä yhden päivän aikana Suomen Counter-Strike -maajoukkueen leirityksen yhteydessä. Aineiston hankinnassa tehdään yhteistyötä Myontec Oy:n kanssa, joka on kehittänyt EMG-mittalaitteen sekä analysoinnin mahdollistavan ohjelmiston.

8.5 Aineiston analysointi

Analyysivaiheessa selviää, millaisia vastauksia tutkimuksen suunnitteluvaiheessa tehtyihin tutkimuskysymyksiin saadaan. Voi myös käydä niin, että tutkijalle selviää, miten ongelmat olisi pitänyt asettaa. Pääperiaatteena voidaan pitää, että aineiston analysointiin valitaan sellainen analyysitapa, joka parhaiten tuo vastauksen tutkimustehävään. (Hirsjärvi ym. 2004, 209). Analyysimenetelmän valinta tapahtuu sen mukaan, montako muuttujaa tutkimuksessa käytetään. Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on saada tietoa yhden muuttujan jakaumasta, jolloin käytetään sijaintilukuja. Sijaintiluvuilla tarkoitetaan havaintoarvojen sijantia kuvaavia tunnuslukuja, joista tavallisimpia ovat keskiarvo ja moodi. (Vilka 2007, 119).

Opinnäytetyössä mitattavana muuttujana on ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköisen lihasaktivaation keskiarvo (aEMG) 30 minuutin intensiivisen pelaamisen aikana. Keskiarvo saadaan, kun lasketaan havaintojen mittaustulokset yhteen, jonka

jälkeen yhteenlaskettu tulos jaetaan havaintojen lukumäärällä. Koska keskiarvo on herkkä poikkeaville havainnoille, niin se ei anna kovin tarkkaa ja oikeaa kuvaa jakaumasta, jos aineistossa on yksikin hyvin suuri tai pieni arvo. Tällöin suositellaan myös moodin, mediaanin ja keskihajonnan käyttämistä tulkinnessa. (Vilka 2007, 122-123). Opinnäytetyön tuloksissa analysoidaan siis keskiarvon lisäksi myös mittaus-ten keskihajonta, joka ilmaisee, kuinka kaukana yksittäisen muuttujan arvot ovat keskimääräisen muuttujan arvosta. Tulokset analysoidaan ja muutetaan taulukkomuotoon Microsoft Excel 2010 -taulukkolaskentaohjelmalla.

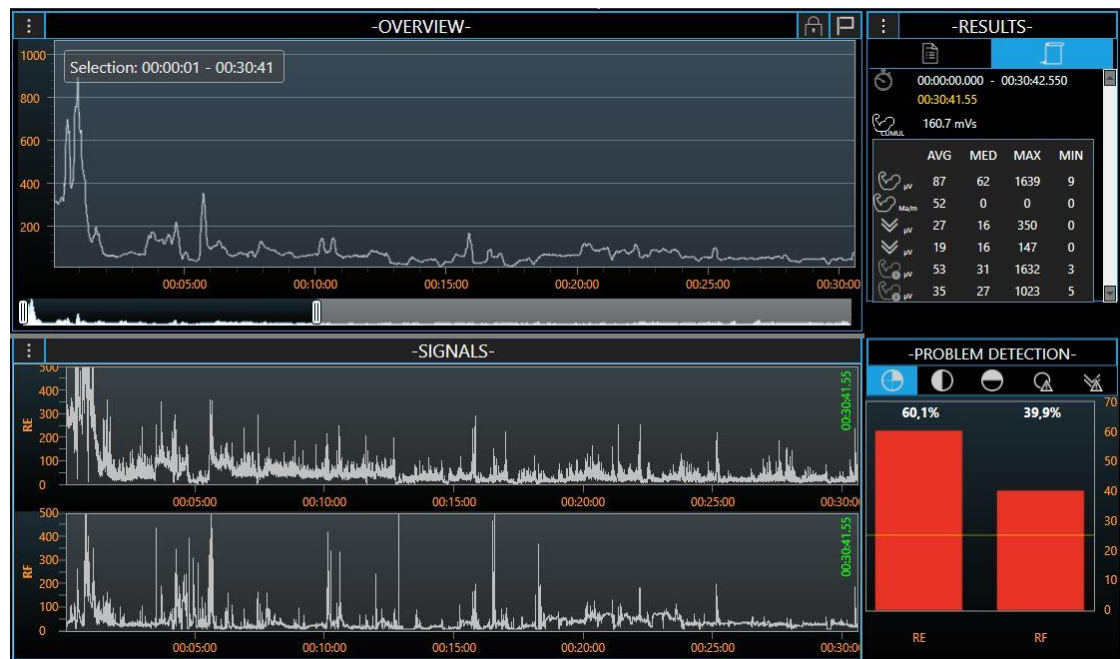
EMG-hihalla kerättävä lihaksen sähköinen toiminta tallentuu hihassa kiinni olevaan moduuliin, josta se voidaan siirtää Myontecin kehittämään tietokoneohjelmistoon, Muscle Monitoriin. Sähköistä lihasaktivaatiota on mahdollista tarkkailla myös reaaliajassa toiminnan aikana, mutta tässä tutkimuksessa analysointi tapahtuu mittaus-ten jälkeen. Aineistosta analysoidaan sähköisen lihasaktiivisuuden keskiarvon lisäksi lihasryhmäkohtaiset puolierot eli, kuinka paljon kokonaisaktiivisuudesta painottuu ranteen ojentajalihaksille ja kuinka paljon ranteen koukistajalihaksille. EMG-arvoja tarkasteltaessa arvot esitetään mikrovoltteina (μV), joka edustaa aktiivisuustason keskiarvoa valitulta aikaväliltä (Kauranen 2014, 274).

9 Tulokset

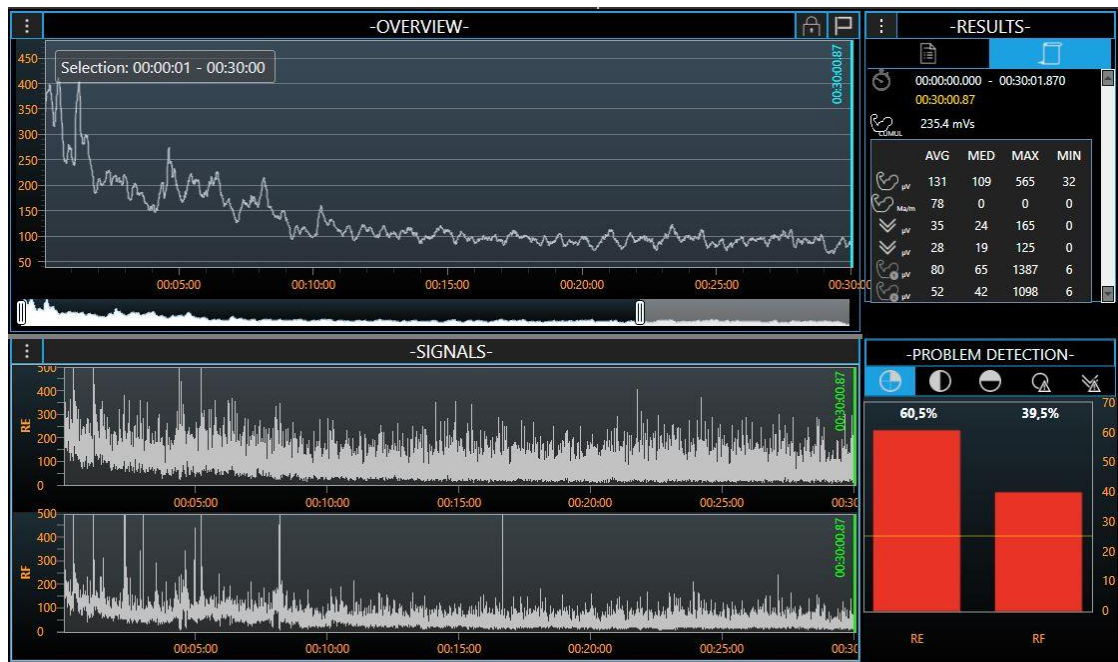
9.1 EMG-aktiivisuus pelaamisen aikana

Tuloksissa tarkastellaan tutkimushenkilöiden kyynärvarren lihaksiin kuuluvien ran-
teen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköistä lihasaktiivisuutta intensiivisen pelaami-
sen aikana. Tuloksia tarkasteltaessa on tärkeää, että kaikkiin tutkimuskysymyksiin
saadaan ratkaisu, vaikkei vastausta tiettyyn kysymykseen saataisikaan (Hirsjärvi ym.
2004, 244). Tulokset esitetään tekstin lisäksi taulukoin ja kuvioin, jotta lukija saisi
mahdollisimman selkeän kuvan tutkimuksen tuloksista.

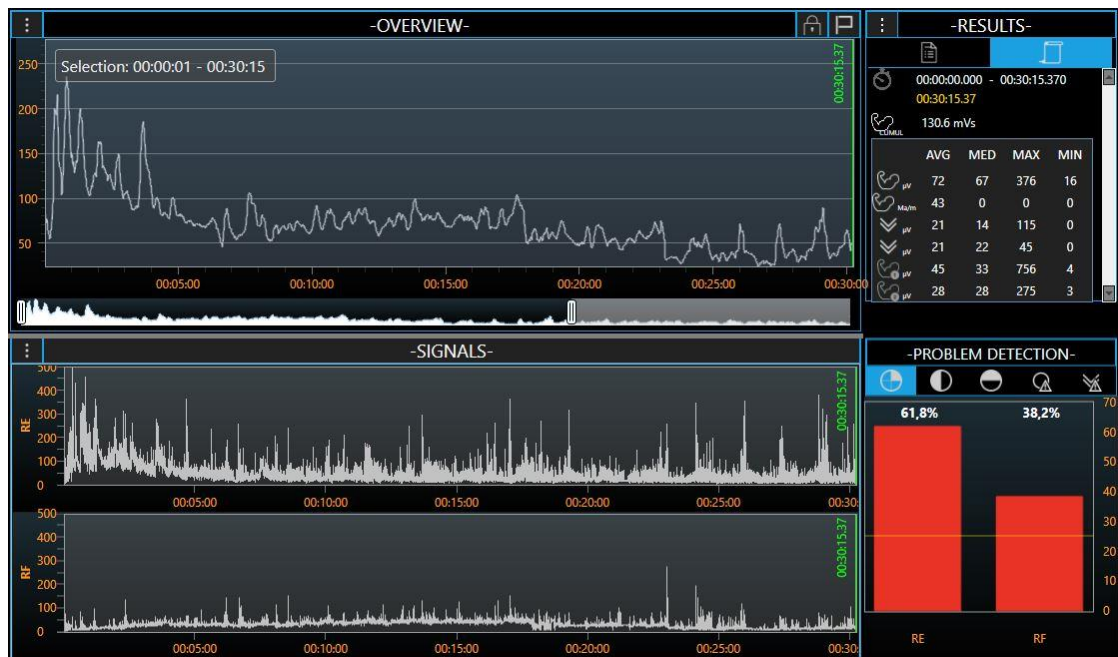
Alla olevissa kuvissa nähdään jokaisen kohdehenkilön sähköisen lihastoiminnan käyt-
töytymistä 30 minuutin pelaamisen aikana. Kuvat ovat kuvakaappauksia Muscle Mo-
nitor -analysointiohjelmistosta.



Kuva 5. Pelaajan 1. EMG:n käyttäytyminen.



Kuva 6. Pelaajan 2. EMG:n käyttäytyminen.



Kuva 7. Pelaajan 3. EMG:n käyttäytyminen.

Overview-ikkunassa nähdään pelaajan kyynärvarren kokonaislihasaktivaation määrä ja sen muutokset pelijakson aikana. Alussa lihasaktiivisuus on selkeästi korkeampi noin 1-5 minuuttia, jonka jälkeen se laskee ja tasaantuu. Tämä voi johtua hermo-lihasjärjestelmän aktivoitumisesta ja totuttamisesta suoritettuun toimintoon. 30 minuutin pelin aikana tulee myös pieniä taukoja, jotka näkyvät kyynärvarren lihaksiston EMG-aktiivisuuden laskuna.

Overview-ikkunan alapuolella voidaan tarkastella EMG-aktiivisuutta lihasryhmittäin, jossa ylempi käyrä näyttää ranteen ojentajalihasten aktivaation ja alempi ranteen koukistajalihasten aktivaation. Sähkökäyrien oikealle puolelle jäävä results-ikkunasta saadaan numeerista tietoa sähköisen lihasaktivaation määrästä. Results-ikkunan arvoista tarkastellaan EMG-aktiivisuuden huippu-, minimi- ja keskiarvolukuja, joiden pohjalta voimme laskea kohdehenkilöiden ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten keskiarvoaktivaation (aEMG) ja keskihajonnan. Alla olevassa taulukossa on esitelty pelaajien EMG-aktiivisuudet mikrovoltteina (μV) 30 minuutin intensiivisen pelaamisen aikana.

Taulukko 2. Tutkimushenkilöiden ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten EMG:n minimi- huippu- ja keskiarvot sekä keskihajonnat mikrovoltteina (μV).

	Min	Max	KA	KH
Pelaaja 1	9	1639	87	1153
Pelaaja 2	32	565	131	377
Pelaaja 3	16	376	72	255
Yhteensä			97	487

KA = Keskiarvo KH = Keskihajonta

Kolmen pelaajan keskiarvoaktivaatio asettui 97 mikrovolttiin, jossa pelaajan 1. keskiarvo oli $87\mu\text{V}$ ja pelaajan 3. keskiarvo $72\mu\text{V}$. Suurimmat erot pelaajien välisissä EMG-aktiivisuudessa olivat huippuarvoissa (Max), jossa vaihteluväli oli $1263\mu\text{V}$.

Tutkimuksen toisena tutkimuskysymyksenä ja tavoitteena oli tarkastella lihasryhmäkohtaisia puolieroja ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten välillä. Muscle Monitor -ohjelmiston avulla voidaan erottaa ojentaja- ja koukistajalihasten aktivaatio pelaajan kyynärvarren kokonaisaktivaatiosta. Kuvakaappauksissa problem detection-ikkunassa nähdään ko. lihasryhmien aktivaation osuus prosentteina ilmaistuna. Kuvista huomataan, että jokaisen pelaajan kohdalla ranteen ojentajalihakset (RE, vasen pylväs) ovat selkeästi aktiivisemmat kuin ranteen koukistajalihakset (RF, oikea pylväs). Taulukossa 3. nähdään lihasryhmien sähköisen lihasaktiivisuuden osuus tutkimushenkilön käden

kokonaisaktivaatiosta prosentteina ilmaistuna. Ranteen ojentajalihakset tekevät selkeästi enemmän töitä pelaamisen aikana jokaisella pelaajalla, keskiarvon ollessa yli 60 % kokonaisaktivaation määrästä.

Taulukko 3. Tutkimushenkilöiden ranteen ojentaja- (RE) ja koukistajalihasten (RF) aktiivaatiot kokonaisaktiivaatiosta prosentteina ilmaistuna.

	RE	RF
Pelaaja 1	60.1	39.9
Pelaaja 2	60.5	39.5
Pelaaja 3	61.8	38.2
KA yht.	60.8	39.2

RE= Ranteen ojentajat, RF= Ranteen koukistajat, KA = Keskiarvo

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää e-urheilijan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköistä aktiivisuutta pelaamisen aikana. Pelaamisen aikaisesta EMG-aktiivisuudesta havainnoitiin pelaajien hiirikäden minimi-, huippu- ja keskiarvoja sekä tutkimuksessa tarkasteltavien lihasryhmien puoliero.

Aikaisempaa tutkimustietoa e-urheilijan pelaamisen aikaisesta EMG-aktiivisuudesta ei ollut, joten hypoteeseja ei esitetty tutkimuksessa. Opinnäytetyön ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä saatiin vastaus, millaista EMG-aktiivisuutta ranteen ojentaja- ja koukistajalihaksissa esiintyy 30 minuutin pelaamisen aikana. Tulokset osoittavat pelaajilla esiintyvän keskiarvollisesti 97 mikrovoltin EMG-aktiivisuutta, vaihteluvälin ollessa 59 mikrovoltia. Vaihteluväli kertoo muuttujan pienimmän ja suurimman arvon välimatkaa. Koska aikaisempaa tutkimustietoa ei e-urheilijan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköisestä lihasaktiivaatiosta ei ole, niin johtopäätöksien tekeminen sen suhteen ei ole mielekäästä. Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tarkoituksena on täten luoda viitearvoja ja pohjaa tuleville tutkimuksille kyseisessä aihepiirissä.

Opinnäytetyön toisen tutkimuskysymyksen tavoitteena oli selvittää, ilmeneekö ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten välillä puoliero pelaamisen aikana. Tuloksissa saatiin selville, että ranteen ojentajalihakset ovat selkeästi aktiivisemmat 30 minuutin intensiivisen pelaamisen aikana. Tulokset osoittavat ojentajalihasten osuus

kokonaisaktiivista on yli 60 prosenttia, kun koukistajalihakset jäävät alle 40 prosenttiin.

Kuten tutkimusmenetelmä kappaleessa todettiin, että kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus ovat lähestymistapoja, joita on vaikea erottaa toisistaan. Tässä opinnäytetyössä ilmenee molempien lähestymistapojen piirteitä, joista kvalitatiiviselle tyypillinen tutkimussuunnitelman muotoutuminen tutkimuksen edetessä nousee hyvin esille. Lähtökohta tutkimukselle oli tarkastella peliasennon vaikutusta e-urheilijan kyynärvarren EMG-aktiivisuuteen. Tutkimuskysymykset saivat uuden näkökulman tutkimuksen mittauksia tehtäessä, jossa tutkijalle selvisi, että tämän aihepiirin ensimmäisessä tutkimuksessa on järkevää mitata EMG-aktiivisuutta pelaajan yksilöllisessä peliasennossa, ja saada viitearvoja e-urheilijan ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten sähköisestä lihasaktiivisuudesta. Jokaisella pelaajalla on yksilöllinen, hänelle paras mahdollinen peliasento suorituksen kannalta, jota ei ole mielekästä lähteä muuttamaan.

Tuloksissa saatiin arvokasta tietoa e-urheilijan lihasten sähköisestä toiminnasta pelaamisen aikana, josta päälöydöksenä voidaan pitää selkeää eroa ranteen ojentaja- ja koukistajalihasten välillä. E-urheilijan yleisimmät rasitusvammat -kappaleessa tuotiin esille tyypillisiä vammoja, joita maailman huippupelaajat ovat kuvailleet. Tämän tutkimuksen löydöksen perusteella, jossa ranteen ojentajalihakset ovat selkeästi aktiivisemmat pelaamisen aikana, voidaan vetää ohuita johtopäätöksiä yksipuolisen rasituksen ja vammojen välisestä yhteydestä. Tyypilliset rasitusvammat, kuten rannekanavaoireyhtymä ja tenniskyynärpää johtuvat mm. ranteen keskiasennosta poikkeavasta työasennosta sekä liian yksipuolisesta tai toistuvasta rasituksesta kyynärvarren alueen lihaksistossa.

Tutkimuksessa kohdehenkilöiksi valikoitui kolme Suomen maajoukkueen pelaajaa iältään 18-25-vuotiaita. Maajoukkueen kaikille viidelle pelaajalle tehtiin mittauksia, mutta tutkimuksessa käytössä olevasta EMG-hihasta oli vain yksi koko, joka rajasi kohderyhmän kolmeen tutkittavaan.

Jatkotutkimuksia ajatellen olisi hyvä koota määrältään isompi kohderyhmä, jolloin saataisiin laajempi näkemys e-urheilijan pelaamisen aikaisesta EMG-aktiivisuudesta, jolloin yleistettävyyks olisi parempi. Jatkotutkimuksissa olisi myös järkevää mitata

ajallisesti mahdollisimman pitkiä pelijaksoja, koska e-urheilijan kilpailutilanteet saattavat kestää useita tunteja pelin genrestä ja kulusta riippuen. Ajallisesti pidemmän mittauksen avulla voitaisiin arvioida mahdollisia EMG-aktiivisuuden muutoksia väsymisen suhteen. Lisäksi voitaisiin tutkia, kuinka pelaamisen aikaiset venyttelyt ja tauotukset vaikuttavat sähköiseen lihasaktiivisuuteen.

10.1 Reliaabelius ja validius

Opinnäytetyön luotettavuutta ja toistettavuutta eli reliabiliteettia arvioitaessa on tärkeää kuvailla tarkoin tutkimuksen toteuttamista. Vaatteisiin integroiduilla EMG-mittalaitteilla tehdyt tutkimukset ovat yleistyneet viime aikoina niiden hyvän toistettavuuden myötä. Finni ym. (2007) totesivat tutkimuksessaan vaatteisiin integroidun EMG-mittauksen luotettaviksi ja päteviksi sekä toistettavuuden kannalta jopa paremmiksi invasiivisiin mittauksiin verrattuna. Hirsjärvi ym. (2004) toteavat, että reliaabelius voidaan todeta monella tapaan, esimerkiksi jos kaksi eri tutkijaa päätyy samanlaiseen tulokseen, voidaan tulosta pitää reliaabelina. Myös jos samaa henkilöä tutkittaessa toiseen kertaan saadaan sama tulos, voidaan tulokset todeta reliaabeleiksi. Reliabiliteetti arvioi siis tulosten pysyvyyttä mittauksesta toiseen (Vilka 2007, 149.) Aikaisempaa tutkimustietoa tämän opinnäytetyön sisältävistä tuloksista ei ole, joten luotettavuuden arviointi aikaisempaan tietoon ei ole mahdollista.

Opinnäytetyön reliabiliteetissa tarkastellaan mittauksiin liittyviä asioita ja tarkkuutta tutkimuksen toteuttamisessa. Mittaukset tapahtuivat e-urheilijalle luonnollisessa ympäristössä ja kilpailutilanteessa, joka lisää tulosten luotettavuutta. Luotettavuutta lisää myös mahdollisuus analysoida saatu aineisto heti mittausten jälkeen tai myöhemmin ajan kanssa sekä tutkimustuloksia käsittelevän analysointiohjelman helppokäyttöisyys. Tutkimustulosten luotettavuutta voidaan arvioida paremmin jatkotutkimusten yhteydessä, kun olemassa olevasta ilmiöstä löytyy viitearvoja, ja jossa kohderyhmäksi voidaan kerätä isompi joukko.

Tutkimusten luotettavuuteen sekä toistettavuuteen vaikuttavia alentavia seikkoja ilmeni tutkimuksen aikana. Mittalaitteesta eli EMG-hipasta oli saatavilla vain yksi koko, joka aiheutti mittausvaiheessa ongelmia ohuet kyynärvarret omaavien pelaajien mittauksissa. Vaikka luotettavia tuloksia saatiinkin kolmen pelaajan kohdalla,

voidaan todeta, että yhdellä tutkimushenkilöistä mittauksen aikainen EMG-maksimiarvo on oletettavasti virheellinen sen poikkeuksellisen korkean arvon takia. Tämä voi johtua EMG-signaalin häiriöstä hihan liikkeessa mittauksen alkuvaiheessa. Näiden poikkeavien havaintojen takia on oleellista laskea myös keskihajonta tulkinnan avuksi. Tutkimuksen luotettavuutta voitaisiin lisätä mittaamalla tarpeeksi pitkä ajanjakso pelaamisen aikana, jotta mahdolliset virhesignaalit saataisiin karsittua pois.

Opinnäytetyön validiteettia eli pätevyyttä voidaan pitää hyvänä vaikkakin kohde-ryhmä on pieni. EMG-hihalla saatiin mitattua juuri sitä, mitä haluttiinkin mitata tutkimuksen aikana. Vaatteisiin integroidulla EMG-mittalaitteella mittaaminen on helppo tapa toteuttaa mittaukset e-urheilijalle luonnollisessa ympäristössä. Tutkimuksen validiteettiin alentavalla tavalla vaikuttaa mittalaitteen sijainti pelaajan kyynärvarressa. Yksi pelaaja kertoi hihan vaikuttavan hieman kyynärvarren liukumiseen ja liikkumiseen käsituen päällä, joka häiritsi hieman pelaamista. Validiteettiin vaikuttaa myös mittalaitteen rekisteröimät mittavirheet, joita esiintyi yhden pelaajan kohdalla.

Lähteet

- Armstrong, P. 2017. +46 Million Watched Live Esports Event (+10 More Than Trump Inauguration Broadcast). Artikkelin Forbesin WWW-sivuilla. Viitattu 19.9.2018. <https://www.forbes.com/sites/paularmstrongtech/2017/03/16/46-million-watched-live-esports-event-10-million-more-than-trump-inauguration-broadcast/#7e0f98af91f4>
- Collan, K. 2017. Elektronisen ja perinteisen urheilun vertailua. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 28.6.2017 <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/54028/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201705182408.pdf?sequence=1>
- Finni, T., Hu, M., Kettunen, P., Vilavuo, T & Cheng, S. Measurement of EMG activity with textile electrodes embedded into clothing. Viitattu 18.10.2018 https://www.researchgate.net/publication/5868980_Measurement_of_EMG_activity_with_textile_electrodes_embedded_into_clothing
- E-sports earnings, 2018. Largest overall prize pools. Tilasto e-sports earnings WWW-sivuilta. Viitattu 19.9.2018 <https://www.esportsearnings.com/tournaments>
- Gaudiosi, J. 2017. As Esports Grows, So Does Need for Esports Doctors. Artikkelin Variety WWW-sivuilta. Viitattu 11.10.2018 <https://variety.com/2018/gaming/features/esports-doctor-1202796749/>
- Graham, B.A. 2017. eSport could be medal event at 2024 Olympics, Paris bid team says. Artikkelin Guardianin WWW-sivuilta. Viitattu 23.9.2018. <https://www.theguardian.com/sport/2017/aug/09/esports-2024-olympics-medal-event-paris-bid-committee>
- Hamari, J & Sjöblom, M 2017. What is eSports and why people watch it? Tampereen yliopisto. Viitattu 28.6.2017 https://www.researchgate.net/publication/306286205_What_is_eSports_and_why_do_people_watch_it
- Harrison, J. 2015. Here's the insane training schedule of a 20-something professional gamer. Artikkelin Businessinsider.com WWW-sivuilta. Viitattu 11.10.2018 <https://www.businessinsider.com/pro-gamers-explain-the-insane-training-regimen-they-use-to-stay-on-top-2015-5?r=US&IR=T&IR=T>
- Hartikainen, N. 2017. Lääkäri pelasti 29-vuotiaan ”vanhuksen” uran – palaa kilpailuun laamisen huipulle. Artikkelin Ilta-Sanomien WWW-sivuilta. Viitattu 11.10.2018 <https://www.is.fi/digitoday/esports/art-2000005408150.html>
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2016. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- Kari, T & Karhulahti, V-M 2016. Do E-athletes move? A study on training and physical exercise in elite Esports. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 28.6.2017 <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/53481/karikarhulahti.pdf?sequence=1>

- Kivikoski, O 2016. Elektroninen urheilu osana nuoren vapaa-aikaa. Humanistinen ammattikorkeakoulu. Viitattu 28.6.2017 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118859/Kivikoski_Oscar.pdf?sequence=1
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2013 Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy
- Lievemursu, M. 2018. A comparison between professional traditional sports and electronic sports. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 23.9.2018 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/145553/Lievemursu_Mikko.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Litmanen, R. & Karttunen, J. 2017. Yhteisöllinen pelaaminen: E-urheilutoiminta nuorisotyössä. Opinnäytetyö. Humanistinen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/133584/Litmanen_Roope.pdf..pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S & Häkkinen, K. 2016. Huippu-urheiluvalmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy
- Myontec Oy, viralliset WWW-sivut. Viitattu 12.10.2018 <https://www.myontec.com/about/>
- Parry, J. 2018. E-sports are Not Sports. Viitattu 23.9.2018 https://www.researchgate.net/publication/326372787_E-sports_are_Not_Sports
- Rönkä, O. 2017. E-urheilu saattaa olla tulevaisuuden olympialaji: ”Missä menee urheilun raja?” Artikkelin Ylen WWW-sivuilta. Viitattu 23.9.2018 <https://yle.fi/urheilu/3-10063068>
- Stellberg, M. 2017. Asiantuntijahaastattelu Radio Rock:n lähetyksestä. Viitattu 10.10.2018 <https://www.ruutu.fi/video/3017755>
- Suomen elektronisen urheilun liitto, viralliset WWW-sivut. Viitattu 28.9.2018 <http://seul.fi/seul/>
- Suomen elektronisen urheilun liitto, viralliset WWW-sivut. Viitattu 28.9.2018 <http://seul.fi/esports/>
- Takala, O. 2018. Varapuheenjohtaja, Suomen elektronisen urheilun liitto. Haastattelu 20.8.2018
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Jyväskylä: Tammi.
- Wagner, M.G. 2006. On the Scientific Relevance of eSports. Viitattu 28.6.2017 https://www.researchgate.net/publication/220968200_On_the_Scientific_Relevance_of_eSports
- Warman, P. 2017. Esports revenue will reach \$696 million this year and grow to \$1,5 billion by 2020 as brand investment doubles. Artikkelin Newzoo.com WWW-sivuilta. Viitattu 19.9.2018 <https://newzoo.com/insights/articles/esports-revenues-will-reach-696-million-in-2017/>

Liitteet

Liite 1. Lihastaulukko ranteen ja sormien liikuttamiseen osallistuvista pinnallisista lihaksista

Toiminta	Lihakset	Hermot	Hermojuuret
Ranteen ojennus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extensor carpi radialis longus 2. Extensor carpi radialis brevis 3. Extensor carpi ulnaris 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nervus radialis 2. Nervus posterior interosseous 3. Nervus posterior interosseous 	<ol style="list-style-type: none"> 1. C6, C7 2. C7, C8 3. C7, C8
Ranteen koukistus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexor carpi radialis 2. Flexor carpi ulnaris 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nervus medianus 2. Nervus ulnaris 	<ol style="list-style-type: none"> 1. C6, C7 2. C7, C8
Sormien ojennus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extensor digitorum communis 2. Extensor indices (etusormi) 3. Extensor digiti minimi (pikkusormi) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nervus posterior interosseous 2. Nervus posterior interosseous 3. Nervus posterior interosseous 	<ol style="list-style-type: none"> 1. C7, C8 2. C7, C8 3. C7, C8
Sormien koukistus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flexor digitorum profundus 2. Flexor digitorum superficialis 3. Lumbricals 4. Interossei 5. Flexor digiti minimi (pikkusormi) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nervus anterior interosseous (pikkusormi ja nimetön); Nervus ulnaris (etu- ja keskisormi) 2. Nervus medianus 3. Nervus medianus (etu- ja keskisormi); Nervus ulnaris (pikkusormi ja nimetön) 4. Nervus ulnaris 5. Nervus ulnaris 	<ol style="list-style-type: none"> 1. C8, T1; C8, T1 2. C7, C8, T1 3. C8, T1; C8, T1 4. C8, T1 5. C8, T1