

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

NFYSIS13

2016

Emilia Eklund & Jenna Laukkarinen

KAULARANGAN ALUEEN LIHASAKTIVAATION MUUTOKSET TASAPAINOTESTIN AIKANA

– EMG-mittauksilla todennetut yhtäläisyydet
jäähkiekkoilijoilla

Emilia Eklund & Jenna Laukkarinen

KAULARANGAN ALUEEN LIHASAKTIVAATION MUUTOKSET TASAPAINOTESTIN AIKANA

- EMG-mittauksilla todennetut yhtäläisyydet jääkiekkoilijoilla

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kaularangan alueen lihasaktivaation muutokset yhden jalan tasapainon ylläpitämisen ja korjausreaktioiden aikana. Opinnäytetyössä toteutettiin empiirinen tutkimus osana Turun Yliopiston BAAC-projektia. Tutkimus toteutettiin jääkiekkoilijoille käyttäen SCAT3-lomakkeen M-BESS-testin yhden jalan staattista tasapainotestiä ja EMG-mittauksia. EMG-mittauksen ja testin videoinnin avulla todennettiin fysioterapeuttisesti havainnoiden kaularangan alueen lihasaktivaation muutoksia liikkeen aikana. EMG-mittauksessa käytettiin pintaelektrodeja, joilla tutkittiin seuraavien merkittävästi kaularangan toimintaan vaikuttavien lihasten aktivaatiota: m. sternocleidomastoideus, m. trapezius ja m. splenius capitis.

Tasapainotutkimuksen tuloksina selvisi, että kaikilla paitsi yhdellä 15 testattavasta hallitseva tukijalka oli vasen. Vasemmalla tukijalalla tehtiin vähemmän virheitä tasapainotestin aikana, joskin huojuntaa ja vartalon kompensoivia liikkeitä ilmeni enemmän. Oikealla tukijalalla testattavat tekivät enemmän virheitä, joista suurin osa oli pieniä näpäytyksiä ilmassa olevalla jalalla lattiaan. Tutkittavat käyttivät testien aikana pääsääntöisesti nilkkastrategiaa, kun taas suuremman huojunnan aikana herkästi lonkkastrategiaa. EMG-mittauksen päätuloksina ilmeni m. trapeziuksen aktivoituvan samalta puolelta huojunnan suunnan mukaan. Ainoana yhtäläisenä aktivaatiojärjestyksenä löytyi, että huojunnan suunnan puoleinen m. trapezius aktivoitui ensin, jonka jälkeen aktivoitui vastakkainen m. sternocleidomastoideus. Pääsääntöisesti yhtäaikaaisesti aktivoitui aina toinen m. trapezius ja toinen m. sternocleidomastoideus tai m. splenius capitis.

Kaularangan lihasaktivaatiossa tapahtui huomattavia muutoksia, silloin kun lantion hallinta oli puutteellinen. Kaularangan lihasten huomattiin myös aktivoituvan yhtäaikaaisesti tärähdyksen aikana, mahdollisesti suojatakseen rankaa vauriota. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää tasapainoa tutkiessa ja harjoittaessa, huomioiden eri kehon osien liikkeen vaikutukset toisiinsa.

ASIASANAT:

EMG, fysioterapia, jääkiekko, kaularanka, lihasaktivaatio, päävamma, tasapaino

Emilia Eklund & Jenna Laukkarinen

CHANGES IN THE NECK MUSCLE ACTIVATION DURING A SINGLE LEGGED BALANCE TEST

- Similarities verified with an EMG study between the ice hockey players

The purpose of this Bachelor's thesis was to study the changes in neck muscle activation during maintaining balance in a single legged balance test. An empiric research was done as part of the BAAC project at the University of Turku.

The research was executed with ice hockey players using SCAT3, Modified Balance Error Scoring System -test and an EMG study. By videotaping the single legged static balance test and EMG study, it was able to define the changes in muscle activation during the balance test. Surface electrodes were placed on three muscles that mostly affect cervical spine's function; m. sternocleidomastoideus, m. trapezius and m. splenius capitis. The results of the balance test were that 14 from 15 players had the left leg as the dominant supporting leg. There were less mistakes made with the left leg, even though more swaying and compensatory movement from the upper body was discovered. The ice hockey players mostly used ankle strategy to maintain balance during the test, but during larger swaying they used hip strategy easily. As the main result from the EMG study was found that the m. trapezius activates from the same side as the swaying direction. In this group the only common muscle activation order was that the m. trapezius activated first and then the m. sternocleidomastoideus activated from the opposite side of the swaying direction. Mainly m. trapezius and m. sternocleidomastoideus or m. splenius capitis activated at the same time during the balance test.

Changes in the neck muscle activation were major when pelvic control was lacking. It was also discovered that the neck muscles activated at the same time during landing resonance possibly to protect the cervical spine from injuries. The study's results can be used to prevent ice hockey players head injuries or rehabilitation.

KEYWORDS:

balance, cervical spine, EMG, head injury, muscle activation, physiotherapy

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	5
1 JOHDANTO	1
2 TASAPAINO JÄÄURHEILUSSA	3
2.1 Tasapainoon vaikuttavat aistit	4
2.2 Tasapainostrategiat	5
2.3 Kaularangan toiminnallinen merkitys tasapainossa	6
3 LIHASAKTIVAATION TUTKIMINEN EMG-LAITTEELLA	8
3.1 EMG-mittaus pintaelektrodeilla	9
4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT	11
5 TUTKIMUSMENETELMÄT	12
5.1 Tutkimusjoukko	15
5.2 Tutkimuksen toteutus	15
5.3 Aineiston analyysi	16
5.4 Aineistonkeruun reliabiliteetti ja validiteetti	17
5.5 Aineistonkeruun eettisyys	18
6 TUTKIMUKSEN TULOKSET	19
6.1 Koettu kipu viimeisen kolmen kuukauden aikana	19
6.2 Yhden jalan tasapainotestin virheet ja tasapainostrategia	20
6.3 Kaularangan alueen lihasaktivaation muutokset tasapainotestin aikana	22
7 JOHTOPÄÄTÖKSET TULOXSISTA	30
8 POHDINTA	32
LÄHTEET	34

LIITTEET

- Liite 1. SPOC 2016 Abstrakti
- Liite 2. BAAC-projektin esitietolomake

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

BAAC	Biological Assessment of Acute Concussions
M-BESS	Modified Balance Error Scoring -System
Trigger	Kohdistusmerkki EMG-laitteessa, jolla tutkimuksessa merkitään testin aloitus ja lopetus.

1 JOHDANTO

Jääkiekosta on tullut Suomessa viime vuosikymmeninä yksi suosituimmista urheilulajeista. Jääkiekko on kontaktilaji, jonka vuoksi se on saanut tapaturma-altiin lajin maineen. Jääkiekkoilijoille tyypillisiä vammoja ovat olkapää-, polvi-, lihas- sekä pään alueen vammat. (Mölsä 2004, 15, 37, 39.) Pään alueen vammoihin lukeutuu aivotärähdykset, jotka ovat yleisiä jo nuorten sarjoissa. Aivotärähdyksien osuuden arvioidaan olevan 2-10% kaikista jääkiekkoilijoiden tapaturmista. Aivotärähdyksen oirekuva on monimuotoinen, johon lukeutuu muun muassa neurologisia muutoksia kuten, muisti- ja tasapainohäiriöt sekä lyhyt tajuttomuus (Hokkanen ym. 2014). Harvinaisten selkäydinvammojen syntyyn vaikuttaviin tekijöihin on tutkittu lukeutuvan huono kaularangan alueen lihasten kunto pelitilanteisiin liittyvän nopeuden sekä kaukalon koon lisäksi. (Mölsä 2004, 39-40.) Pään alueen vammoihin johtava merkittävin tekijä on tutkittu olevan kontakti laitoihin tai jähän (Goodman ym. 2001). Urheiluvammoja tutkittaessa tulee huomioida niiden moninainen luonne. Vammamekanismi aiheutuu yleensä monien tapahtumien yhdistelmästä, kuten nopeista suunnan muutoksista, kontakteista ja nopeudesta (Aubry ym. 2016).

Aivotärähdyksen johdosta aivojen toiminta voi olla häiriintynyt. Liian aikaisin aloitettu fyysinen kuormitus voi johtaa aivojen toimintahäiriön pitkittymiseen. Pelaajan toipuminen ja oirekuva tulee arvioida ennen normaaliin harjoittelurytmiin palaamista. Arvioinnin mittareiksi suositellaan standardoituja arvioinnin työkaluja. Aivotärähdyksestä toipumiseen kuuluu myös tarvittaessa kuntoutus terveydenhuollon ammattilaisen ohjaamana. Muuan muassa heikon tasapainon on katsottu olevan suurimpia riskitekijöitä aivotärähdyksen syntyyn. (Harmon ym. 2013.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia jääkiekkoilijoiden kaularangan alueen lihasaktivaatiota tasapainon ylläpidon aikana. Tutkimus on aiheellinen, sillä aiempaa tutkimustietoa kyseisestä aiheesta löytyy niukasti. Tasapainoon vaikuttavia tekijöitä on tutkittu laajasti, mutta kaularangan alueen lihasaktivaatiota tasapainon ylläpidon aikana ei ole juuri tutkittu (BAAC-projekti, TY). Chengin ym. (2015) tutkimuksessa tutkittiin kaularangan alueen ja kehon lihaksien aktivaatiota asentokontrollin muutosten aikana tasapainoa ulkoisesti horjuttaessa. Tutkimus keskittyy lihasten aktivoitumiskaavan muutoksiin lihasväsymyksen tai kroonisen niskakivun aiheuttamana. (Cheng ym. 2015.)

Tässä opinnäytetyössä toteuttavan tutkimuksen avulla saadaan tietoa jääkiekkoilijoiden tasapainosta ja mittauksen aikana aktivoituneista kaularangan alueen lihaksista. Saatua

tutkimustietoa voidaan hyödyntää erityisesti jääkiekkoilijoiden tasapainon harjoittamisessa sekä mahdollisesti ennaltaehkäistä jäällä tapahtuvia vammoja. Heikko tasapaino ja kaularangan alueen alentunut liikkuvuus ja lihasten aktivaationopeus voivat altistaa vammoihin. Kaularankaa tukevien lihasten harjoittamisen on tutkittu lisäävän niiden aktivaationopeutta, jolloin trauman aiheuttama suojaspasmi tukee rankaa tehokkaammin (Hu & Woollacott 1993). Tutkimuksen tavoitteena on lisätä teoreettista pohjaa tasapainon testaukseen ja harjoittamiseen. Tutkimustuloksia sovellettaessa tietämys tasapainoon vaikuttavista tekijöistä kaularangan alueella lisääntyy. Fysioterapiassa tasapainoa ja kaularankaa tukevia lihaksia harjoittamalla voidaan ennaltaehkäistä kaularangan alueen vammoja (BAAC-projekti, TY).

Opinnäytetyö toteutettiin osana Turun Yliopiston ja TYKS:an BAAC-projektin tutkimusryhmää. BAAC-projektin tavoitteena on selvittää toipumista kontaktiurheilun aiheuttamasta traumaattisesta aivovammasta. BAAC-projekti tekee yhteistyötä kontaktilajien urheiluseurojen kanssa. Opinnäytetyön tutkimuksen tavoitteena oli luoda uutta tutkimustietoa BAAC-projektille kaularangan alueen toiminnasta.

2 TASAPAINO JÄÄURHEILUSSA

Tasapaino voidaan määritellä asentokontrolliksi, joka on kykyä kontrolloida vartalon massaa ja sen painopistettä painovoimaa ja muita vaikuttavia voimia vastaan (Carr & Shepherd 2010, 163). Tasapaino on tärkeä elementti jokapäiväisissä askareissa ja urheilussa (Bell ym. 2011). Tasapaino, eli vakaan asennon säilyttäminen on keskushermoston taito, jonka se on oppinut ulkoisen ja sisäisen sensorisen palautteen avulla. Tasapaino koostuu lukuisista neuromuskulaarisista ja mekaanisista tapahtumista kehossa. (Carr & Shepherd 2010, 163; Levangie & Norkin 2005, 481.) Kehossa tapahtuu jatkuvasti pieniä tasapainottavia liikkeitä ja huojuntaa ylläpitääkseen tasapainoa (Kauranen & Nurkka 2010, 341). Agonistien, antagonistien ja synergistien tulee työskennellä koordinoitusti yhteistyössä vallitsevia voimia vastaan (Carr & Shepherd 2010, 193). Asennon säätelyn tavoitteina ovat kehon kontrollointi ympäristössä, kehon painopisteen säilyttäminen tukipinta-alalla sekä pään asennon stabilointi pystysuuntaan (Levangie & Norkin 2005, 481).

Tasapaino voidaan jakaa dynaamiseen ja staattiseen tasapainoon. Staattisen tasapainon ylläpito vaatii palautetta somatosensoriikalta, näköaistilta ja vestibulaarijärjestelmältä. (Bell ym. 2011.) Staattisessakin asennossa vartalon ja raajojen lihakset työskentelevät painovoimaa vastaan säilyttäen asennon halutunlaisena. Tästä johtuen monia asentoja voidaan pitää aktiivisina, vaikka ulkopuolista liikettä ei näkyisikään. (Kauranen & Nurkka 2010, 26-27.) Jääurheilussa tarvitaan pääasiassa dynaamista tasapainoa, joka on kykyä säilyttää tasapaino liikkeessä ja suorittaessa toimintoja (Bhat & Moiz 2013). Pelkän asennon säilyttämisen lisäksi dynaamisen tasapainon hallinta vaatii keholta tasapainottavia liikkeitä erilaisten tehtävien suorittamisen aikana, jolloin painopisteen sijainti voi vaihdella suuresti. Suoritus koostuukin itse tehtävästä sekä kehon tasapainottavasta liikkeestä, joka vaatii oikea-aikaista lihaksen supistumisnopeutta ja –voimakkuutta. (Levangie & Norkin 2005, 481.)

Asennon vakauteen ja sen ylläpitämiseen vaikuttaa keskeisesti tukipinnan suuruus ja painopisteen sijainti tukipintaan nähden. Tukipinnan muodostaa alue, joka jää alustaa koskettavien kehon osien alle ja näiden kontaktipintojen väliin. Laajalla tukipinta-alalla on helpompi ylläpitää tasapainoa. Asentokontrollia haastetaan tukipinnan pienentyessä. (Kauranen & Nurkka 2010, 27, 247.) Ihminen pysyy sitä paremmin tasapainossa, mitä

alempana painopiste sijaitsee. Tasapaino säilyy niin kauan kuin painopisteen kautta piirretty luotisuora leikkaa tukipinnan. (Kauranen & Nurkka 2010, 246.)

Tasapaino vaikuttaa merkittävästi urheilijan suorituskykyyn. Jääurheilu vaatii stabiiliteettia urheilijan liikkussa, nopeissa reaktioissa ja vaihtuvissa olosuhteissa. Jääkiekon lajinomaisissa tilanteissa tasapaino häiriintyy ulkoisista tekijöistä johtuen, kuten nopeista suunnanmuutoksista, vastustajan kontaktista, harhautuksista ja mailan käytöstä. Hyvä tasapaino edellyttää havaintokykyä sekä neuraalisen säätelyn kautta vaikutettavaa liikkeen voimantuoton, suunnan ja koordinaation hallintaa. (Bhat & Moiz 2013.) Tasapainon ylläpito edellyttää lisäksi nivelliikkuvuutta ja lihasvoimaa, suhteellisen voimantuoton on oltava jääkiekossa hyvin suuri (BAAC-projekti, TY).

2.1 Tasapainoon vaikuttavat aistit

Ihminen saa informaatiota liikkeistä ja asennoista kehon aistijärjestelmien kautta. Tasapainon säätelyyn osallistuu monia erilaisia aistijärjestelmiä, joista keskeisimmät ovat sisäkorvan vestibulaari- eli tasapainojärjestelmä, näköaisti ja proprioseptiikka. (Kauranen & Nurkka 2010, 342.) Proprioseptoreilla saadaan sensorista tietoa kehosta, syvältä nivelistä ja kudoksesta, jonka avulla ihmisellä on asentotunto. Proprioseptiset hermopäätteet aistivat lihasten pituuden ja jänteyden sekä painetuntemuksen jalkapohjasta. Näin tunnistamme ja säätelemme nivelten ja raajojen asentoja, liikkeen suuntaa sekä vauhdin ja voiman tuottoa. (Carr & Shepherd 2010, 235-236; Guyton & Hall 2010, 1068-1070.) Proprioseptisiä aistilähteitä ovat lihaksen erilaiset sensoriset aistielimet. Tärkeä aistielin on myös sisäkorvan tasapainoelin, jonka kautta saadaan tietoa pään asennosta. Tämä vaikuttaa olennaisesti tasapainon ylläpitämiseen. Sisäkorvan tasapainoelimessä pään liikettä aistivat ensisijaisesti liikereseptorit, jotka ovat kolmessa eri tasossa olevissa kaarikäytävissä. Myös kuuloaistin avulla saadaan tietoa ympäristöstä ja omista liikkeistä. (Kauranen & Nurkka 2010, 169-170, 343.)

Näköaisti on yksi tärkeimmistä aisteista tasapainon säätelyssä. Näköaistin avulla saadaan tietoa kehon ulkopuolelta, jonka avulla voidaan ennakoida ja ajoittaa liikkeitä. (Kauranen & Nurkka 2010, 169, 345.) Näköaistin kautta saatu sensorinen palaute vaikuttaa kaularangan ja koko vartalon asennon kontrolloimiseen. Liikkeessä silmät pyrkivät ylläpitämään stabiilia näköhavaintoa pään tai vartalon liikkussa. Kun näköaisti suljetaan pois vestibulaarijärjestelmä ja somatosensoriikka vastaavat tasapainon ylläpitämisestä. (Cech & Martin 2002, 372-374.)

2.2 Tasapainostrategiat

Asennon ylläpitämiseen vaikuttavat keskeisesti myös erilaiset refleksijärjestelmät, joista osa on tahdonalaisia ja osaan ei pystytä tahdonalaisesti vaikuttamaan. Tasapainorefleksit ovat tasapainon ylläpitämisen kannalta tärkeitä refleksejä. (Kauranen & Nurkka 2010, 169, 352.) Refleksit ovat automaattisia sensorisen ärsykkeen aiheuttamia motorisia vasteita. Refleksin laukaisee usein lihaksen nopea venyntyminen tai ihon ärsyyntyminen venytyksen tai kosketuksen seurauksena. (Kauranen 2011, 147.) Tasapainon ylläpitämiseen liittyvät strategiat voidaan karkeasti jakaa nilkka-, lonkka- ja askeleen ottamisstrategiaan sekä painopisteen alentamiseen (Kauranen & Nurkka 2010, 354).

Nilkkastrategiassa tasapainottava liike tapahtuu nilkkanivelestä ensisijaisesti eteen- taakse-suuntaisesti. Nilkkastrategiassa aktivoituu ensimmäisenä pohje- ja säären etuosan lihakset. Tämä strategia on käytössä hitaissa ja pienissä tasapainon korjaustilanteissa. (Kauranen & Nurkka 2010, 354-355.)

Lonkkastrategiaa hyödynnetään suuremmilla nopeuksilla tapahtuvissa tasapainon horjahduksissa sekä epävakaalla alustalla ja pienellä tukipinta-alalla. Lonkkastrategiassa tasapainottava liike tapahtuu lonkkanivelen fleksiolla tai ekstensiolla. (Kauranen & Nurkka 2010, 355.)

Askeleenotto horjahduksen suuntaan on yksi tapa ylläpitää tasapainoa, sillä ottamalla askel tukipinta-ala siirtyy uudelleen kehon painopisteen alle. Liikkeeseen tulee myös useimmiten mukaan yläraajojen tasapaino- ja suojareaktiot. Askeleenotto on usein viimeisin keino jota ihminen käyttää. Sen tarkoituksena on ehkäistä kaatuminen. (Kauranen & Nurkka 2010, 355-356.)

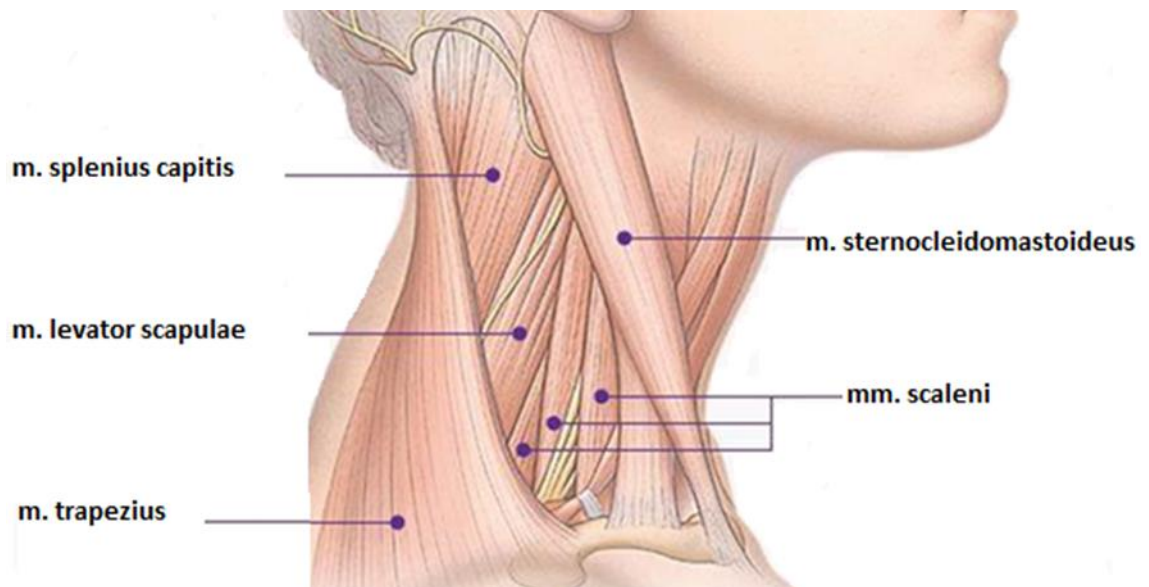
Painopistettä alentamalla voidaan parantaa ja korjata tasapainoa. Tämä tapahtuu pääasiassa koukistamalla molempia lonkka- ja polviniveliä, jolloin kehon painopiste laskeutuu alemmaksi. Tasapaino on tällöin vakaampi, sillä tarvitaan suurempia vääntömomentteja siirtämään painopiste tukipinta-alan ulkopuolelle. Lonkka- ja polviniveliä koukistaminen lisää myös jousenkaltaista joustoa, mikä helpottaa tasapainon hallintaa varsinkin dynaamisissa suorituksissa. (Kauranen 2011, 185.)

2.3 Kaularangan toiminnallinen merkitys tasapainossa

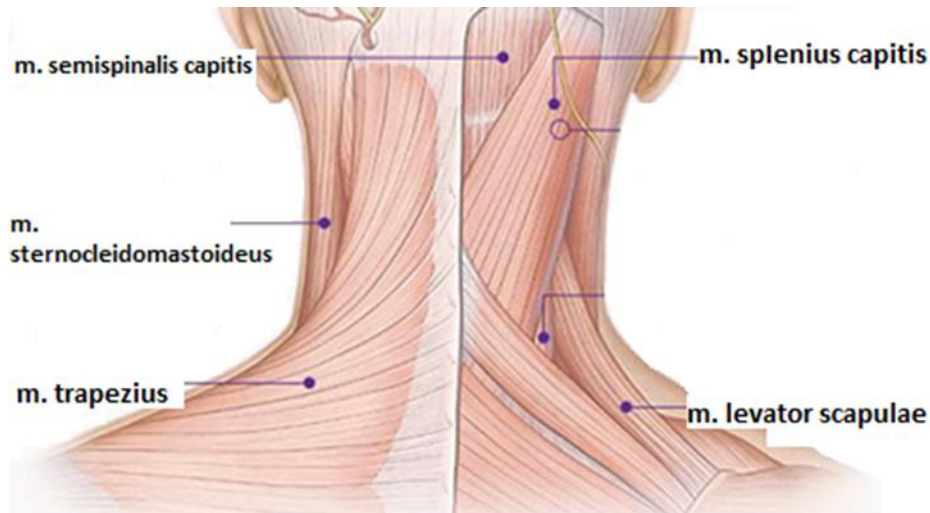
Kaularangan tärkein tehtävä on kannatella päätä, jonka seurauksena kaularangan alueen lihaksissa on jatkuva, kevyt lihasaktivaatio. Lihasaktivaation tarkoituksena on tukea aistinelinten toimintaa asettamalla pää asentoon, jossa silmien yhdyslinja on horisontaalitasossa. (Reichert 2008, 169.) Aistinelinten kautta saatava palaute on tärkeä tasapainon ylläpitämisen kannalta.

Kaularangan tärkein ja laajin liikesuunta on rotaatio. Liikkuessa ja reagoidessa on kyettävä kääntämään päätä tarkasti ja nopeasti hahmottaakseen ympäristöä. Kaularangan liikkeet vaativat lihasten koordinaatiota sekä voimaa liikkeen suorittamisessa ja jarruttamisessa. Kaularangan liikkuvuuteen vaikuttaa muun muassa ikä, pehmytkudosten venyvyys sekä fasettinivelten nivelpintojen suunnat, eli luiset rakenteet. (Reichert 2008, 169, 173.)

Kaularankaa ympäröi monikerroksinen lihaksisto, joka vastaa kaularangan liikehallinnasta ja stabiliteetista. Kaularangan lihasaktivaatio kasvaa tasapainoa haastaessa. Kuviissa 1. ja 2. esitetyt pinnallinen m. trapezius pars descendens, syvämpi m. splenius capitis ja kaularangan etupuolella sijaitseva m. sternocleidomastoideus ovat merkityksellisiä kaularangan toiminnassa. (Viikari-Juntura ym. 2015. Fysiatria lehti.)



Kuva 1. Kaularangan anatomia lateraalisesti. (Mukailtu <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/dd/6e/22/dd6e22021a9f2544cd432d001ffce65b.jpg> mukaan.)



Kuva 2. Kaularangan anatomia dorsaalisesti. (Mukailtu <http://www.apmct.com/general/chiropractic-and-headaches-northhaven/> mukaan.)

M. trapezius pars descendensin, eli trapezius lihaksen yläosan tehtäviin kuuluu hartia-arenaan laskeutumisen estäminen, lapaluun nostaminen sekä lapaluun ollessa fiksoituna kaularangan lateraalifleksio. Lihaksen aktivoituessa molemmin puolin se ekstensoi kaularanka. (Hebgen & Richter 2014, 128; Pabst & Putz 2009, 22.)

M. splenius capitis osallistuu kaularangan lateraalifleksoon ja ipsilateraaliseen rotaatioon aktivoituessaan vain toiselta puolelta. Molemmilta puolilta aktivoituessa sen tehtävänä on kaularangan ekstensio. (Hebgen & Richter 2014, 140; Pabst & Putz 2009, 27.)

M. sternocleidomastoideuksen tehtäviin kuuluu kaularangan ipsilateraalinen lateraalifleksio ja kontralateraalinen rotaatio aktivoituessaan vain toiselta puolelta. Yhtä aikaa molemmilta puolilta aktivoituessa lihas osallistuu kaularangan fleksioon sekä hyperekstensiossa pään eteenpäin työntämiseen ja ekstension avustamiseen yhdessä posterioristen kaularangan lihasten kanssa. (Hebgen & Richter 2014, 87, 130; Pabst & Putz 2009, 14.)

3 LIHASAKTIVAATION TUTKIMINEN EMG-LAITTEELLA

EMG, eli elektromyografia on menetelmä, jolla tutkitaan lihaksen neuromuskulaarista, sähköistä toimintaa. Menetelmän avulla tutkitaan ja rekisteröidään lihaskalvolla tapahtuvia sähköisiä potentiaalimuutoksia lihasjännityksen aikana. Tiedonkäsittelykyvyn kehittymisen myötä signaaleja pystytään rekisteröimään ja analysoimaan tehokkaasti pitkien, reaaliaikaisten seurantojen osalta. Elektromyografiaa käytetään lääketieteessä muun muassa neurologisten potilaiden patofysiologisten tilojen diagnosoinnissa, urheiluvammennuksessa ja fysioterapiassa. Fysioterapiassa elektromyografiaa käytetään hermolihasjärjestelmän kuvaamiseen erilaisissa kävely- ja ergonomiatutkimuksissa, opetustilanteissa, havainnollistamisessa sekä hoidon vaikuttavuuden seurannassa. (Kauranen & Nurkka 2010, 303-304, 307, 316.)

Hermoston sähköiset impulssit säätelevät lihasten motorisia yksiköitä, jotka vastaavat lihaksen supistumisesta (Carr & Shepherd 2010, 196). Hermostossa syntynyt aktiopotentiaali siirtyy synapsien yli sen hermottavien lihassolujen kalvoille. Lihassolukalvoilla aktiopotentiaali etenee molempiin suuntiin sekä syvemmälle lihassoluun aiheuttaen yhden motorisen yksikön aktiopotentiaalin. Lihaksen fysiologian mukaan useat motoriset yksiköt aktivoituvat samanaikaisesti käynnistäen lihaksen supistuksen. (Merletti & Parker 2004, 7; Kauranen & Nurkka 2010, 305.) Aktivoituneiden motoristen yksiköiden määrä on suoraan verrannollinen lihaksen supistumisvoimakkuuteen (Disselhorst-Klug ym. 2008). Lihaksissa ja ympäröivissä kudoksissa leviävät aktiopotentiaalit ja potentiaalierot voidaan rekisteröidä ihon pinnalle tai lihaksen sisälle asetettavien elektrodien avulla. Useiden motoristen yksiköiden peräkkäiset aktiopotentiaalit summautuvat elektrodien alla muodostaen EMG-signaalin. (Kauranen & Nurkka 2010, 305.)

EMG-signaali koostuu kapean käyrän muodostamasta kohinasignaalista. Lähempää tarkastellessa käyrä koostuu peräkkäisistä erikorkuisista positiivisista ja negatiivisista piikeistä. Signaali rakentuu puhtaasti elektrodien rekisteröimästä, ympäröivien kudoksien suodattamasta lihaksen sähköisestä toiminnasta ja ympäristöstä sekä liikkeestä aiheutuvasta kohinasta. Bipolaarisella tekniikalla mittausseläimet vertaavat kahden mitattavan lihaksen päälle asetetun elektrodin potentiaalieroja sivummalle asetettuun referenssielektrodiin taustakohinan minimoimiseksi. (Kauranen & Nurkka 2010, 305-306.)

Elektrodien keräämä signaali kulkeutuu vahvistimen sekä suodattimen kautta EMG-laitteeseen (Kauranen & Nurkka 2010, 315). Suodattimen avulla signaalista poistuu häiriöitä, jotta lihasaktivaatio saadaan taltioitua mahdollisimman puhtaasti (Basmajian & De Luca 1985, 21). Heikon signaalin kulkeutuminen vahvistimen ja suodattimen kautta saattaa vaikuttaa mittaustuloksien luotettavuuteen, joka voidaan minimoida laadukkaita mittaustuloksia käyttämällä ja mittausten tarkalla valmistelulla. (Kauranen & Nurkka 2010, 315.) Elektrodeista lähtevien kaapeleiden liike voi lisätä häiriösignaalia. Häiriön vähentämiseksi kaapelit voidaan teipata ihoon sekä kiinnittää kannettava keruulaite testattavan henkilön vyötärölle. Kannettavan keruulaitteen käyttö antaa lisäksi testattavalle mahdollisuuden liikkumiseen laajemmalla alueella ja myös virhelähteet vähenevät. (Kauranen & Nurkka 2010, 310.) Taltioitu EMG-signaali siirretään analysointiohjelmaan, joka muodostaa signaalista havainnollistavia kohinasignaaleja. Kaaviossa vaaka-akseli kuvastaa aikaa kulkien vasemmalta oikealle. Kaavioon muodostuva käyrä kulkee vaakasuunnassa vasemmalta oikealle lihaksen ollessa levossa. Lihaksen aktiivisuus näkyy käyrän voimakkaana pystysuuntaisena liikkeenä sähköisiä impulsseja kuvaten. Mitä pidempi pystysuuntainen liike on, sitä suurempi on lihasaktivaation taso (Disselhorst-Klug ym. 2008).

EMG-signaalista kykenee päättämään, milloin lihas supistuu, kun sitä ei silmämääräisesti juurikaan pysty havainnoimaan. Pelkästä EMG-signaalista ei kuitenkaan pysty päättämään millaisissa tilanteissa ja liikkeissä tieto on kerätty. EMG-laitteen kanssa voidaan käyttää myös muita biosignaaleja kerääviä laitteita yhdistämällä laitteet toisiinsa tai yhdistämällä videokuva testaustilanteeseen. Aloitus- ja lopetussignaalit merkkamalla sähköimpulssilla voidaan yhdistää useamman laitteen tiedot samalle aikajalalle paikallista lihaksen sähköinen aktiivisuus tietyssä vaiheessa liikettä. (Kauranen & Nurkka 2010, 323-324, 326.)

3.1 EMG-mittaus pintaelektrodeilla

Yleisimmät EMG-mittauksen perusteella selvittävät ilmiöt ovat aktivoituuko lihas silloin, kun sen pitäisi ja toisaalta aktivoituuko lihas silloin kun sen ei pitäisi. Näiden lisäksi signaalista voidaan tarkastella, onko lihaksen aktivaatio katkonainen, onko havaittavissa refleksitoimintaa sekä verrata symmetrisyyttä toisen puolen vastaavaan lihakseen. (Kauranen & Nurkka 2010, 317, 325.)

EMG-signaalin taltioimiseen käytetään pinta-, lanka-, neula- ja vaatteisiin kiinnitettäviä elektrodeja. Ennen elektrodien kiinnittämistä iho valmistellaan kuolleeseen ihosolukon poistamisella, desinfiomisella ja tarvittaessa ihokarvojen ajamisella kontaktin varmistamiseksi. Bipolaarisella menetelmällä kaksi elektrodi asetetaan mitattavan lihaksen massan päälle lihassyiden suuntaisesti. Elektrodit asetetaan lähekkäin, niin ettei niiden keskikohtien etäisyyden tulisi ylittää 2cm. Kohinaa vastaanottava ja mittaavien elektrodien potentiaalieroja vertaava referenssielektrodi asetetaan sivummalle muun kudoksen päälle. (Kauranen & Nurkka 2010, 306-309.)

EMG-signaalin keräämiseen tarkoitettujen pintaelektrodien käyttöön ei tarvitse erillistä lupaa tai koulutusta (Kauranen & Nurkka 2010, 307). Niitä käytetään erityisesti suurten ja pinnallisten lihasten mittaamiseen. Pintaelektrodit kiinnitetään nimensä mukaan ihon pinnalle tarran avulla, jonka vuoksi ne ovat käyttäjäystävällisempiä kuin neulaelektrodit. Tarra pitää elektrodin paikallaan liikkeen aikana. Elektrodien keskellä on sähköä johtavaa geeliä signaalin johtamiseksi kudoksesta varsinaiseen elektrodiin. Elektrodit kiinnitetään erikseen siirtokaapeleihin neppareiden avulla. Toistettavuuden vuoksi mittauksessa raportoidaan elektrodien ominaisuudet ja käytetään jokaisella testattavalla ja tutkimuskerralla samanlaisia elektrodeja. (Kauranen & Nurkka 2010, 308-309.) Opinnäytetyön tutkimuksessa käytetään kuvassa 3. esitetyjä kertakäyttöisiä Skintact-pintaelektrodeja.



Kuva 3. Pintaelektrodit.

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa uutta tutkimustietoa BAAC-projektille kontaktiurheilijoiden suorituskyvyn arviointiin ja kehittämiseen. Opinnäytetyössä tutkittiin kaularangan toimintaan merkityksellisesti vaikuttavien lihasten aktivaation muutoksia staattisen yhden jalan tasapainotestin aikana. Opinnäytetyön tutkimuksessa selvitettiin tasapainotestissä tapahtuvien liikkeiden ja tasapainoreaktioiden aikaansaamia muutoksia lihasaktivaatiossa. Tavoitteena oli löytää tutkimusjoukon sisällä yleistettäviä yhtäläisiä ominaisuuksia tasapainotestin ja lihasaktivaation välillä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda uutta tutkimustietoa sovellettavaksi fysioterapiaan erityisesti tasapainon tutkimiseen ja harjoittamiseen.

Opinnäytetyötä ohjaavat tutkimusongelmat

- Millainen yhden jalan tasapaino jääkiekkoilijoilla on?
 - Paljonko virheitä tapahtuu tasapainotestin aikana?
 - Mitä tasapainostrategiaa käytetään?
 - Mihin suuntaan tapahtuu huojuntaa?
- Millaisia tasapainon ylläpitoreaktioita ilmenee tasapainotestissä eri tukijalalla?
- Minkälaisia muutoksia tapahtuu jääkiekkoilijoiden kaularangan alueen lihasaktivaatiossa yhden jalan tasapainon korjausreaktioiden ja asennon ylläpitämisen aikana?

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Opinnäytetyössä toteutettiin empiirinen tutkimus, jonka tutkimustulokset koottiin kvantitatiivisessa muodossa. Yhtenä aineistonkeruumenetelmänä toimi BAAC-projektin esitietolomakkeen kipukysely (Liite 2). Kyselyllä kartoitettiin testattavan harjoittelutausta, vammat ja kiputilat. Menetelmän tarkoituksena oli selvittää testattavan soveltuvuus osallistua testiin vammat sekä kiputilojen voimakkuus huomioiden. Lisäksi kyselyn perusteella voitiin tehdä johtopäätöksiä vammojen tai kiputilojen mahdollisista vaikutuksista testituloksiin.

Tasapainon aineistonkeruumenetelmänä toimi yhden jalan staattinen tasapainotesti. Tasapainotesti on maailmanlaajuisesti urheilijoiden käytössä olevan SCAT3-lomakkeen Modifioitu Balance Error Scoring System -testi (Terve urheilija 2013). SCAT3-arviointilomake on yleisesti käytössä kansainvälisillä urheiluliitoilla, kuten FIFA (International Federation of Association Football) ja IIHF (International Ice Hockey Federation). SCAT3 on standardoitu mittari, jolla arvioidaan yli 13-vuotiaiden urheilijoiden mahdollisesti saamaa aivotärähdystä kontaktiurheilussa. (Azad ym. 2016.) Testi on luotettava ja toistettavissa testin ohjeiden mukaisesti (Bell ym. 2011).



Kuva 4. Testiasento.

Testiasento on suunniteltu tasapainoa haastavaksi. Testiasennossa testattavilta suljettiin pois yhtäaikaaisesti useita tasapainon ylläpitämiseen käytettyjä menetelmiä. Testi suoritettiin paljain jaloin yhden alaraajan varassa seisten, jolloin tukipinta-ala on pienennetty. Testialustana toimi pehmeä 15mm paksuinen airex-matto, jolloin tasapainon ylläpitäminen on haastavampaa. Testin ajaksi näköaisti suljettiin pois sulkemalla silmät, joka on yksi tärkeimmistä tasapainoa säätelevistä aisteista. Lisäksi kädet ovat lanteilla, jolloin yläraajojen kompensoivat liikkeet tasapainon ylläpitämiseksi ovat suljettu pois. Testissä tavoitteena on seistä 20 sekuntia mahdolli-

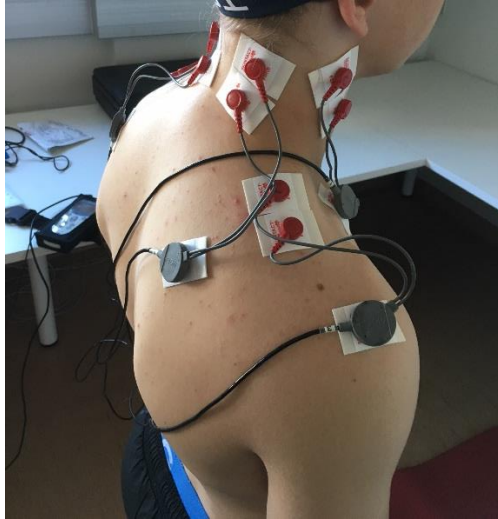
simman vähillä virheillä testiasennosta. Testiasento on esitetty kuvassa 4. Virheiksi laskettiin käsien nostaminen pois suoliluun harjalta, silmien avaaminen, askel, kompuointi tai kaatuminen, lonkan abduktiokulman suurentuminen yli 30°, jalkaterän etuosan tai kantapään nostaminen sekä testi-
asennosta poistuminen yli viideksi sekunniksi. (Azad ym. 2016.)

Tasapainotestissä tapahtuvan liikkeen aikainen kaularangan alueen lihasaktivaatio rekisteröitiin EMG-mittauksen avulla. EMG-mittauksen avulla selvitettiin milloin testattavat lihakset aktivoituivat ja kuinka voimakas aktivaatio oli. EMG-mittauksessa käytettiin kuvan 5. Turun ammatti-
korkeakoulun kahdeksan kanavaista Muscle Tester ME6000 -laitteistoa.

Laite kalibroitiin ja synkronoitiin videokameraan Kuopiossa Mega Elektroniikka Oy:n toimesta ennen opinnäytetyön mittausten aloittamista. Mittaus suoritettiin pintaelektrodeja käyttäen, joihin sisältyy epätarkkuuksia pieniä ja syvemmällä sijaitsevia lihaksia tutkittaessa. Elektrodit aseteltiin kolmen kaularangan toimintaan merkityksellisesti vaikuttavan lihasparin päälle kuvan 6. mukaisesti. Kaksi pintaelektrodi asetettiin jokaisen mitattavan lihaksen päälle lihassyiden suuntaisesti sekä yksi referenssielektrodi läheiselle luiselle alueelle.



Kuva 5. EMG-laitteisto.



Kuva 6. Pintaelektrodien asettelu.

Asettelyn apuna käytettiin lihaspareille tyypillisiä palpoinnikkeinoja: M. trapezius pars descendensin etureuna rajaa claviculan yläpuolella olevaa kuoppaa dorsaalisuuntaan. Lihaksen etureuna on helppo palpoida ja seurata sen kulkua painamalla hieman kraniomediaalisuuntaan. (Reichert 2008, 198.) Testattavaa pyydettiin nostamaan hartiaa kohti korvaa lihaksen hahmottamiseksi ennen elektrodien kiinnittämistä. Referenssielektrodi asetettiin acromionin päälle.

M. sternocleidomastoideuksen palpoinnissa voi hyödyntää lihaksen aktiiviteettia sen hahmottamiseksi. Tällöin testattava teki kevyesti vastustetun kaularangan rotaation, jolloin lihas palpoitiin vastakkaiselta puolelta kaularangan etuosasta. (Reichert 2008, 199.) Referenssielektrodi asetettiin claviculan päälle.

M. splenius capitis on niskan alueen vahva lihas. M. splenius capitiksen palpaatio on hieman haastavampi ja usein sitä on aktivoitava voimakkaasti sen sijainnin hahmottamiseksi. Se saadaan aktivoitumaan kaularangan aktiivisella ekstensiolla, rotaatiolla ja sivutaivutuksella palpoitavalle puolelle. Sormenpää asetettiin laakeasti takaraivon reunaan m. semispinalis capitiksen ja m. sternocleidomastoideus väliseen tilaan kaularangan ollessa neutraalissa asennossa. Tämän jälkeen testattavaa ohjattiin viemään pää ekstensioon, rotaatioon ja sivutaivutukseen kevyttä vastusta vastaan, esimerkiksi pyytämällä katsomaan olkapäänsä yli. (Reichert 2008, 200.) Referenssielektrodi asetettiin spina scapulaen päälle.

Testaustilanne videoitiin, joka toimi fysioterapeuttisen havainnoinnin apuvälineenä. Videokuvaus tapahtui testaustilanteesta testattavan takaa. Videokuva oli synkronoitu

EMG-laitteeseen, jolloin voitiin analysoida tarkasti tietyn liikkeen ja lihasaktivaation yhteyttä. Merkityksellisimpänä tekijänä havainnoitiin kaularangan alueen lihasaktivaation muutoksia tasapainoreaktioiden aikana.

5.1 Tutkimusjoukko

Tutkimuksessa käytettiin otantatutkimusta. Tutkimuskohteena oli juniorijääkiekkoilijoiden joukkue ja otoksena left-kätiset pelaajat. Tutkimusjoukko rajattiin left-kätisiin pelaajiin sen yleisyyden vuoksi ja kätisyyden aiheuttamien mahdollisten eroavaisuuksien välttämiseksi EMG-tutkimuksissa. Otoksen suuruus oli 15 ja ikähaarukka 15-17 vuotta. Otoksesta kolme oli maalivahteja ja loput kenttäpelaajia. Tutkimusjoukoksi valittiin juniorijääkiekkojoukkue, jolloin ikähaarukka on pieni, he ovat perusterveitä ja lajinomaisesti ruumiin rakenteeltaan samankaltaisia.

5.2 Tutkimuksen toteutus

Ennen testausta pelaajat saivat toimeksiantajan kautta BAAC-projektiin liittyvän kutsun opinnäytetyön tutkimukseen. Testattavat varasivat ajan testaukseen Doodlessa olevan taulukon kautta. Esitestaus ja mittaukset suoritettiin Turun Yliopiston tiloissa, Medisiinassa. Tasapainotesti ja EMG-tutkimus suoritettiin pelaajien kesäkauden alussa, jolloin heillä ei ollut jääharjoituksia eikä otteluita. Testattavilla oli tässä vaiheessa kautta viidesti viikossa oheisharjoittelua sekä lisäksi mahdolliset omatoimiset harjoitukset. Testaustilanteessa ne, jotka eivät olleet aiemmin olleet mukana BAAC-projektissa allekirjoittivat videointiluvan sekä saivat mukaansa vanhempien suostumuslomakkeen kotiin täytettäväksi. Testaustilanteessa jokainen testattava täytti BAAC-projektin esitietolomakkeen.

Testaustilanteessa kuollut ihosolukko poistettiin karhealla sienellä ja iho desinfioitiin ennen elektrodien asettamista. Pintaelektrodit aseteltiin anatomisten maamerkkien mukaan valittujen palpoinkeinojen avulla. Elektrodit aseteltiin lihassmassan päälle, lihassyiden suuntaisesti bipolaarisen tekniikan mukaisesti ja referenssielektrodit läheisille luisille alueille. Testattava oli seisoma-asennossa, kun lihaksia palpoitiin ja elektrodeja kiinnitettiin. Testi suoritettiin yksi kerrallaan rauhallisen ympäristön takaamiseksi.

Tasapainotesti suoritettiin ensin ei-hallitsevalla tukijalalla testilomakkeen ohjeen mukaan pehmeällä Airex-matolla. Testi suoritettiin paljain jaloin. Testattavalle sanottiin ohjeeksi:

”Kummalla jalalla mieluummin potkaiset palloa?”. Testattavan vastatessa ”oikealla”, hallitseva tukijalka on vasen, jolloin tasapainotesti suoritetaan ensin oikealla, eli ei-hallitsevalla tukijalalla. Testattavalle näytettiin testiasento, kädet lanteilla, silmät kiinni ja toinen jalka ilmassa niin, että lonkkakulma on noin 30° ja polvikulma noin 45°. Testiasennossa yritettiin pysyä 20 sekuntia ja samalla laskettiin tapahtuvien virheiden määrä. Ennen testin alkua tarkastettiin videokamera sekä valmisteltiin koneelta EMG-mittaus. Tämän jälkeen testattavalle sanottiin ohjeeksi: ”Nosta kädet lanteille, oikea/vasen jalka ilmaan, silmät kiinni - nyt”. Sekuntikello käynnistettiin, kun testattava oli asettunut testiasentoon ja sulkenut silmänsä käskystä. Testin alkaessa ja päättyessä painettiin EMG-laitteen trigger-merkki videokuvan ja EMG-käyrän synkronoimiseksi. Tämän jälkeen testi suoritettiin hallitsevalla tukijalalla samoilla ohjeilla. Testin päätyttyä pintaelektrodit poistettiin ja iho puhdistettiin.

5.3 Aineiston analyysi

Kvantitatiivista tutkimusaineistoa analysoidessa kuvattiin tutkittavien muuttujien vaikutuksia ja yhteyksiä toisiinsa sekä niiden määrää, että yleisyyttä. Tasapainotestin tuloksia ja EMG-datan erityispiirteitä havainnollistettiin ristiintaulukoinnin ja pylväsdiagrammien avulla. Materiaali analysoitiin sekä tasapainon, että lihasaktivaation näkökulmasta. Tasapainoa analysoitiin laskemalla virheet kriteerien mukaan, arvioiden niiden laatu sekä käytetty tasapainostrategia. Askeleenottovirhe jaoteltiin lyhyeen ilmassa olevan jalan lattiaan kosketukseen, eli näpäytykseen ja selvään askeleenottoon. Selvässä askeleenotossa paino siirtyy ei-testattavalle alaraajalle. Testattavan tehdessä useita virheitä samanaikaisesti, kirjataan vain yksi virhepiste. Virallisen testiohjeen mukaan, jos testattava ei pysy alkuasennossa yli viittä sekuntia testin aloituksesta, testi päättyy ja kirjataan suurin mahdollinen virhepistemäärä, 10. Tässä tutkimuksessa testattavilta laskettiin todellinen virheiden lukumäärä huolimatta suurimmasta mahdollisesta virhepistemäärästä vertailukykyä ja yhteenvettoa varten.

Tasapainotestissä pyrittiin saamaan esille virheitä, tasapainon korjausreaktioita ja tasapainostrategia. Edellä mainittujen liikkeiden aikana tapahtuvaa kaularangan alueen lihasaktivaatiota tarkasteltiin EMG-mittauksen avulla. EMG-mittauksesta saatuja raakadata tuloksia analysoitiin synkronoidun videokuvan avulla. Tuloksia verrattiin tasapainotestin aikaiseen liikkeeseen, kuten millaisia lihasaktivaation muutoksia tapahtuu tasapai-

non säilyessä, huojuessa sekä virheitä tehdessä. EMG-dataa analysoidessa otettiin huomioon yhden yksittäisen tutkimusjoukon jäsenen yksittäisen lihaksen aktivaatiosta normaalihojuntavaihtelun minimi ja maksimi arvoista laskettuna yli 50% sähköiset impulssit (μV). Näin analysoidessa huomioitiin EMG-laitteen mahdollinen virhemarginaali luotettavuuden lisäämiseksi. Kaikissa EMG-raakadataa havainnollistavissa kuvissa vaihteluvälinä käytettiin 1000 mikrovolttia. Tasapainotestin aikana tapahtuvat virheet ja huojuunta havainnoitiin videokuvan avulla. Videosta havainnoitiin tasapainotestin aikana tapahtuvien virheiden määrä ja laatu, huojuunnan suunta sekä tasapainostrategia. Videokuvasta saatiin myös otettua kuvakaappauksia raportoinnin tueksi. Käytetyn tasapainostrategian perusteella arvioitiin vartalon käyttöä tasapainon ylläpitämisessä fysioterapeuttisesti havainnoiden. Huojuntaa arvioitiin suuntakohtaisesti oikealle ja vasemmalle.

5.4 Aineistonkeruun reliabiliteetti ja validiteetti

Validiteetin eli pätevyyden avulla arvioidaan mittaavatko aineistonkeruumenetelmät oikeita ilmiöitä (Hirsjärvi ym. 2009, 231; Holopainen & Pulkkinen 2013, 16). Validiteettia arvioitaessa otettiin huomioon millaisia epätarkkuuksia mittariin sisältyy (Vilka 2007, 150). Tässä työssä epätarkkuuksia voi ilmetä pintaelektrodien käytön johdosta pieniä lihaksia mitatessa, niiden suhteellisen laajan kosketuspinnan vuoksi. Tämä virhemarginaali huomioitiin analysoimalla realistisella tasolla olevat selvästi taustakohinasta erottuvat lihaksen sähköiset impulssit. Pintaelektrodien käyttöön voi liittyä epätarkkuuksia myös m. splenius capitiksen aktivaation taltioimisessa sen syvemmän sijainnin vuoksi. Todennäköisesti signaali ei rakentunut puhtaasti m. splenius capitiksen aktivaatiosta, vaan osittain myös muista niskan ekstensoreista. Tästä johtuen EMG-raakadatakaavioissa m. splenius capitiksen tilalla käytettiin nimitystä niskan ekstensorit (neck extensors). Analysointivaiheessa lihasaktivaatiota tutkittiin liikesuunnan kautta, jolloin tässä tapauksessa saatu signaali koostuu kuitenkin oikeansuuntaisesta aktivaatiosta. Reliabiliteettia lisäsi standardoitu tasapainotutkimus, joka on käytössä kansainvälisillä urheiluliitoilla. Tutkimuksen toistettavuutta lisäsi tarkka raportointi tasapainotestin toteutuksesta ja anatomisista maamerkeistä EMG-mittauksessa. Tämän tutkimuksen mittaustulokset eivät ole suoraan verrannollisia luistelutasapainoon, sillä käytetty tasapainotesti ei ole lajinomainen. Tutkimuksen rajauksen perusteella tutkimustulokset ovat valideja, sillä tutkimus kohdistui kaularangan alueen lihasaktivaation ja yhden jalan seisomatasapainon väliseen yhteyteen ottamatta lajin vaatimuksia huomioon.

Suurin tämän tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttava tekijä oli pieni otos, jonka vuoksi tutkimustulokset voivat olla sattumanvaraisia. Pieni otos vaikuttaa myös tutkimustulosten yleistettävyyteen. (Heikkilä 2010, 30.) Mittauksen tuloksiin tasapainotestauksen kautta saattaa vaikuttaa tutkimusjoukon vireystaso, motivaatio, vuorokauden aika sekä henkinen ja fyysinen rasitus. Mittauksen luotettavuutta lisää mittaustilanteen suorittaminen aina samassa järjestyksessä säilyttäen mittaajien roolit samoina. Testattaville annettiin samat ohjeet ja pintaelektrodeja asettaessa lihakset palpoitiin aina samalla tavalla. Videokuvaus tapahtui takaapäin, jolloin kaikkien liikesuuntien havainnointi oli haasteellista. Tutkimuksen tuloksia ei välttämättä voida pitää luotettavina tässä kappaleessa käsiteltyjen asioiden johdosta, mutta tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina sekä lähtökohtana kehittämiseen ja jatkotutkimuksiin.

5.5 Aineistonkeruun eettisyys

Tutkimuksen tekoon liittyvät eettiset kysymykset huomioitiin noudattaen hyvää eettistä käytäntöä (Hirsjärvi ym. 2009, 23). Tutkimukselle myönnettiin Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan lupa. Tutkimusjoukko koostui alaikäisistä, joten tarvittavista suostumuksista testeihin ja videokuvaukseen liittyen huolehdittiin vanhempien suostumuksen kera. Tutkimusjoukon jäsenillä oli oikeus kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen. (Hirsjärvi ym. 2009, 24.) Kaikkia tutkimusjoukon jäseniä kohdeltiin tasavertaisesti ja missään opinnäytetyön vaiheissa ei mainita seuraa, joukkuetta tai testattavien nimiä (Heikkilä 2010, 32).

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tutkimuksen rajauksen perusteella testattavat olivat left-kätisiä pelaajia. Heistä kaikilla paitsi yhdellä (n=15) hallitseva tukijalka oli vasen. Fysioterapeuttisesti havainnoituna useimmilla testattavilla hartialinja oli epäsymmetrinen, vasen hartia oli oikeaa ylempänä ja olkanivelet sisäkierrossa tasapainotestin aikana.

6.1 Koettu kipu viimeisen kolmen kuukauden aikana

BAAC-projektin esitietolomakkeen kipukyselyn mukaan 13/15 testattavasta ei ollut kokenut viimeisen kolmen kuukauden aikana päivittäisiä toimintoja haittaavia kipuja. Kuitenkin kipukyselyn mukaan suurin osa oli kokenut kipua tai särkyä jollakin taulukossa 1. esitetyllä kehonalueella. Taulukossa 1. on esitetty testattavien kokeman kivun tai särryn esiintyvyys henkilömäärittäin.

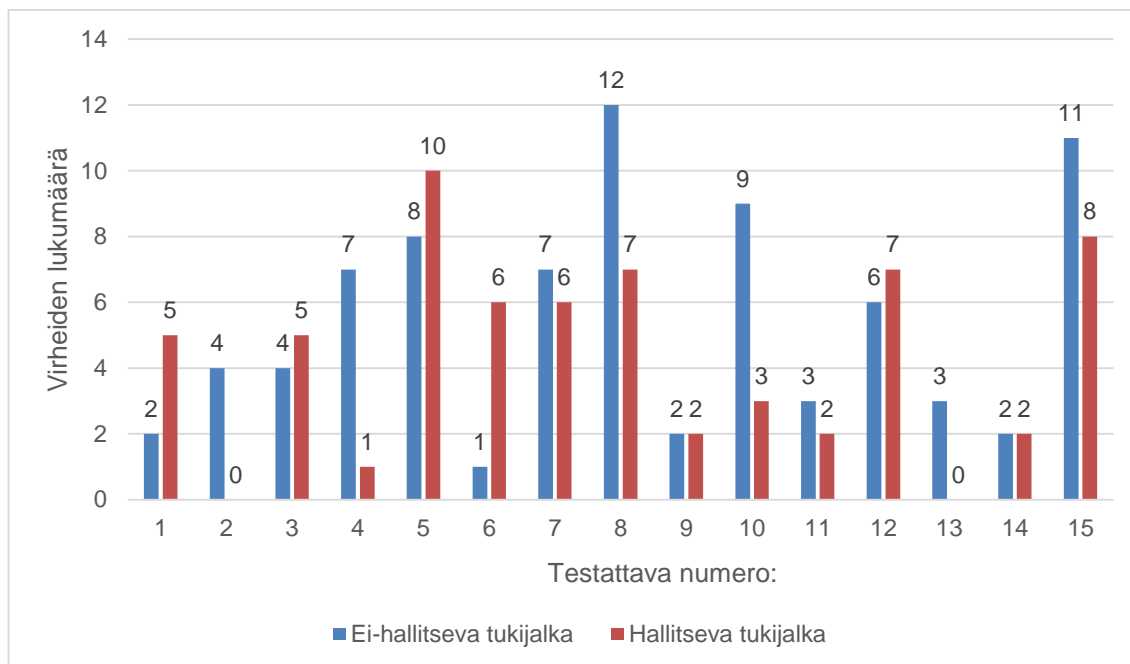
Taulukko 1. BAAC-projektin esitietolomakkeen kipukyselyn tulokset (n=15).

Koetun kivun esiintyvyys kehonosittain	Lähes päivittäin /hlö	Useammin kuin 1x/vko/hlö	Noin 1x/vko/hlö	Noin 1x/kk/hlö	Harvoin tai ei koskaan /hlö
Pää				2	13
Niska/hartiat	1		1	4	9
Yläraajat			1	2	12
Rintakehä				2	13
Vatsa				2	13
Yläselkä				4	11
Alaselkä	2			6	7
Pakarot		1	1	2	11
Alaraajat		1	2	2	10

Kerran kuussa tai harvemmin koetun kivun voimakkuus arvioitiin 1-2 tasoiseksi asteikolla 1-5 (1= hyvin lievä kipu, 5= pahin mahdollinen kipu). Kivun esiintyessä vähintään kerran viikossa kivun voimakkuus arvioitiin voimakkaammaksi, 2-4 tasoiseksi. Kaksi testattavista koki päivittäin voimakasta alaselän kipua, jotka häiritsivät pidempiä jaksoja istuessa tai jääharjoituksissa. Yksi koki päivittäistä niska-hartiaseudun kipua, joka ei kuitenkaan vaikuttanut päivittäisten toimintojen suorittamiseen. Päivittäiset kivut koettiin voimakkuudeltaan 3-4 tasoiseksi. Perehtyessä kivun alkuperään haastattelemalla, harvemmin kuin kerran viikossa koettu kipu arvioitiin olevan lihasperäistä kuormituksen aiheuttamaa kipua. Voimakkaista kiputiloista huolimatta kyseisillä testattavilla ei ilmennyt muista testattavista poikkeavia tuloksia.

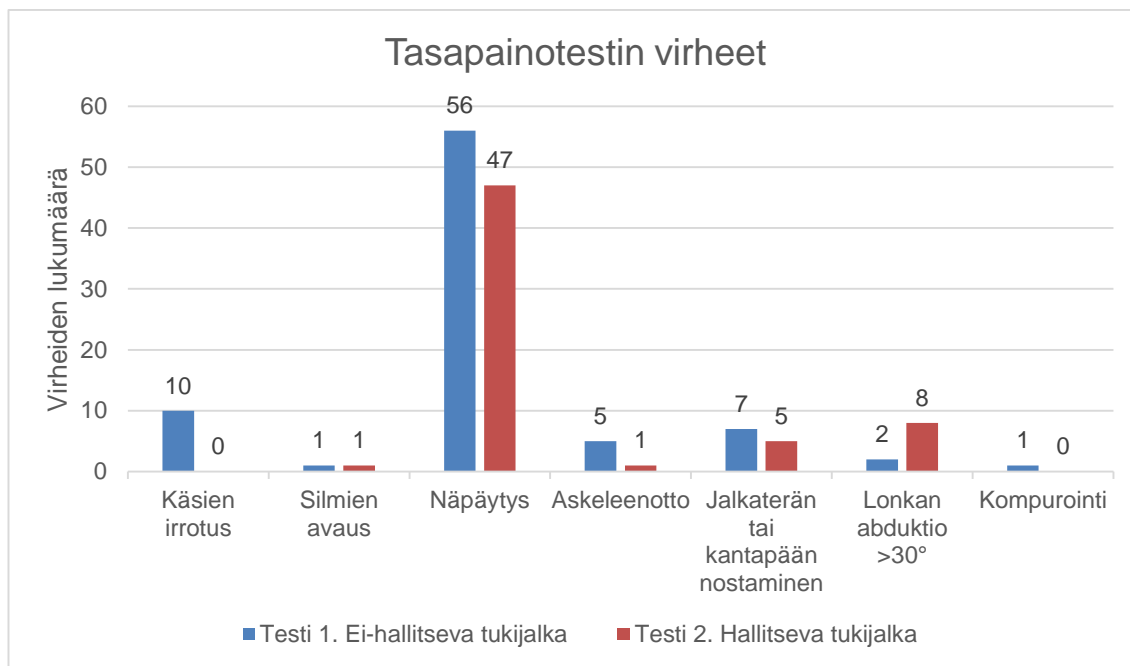
6.2 Yhden jalan tasapainotestin virheet ja tasapainostrategia

Yhden jalan tasapainotestissä 14 testattavalla vasen alaraaja ja yhdellä oikea alaraaja oli hallitseva tukijalka testiohjeiden mukaan. Tasapainotestissä ei-hallitsevan alaraajan virheiden määrän keskiarvo oli 5,4 (minimi-maksimi 1-12). Hallitsevalla alaraajalla virheiden määrän keskiarvo oli 4,1 (minimi-maksimi 0-10). SCAT3-testin mukaan suurin mahdollinen virhepistemäärä on 10, joka ylittyi vain kahdella testattavalla ei-hallitsevalla jalalla. Kuvioon 1. on koottu jokaisen testattavan virheet ei-hallitsevalla ja hallitsevalla tukijalalla. 8/15 testattavasta teki tasapainotestissä hallitsevalla tukijalalla vähemmän virheitä kuin ei-hallitsevalla. 2/15 teki virheitä yhtä paljon molemmilla tukijaloilla ja 5/15 sai vähemmän virhepisteitä ei-hallitsevan tukijalan testissä.



Kuvio 1. Testattavien tekemät virhepisteet tasapainotestissä ei-hallitsevalla ja hallitsevalla tukijalalla.

Tasapainotestissä 14 (n=15) testattavaa käytti pääsääntöisesti nilkkastrategiaa tasapainon ylläpitämiseksi videokuvasta fysioterapeuttisesti havainnoiden. Tasapainon ylläpitämisessä oli suuria eroja tutkimusjoukon sisällä. Voimakkaammin horjuessa testattavat käyttivät herkästi lonkkastrategiaa, painopisteen madaltamista sekä askeleenottoa tasapainon ylläpitämiseksi. Vartalon huojumista puolelta toiselle ilmeni jokaisella. Hallitsevalla tukijalalla testiä suorittaessa tapahtui vähemmän virheitä ja enemmän tasapainoa ylläpitävää liikettä vartalosta, kuten lonkan abduktiota. Kuviossa 1. on esitetty kaikkien testattavien yhteenlasketut virheet (n=143) ei-hallitsevan ja hallitsevan tukijalan testeistä.

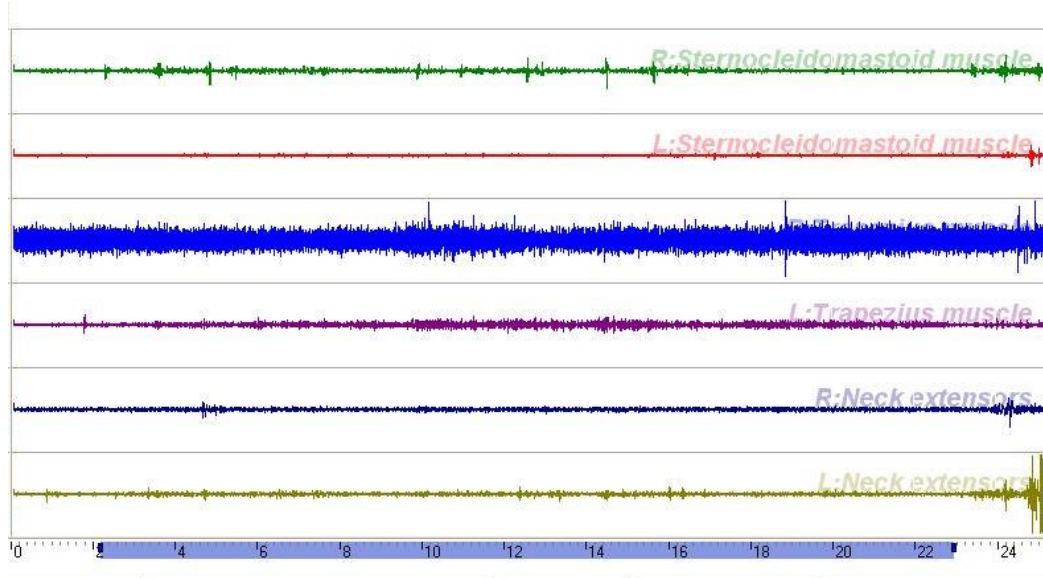


Kuvio 2. Testattavien yhteenlasketut virheet ja niiden laatu tasapainotestin aikana.

Suurin osa testissä tapahtuvista virheistä oli pieniä, lyhyitä näpättyksiä ilmassa olevalla alaraajalla lattiaan. Seuraavaksi yleisimmät virheet olivat jalkaterän tai kantapäähän nostaminen, lonkan abduktiokulman suurentuminen ja käsien irrottaminen lanteilta. 5/15 testattavista otti tasapainotestin aikana askeleen siirtäen painon voimakkaasti toiselle alaraajalla tasapainon säilyttämiseksi yhden kerran. Näistä yksi otti askeleen molempien tukijalkojen testien aikana. Pelipaikan mukaan ei ilmennyt yhtäläisiä tuloksia tasapainotestin virheiden määrässä. Kuitenkin selvästi vähemmän virheitä tekivät keskushyökkääjät, joita oli joukossa kaksi.

6.3 Kaularangan alueen lihasaktivaation muutokset tasapainotestin aikana

EMG-mittauksen perusteella viidellä (n=15) testattavalla vasen, kolmella oikea ja kolmella molemmat m. trapeziukset olivat aktivoituneena koko tasapainotestin ajan vähintään toisen tukijalan testissä. Aktivaation voimakkuuteen eivät vaikuttaneet virheet tai huojunta testin aikana. Pelipaikalla ei ollut yhteyttä jatkuvaan m. trapeziuksen aktivaatioon. Kuvassa 7. on esitetty yhden testattavan EMG-käyrä, josta ilmenee jatkuva oikean m. trapeziuksen aktivaatio koko testin ajan.



Kuva 7. Jatkuva oikean m. trapeziuksen aktivaatio esitetty EMG-raakadatanä koko tasapainotestin ajalta (sininen käyrä).

Lihaskiväation muutokset huojunnan aikana

Jokainen testattava huojui testiasennossa. Huojunnan aikaista lihasaktivaatiota havainnoitiin huojunnan suunnan mukaan oikealle ja vasemmalle videokuvan avulla. 6/15 testattavalla ei ilmennyt hallitsevalla tukijalalla ja 3/15 ei-hallitsevalla tukijalalla selviä lihasaktivaation muutoksia testissä pienen huojunnan aikana lainkaan. Lopuilla testattavista huojunta ja tasapainon korjausreaktiot kuitenkin näkyivät lihasaktivaation muutoksina EMG-käyrässä. Näillä testattavilla samat lihasaktivaation muutokset toistuivat pääsääntöisesti samansuuntaisessa liikkeessä. Taulukoihin 2. ja 3. on koottu huojunnassa aktivoituneet lihakset huojunnan suunnan mukaan. Numerot kuvaavat testattavien määrää, joilla kyseinen lihas aktivoituu säännönmukaisesti huojunnan suunnan mukaan. Taulukoista 2. ja 3. on rajattu pois yksi testattava, jolla hallitseva tukijalka oli muista poiketen oikea. Rajauksen perusteella biomekaaninen malli pysyy samana.

Taulukko 2. Lihasaktivaatio huojunnan suunnan mukaan oikea alaraaja tukijalkana.

Aktivoituneet lihakset huojunnan suunnan mukaan henkilöittäin	Huojunta oikealle	Huojunta vasemmalle
Oikea m. sternocleidomastoideus	1	7
Vasen m. sternocleidomastoideus	4	3
Oikea m. trapezius	5	4
Vasen m. trapezius	1	10
Oikea m. splenius capitis	2	4
Vasen m. splenius capitis	2	3

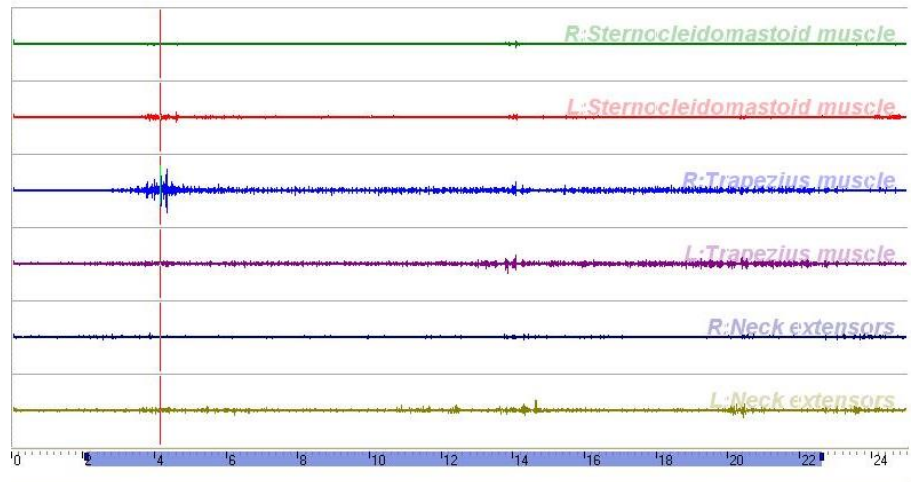
Taulukko 3. Lihasaktivaatio huojunnan suunnan mukaan vasen alaraaja tukijalkana.

Aktivoituneet lihakset huojunnan suunnan mukaan henkilöittäin	Huojunta oikealle	Huojunta vasemmalle
Oikea m. sternocleidomastoideus	3	2
Vasen m. sternocleidomastoideus	3	2
Oikea m. trapezius	9	-
Vasen m. trapezius	3	7
Oikea m. splenius capitis	3	2
Vasen m. splenius capitis	3	-

Vartalon huojussa oikealle pääsääntöisesti oikea m. trapezius aktivoituu ja vasemmalle huojussa vasen m. trapezius aktivoituu. Kuvassa 8. on havainnollistettu testin aikainen huojunta oikealle ja kuvassa 9. on esitetty kuvakaappaus kyseisen testin EMG-käyrästä. Kuvassa 9. punainen pystyviiva vastaa kuvanottohetkeä havainnollistaen huojunnan aikaisen lihasaktivaation muutoksia. Yhtäläisyytenä löytyi, että huojunnan aikana aktivoituu m. trapezius ja yhtäaikaaisesti joko m. sternocleidomastoideus tai m. splenius capitis. Ainoa yhtäläinen aktivaatiojärjestys löytyi 5/15 testattavalta, jolloin vasemmalle huojussa vasen m. trapezius aktivoituu ensimmäisenä, jonka jälkeen aktivoituu oikea m. sternocleidomastoideus.



Kuva 8. Huojunta oikealle.

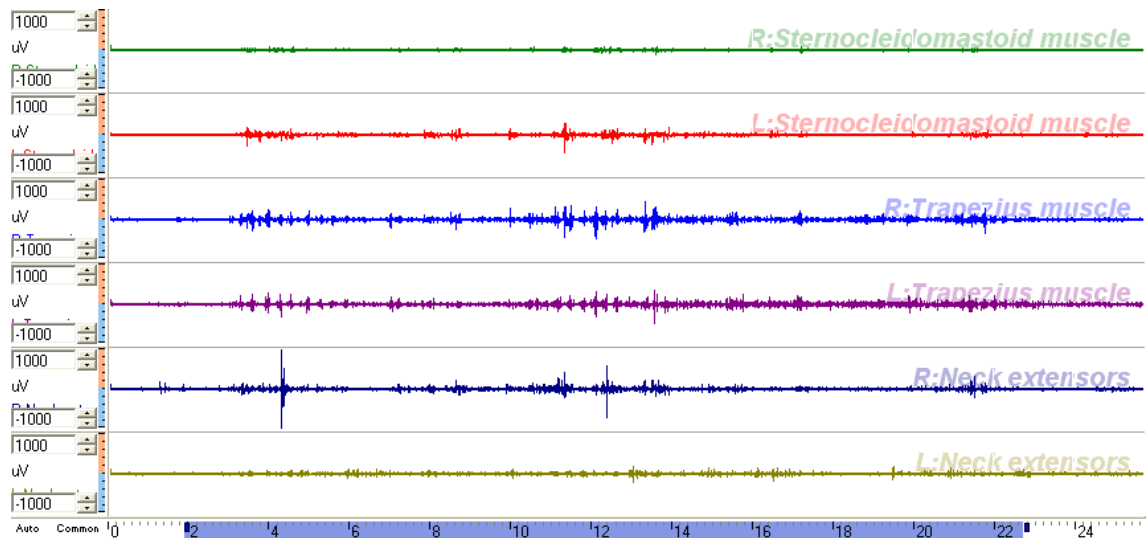


Kuva 9. Oikean m. trapeziuksen aktivaatiomuutos oikealle huojuessa (sininen käyrä).

Tasapainoa korjattaessa askeleella m. trapezius aktivoituu alastulovaiheessa molemmin puolin. 3/15 testattavalla tapahtuu hypähdys vasemmalle testin aikana, jolloin alas tullessa molemmat m. trapeziukset aktivoituvat ensimmäisenä. Näistä kahdella aktivoituu seuraavaksi m. splenius capitis ja m. sternocleidomastoideus, yhdellä vain m. splenius capitis.

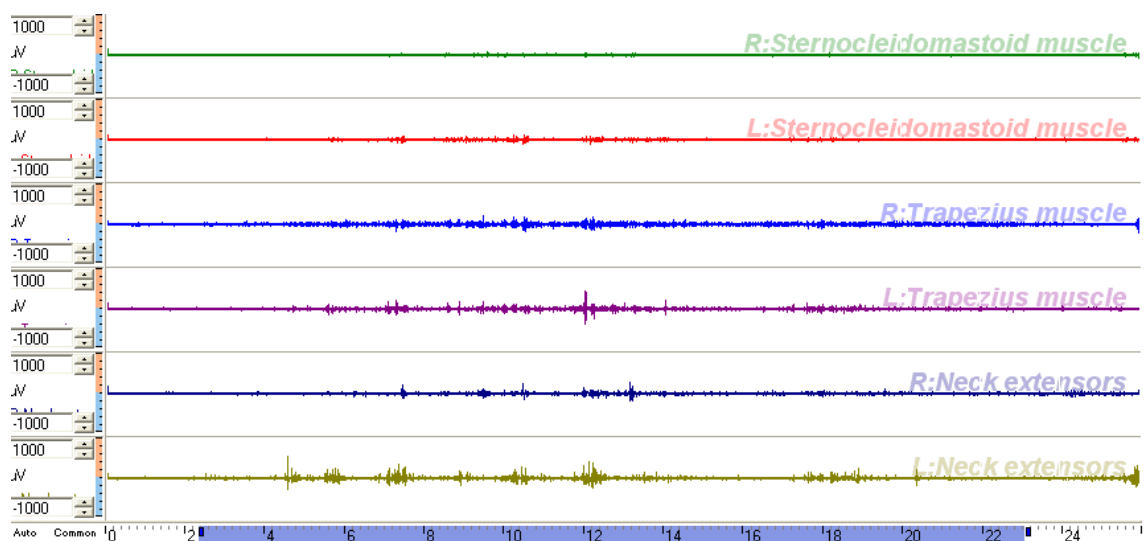
Henkilöesimerkkien EMG-raakadata tasapainotestin ajalta

Kappaleessa on esitetty kolmen testattavan EMG-raakadata ei-hallitsevan ja hallitsevan alaraajan tasapainotesteistä. Kolmeksi esimerkkihenkilöksi valittiin testattavat, joilla näkyy tutkimustuloksille tyypillisiä ominaisuuksia sekä tasapainossa, että EMG-raakadassa. Kuvissa 10-15. on esitetty kyseisten henkilöesimerkkien EMG-raakadata.



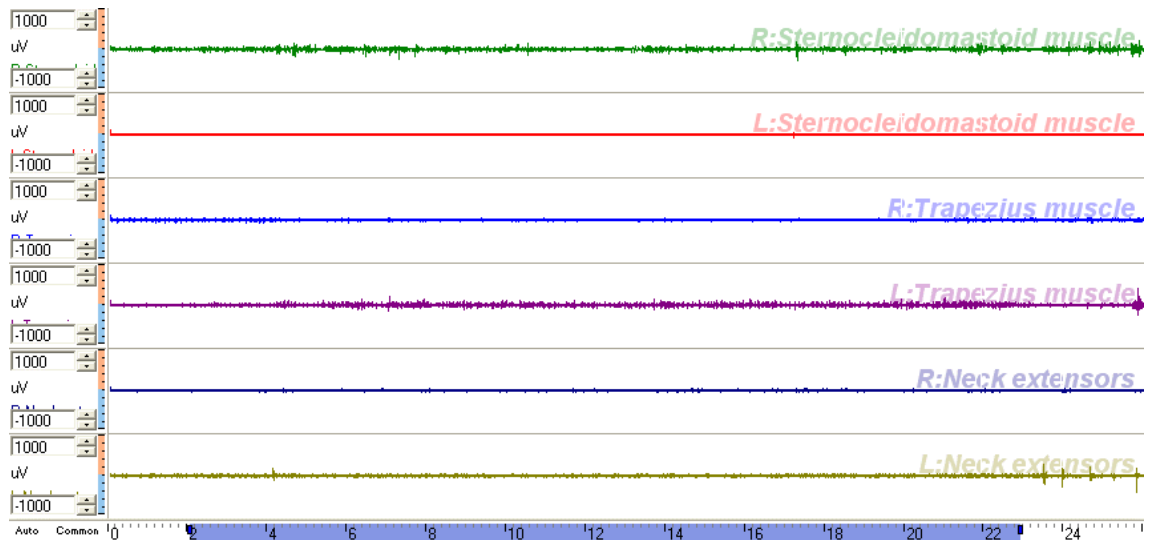
Kuva 10. Henkilöesimerkki 1. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla, oikealla tukijalalla.

Kuvassa 10. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla tukijalalla. Testattava siirtyi testin aikana jalkaterän ja kantapään askelluksin ja hypähdyksin vasemmalle useita kertoja. Laskeutuessa aiheutui EMG-raakadatassa esiintyvät aktivaatiopiikit useassa lihaksessa samanaikaisesti. Piikit näkyvät käyrässä muun muassa 3-6 ja 10-14 sekunnin välillä. Testattava käytti nilkkastrategiaa ja voimakkaammin kallistuessa vasemmalle lonkkastrategiaa. Testin aikana testattava teki 12 virhettä, joihin lukeutuivat jalkaterän tai kantapään nostaminen, käsien irrotus lanteilta ja lonkan abduktiokulman suurentuminen.



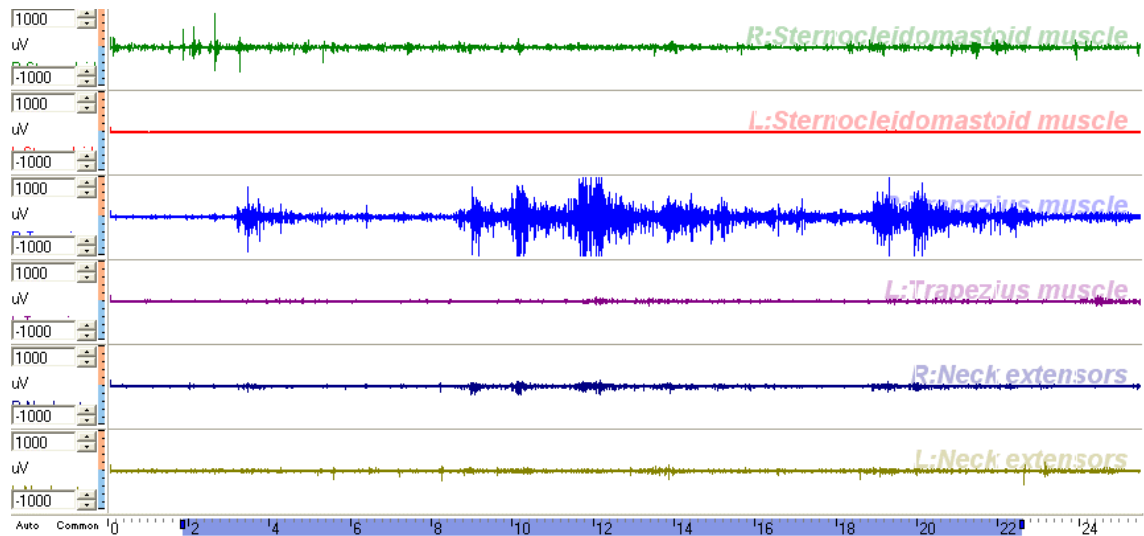
Kuva 11. Henkilöesimerkki 1. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta hallitsevalla, vasemmalla tukijalalla.

Kuvassa 11. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta hallitsevalla tukijalalla. Testiasento oli vakaampi kuin ei-hallitsevalla tukijalalla. Testattava huojui ylävartalosta vasemmalle ja samanaikaisesti oikeasta lonkasta kompensoiden suurentamalla abduktiokulmaa. 4-13 sekunnin välillä ilmenevät aktivaatiopiikit kuvaavat vartalon sivuttaisen liikkeen aiheuttamaa kaularankaa stabiloivaa lihasaktivaatiota. Testattava käytti nilkkastrategiaa ja teki seitsemän virhettä, joihin lukeutuvat jalkaterän tai kantapään nostaminen ja lonkan abduktiokulman suurentuminen.



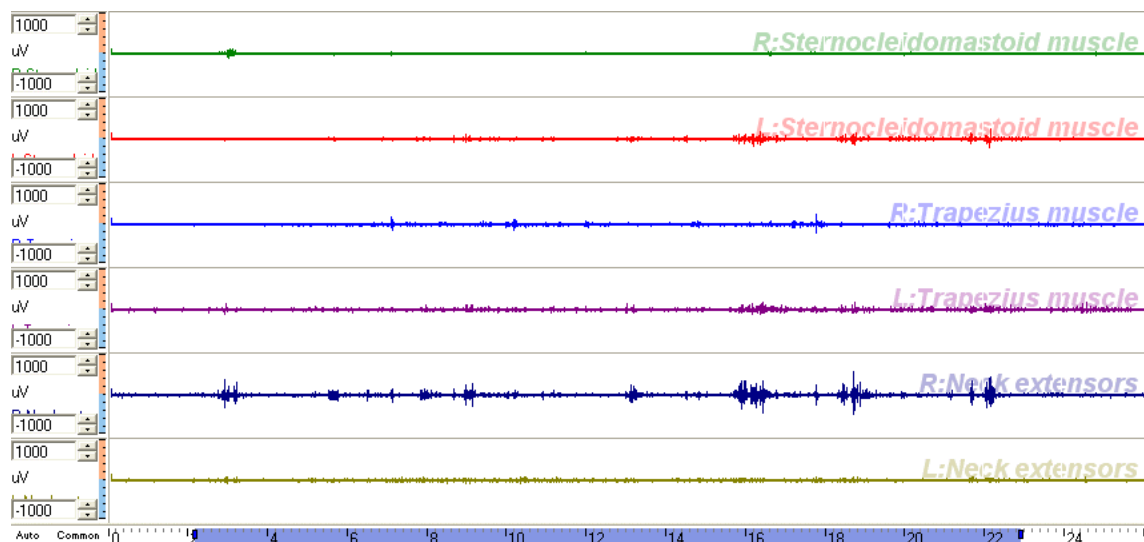
Kuva 12. Henkilöesimerkki 2. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla, oikealla tukijalalla.

Kuvassa 12. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla tukijalalla. Testattavan asento oli hyvin vakaa koko testin ajan. Testattava käytti nilkkastrategiaa, jolloin ylempää vartalosta ei tapahtunut liikettä eikä EMG-datassa näy erityisiä lihasaktivaation muutoksia. Testin aikana testattava teki yhdeksän virhettä, jotka olivat pieniä näpäytyksiä ilmassa olevalla alaraajalla lattiaan.



Kuva 13. Henkilöesimerkki 2. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta hallitsevalla, vasemmalla tukijalalla.

Kuvassa 13. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta hallitsevalla tukijalalla. Testiasennossa testattavan lantiolinja laskeutui oikean eli ylös nostetun alaraajan puolelta. Vartalon huojumista ilmeni enemmän kuin ei-hallitsevalla tukijalalla. EMG-datassa ilmenee selviä lihasaktivaation muutoksia oikean m. trapeziuksen (sininen käyrä) osalta aina oikealle huojuessa, kuten 8-14 sekunnin välillä. Testattava käytti nilkka- ja lonkkastrategiaa ja teki kolme virhettä testin aikana. Virheet olivat pieniä näpäytyksiä ilmassa olevalla alaraajalla lattiaan.



Kuva 14. Henkilöesimerkki 3. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla, oikealla tukijalalla.

Kuvassa 14. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta ei-hallitsevalla tukijalalla. Esitetolomakkeen mukaan kyseisellä testattavalla oli taustalla useita päähän kohdistuvia vammoja sekä päivittäistä selkäkipua. Vammoista ja selkävivusta huolimatta tasapainossa ei ilmennyt poikkeavuutta verrattuna koko tutkimusjoukkoon. Testattavan asento oli vakaa, josta huolimatta ilmeni selvää vartalon sivuttaista huojuntaa. Testattavalla ilmeni EMG-datassa ajoittain huojunnan suunnan mukaisia lihasaktivaatiopiikkejä. Lihasaktivaatiopiikkejä ilmeni myös tutkimusjoukosta poiketen ilman selvää huojuntaa tai liikettä tasapainotestissä. Tasapainoa ylläpitäessä ei ilmennyt säännöllisesti tutkimustuloksien mukaista aktivaatiojärjestystä. Testattava käytti nilkkastrategiaa ja teki testin aikana neljä virhettä, jotka olivat pieniä näpäytyksiä ilmassa olevalla alaraajalla lattiaan.



Kuva 15. Henkilöesimerkki 3. EMG-raakadata on esitetty tasapainotestin ajalta hallitsevalla, vasemmalla tukijalalla.

Kuvassa 15. esitetty EMG-raakadata kuvaa testattavan lihasaktivaation muutoksia tasapainotestin ajalta hallitsevalla tukijalalla. Testiasento oli todella vakaa. Testin aikana ilmeni pientä sivuttaissuuntaista huojuntaa vartalosta, josta ei näy selvää liikkeeseen yhdistettävää lihasaktivaatiota EMG-datassa. Testattava käytti nilkkastrategiaa, eikä tehnyt yhtäkään virhettä testin aikana.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET TULOKSISTA

Kipukyselyn vastauksissa esiintyneet kiputilat eivät vaikuttaneet tutkimustuloksiin. Niillä 3/15, joilla ilmeni päivittäistä kipua, ei näkynyt selviä tutkimusjoukosta poikkeavia tuloksia tasapainotestissä tai lihasaktivaation muutoksissa. Testattavat, jotka kokivat päivittäistä kipua, ohjattiin fysioterapeutin vastaanotolle. Useimmilla hartialinja oli epäsymmetrinen ja olkanivelet lievässä sisärotaatioissa seisoma-asennossa, joka saattaa johtua peliasennon ja kätisyyden luomasta lihasepätasapainosta ja -kireyksistä. Suurimmalla osalla ilmeni hartialinjan epäsymmetrisyyttä, jolloin vasen hartia oli oikeaa ylempänä. Epäsymmetrisyyden fysiologista syytä ei voida tämän tutkimuksen perusteella tarkalleen päätellä.

Tutkimusjoukosta 14/15 arvioi testiohjeiden mukaan hallitsevan tukijalkansa olevan vasen alaraaja. Tasapainotestin aikaisten virheiden perusteella vahvemaksi tukijalaksi myös osoittautui vasen alaraaja, jolla tehtiin keskimäärin 4,1 virhettä, kun taas oikealla keskimäärin 5,4 virhettä. Pääsääntöisesti testattavat käyttivät nilkkastrategiaa tasapainon ylläpitämiseksi. Suuremman huojunnan aikana testattavat käyttivät herkästi lonkkastrategiaa asennon vakauttamiseksi. Tämä tasapainostrategian muutos näkyi myös selvempinä lihasaktivaation muutoksina kaularangan alueella. Nilkkastrategian käyttö edellyttää liikkuvuutta nilkan alueelta, jonka ollessa puutteellinen käytetään herkästi lonkkastrategiaa. Ne testattavat, jotka käyttivät lonkkastrategiaa tai joiden lantion hallinta oli puutteellinen, ei testattu erikseen lantion alueen hallintaa, m. gluteus mediuksen aktivaatiota tai nilkan alueen liikkuvuutta.

EMG-datan perusteella osalla ilmennyt toisen tai molempien m. trapeziuksien yhtäjaksoinen aktivaatio koko testin ajan voi olla yhteydessä testiasentoon, joka on toispuolinen ja kädet ovat nostettuna lanteille. Millään muulla tutkimuksessa analysoidulla muuttujalla ei löytynyt yleistettävää syytä m. trapeziuksen jatkuvaan aktivaatioon. Mielenkiintoisena löydöksenä ilmeni m. trapezius lihaksen aktivoituminen samalta puolelta huojunnan suunnan mukaan. Lihaksien aktivoitumisjärjestyksestä analysoidessa ei löytynyt yleistettävää järjestystä. Yhtäläisenä tekijänä voidaan kuitenkin huomioida yhtäläinen aktivaatiokaava, joka alkaa huojunnan suunnan mukaan saman puolen m. trapeziuksen aktivoitumisena, jonka jälkeen aktivoituu vastakkaisen puolen m. sternocleidomastoideus. Pääsääntöisesti huojunnassa aktivoitui aina huojunnan suunnan puolen m. trapezius ja vastakkainen m. sternocleidomastoideus tai m. splenius capitis.

Jokainen testattava huojui enemmän tai vähemmän tasapainotestin aikana. Huojunnan voimakkuuteen saattaa vaikuttaa muun muassa pieni tukipinta-ala, epävakaa alusta, yläraajojen kompensoivien liikkeiden ja näköaistin poissulkeminen, keskivartalon ja alaraajan hallinta, tasapainostrategia sekä nilkan liikkuvuus. Vasemman, eli hallitsevan alaraajan ollessa tukijalkana ilmeni enemmän huojuntaa. Tällöin tasapaino kyettiin kuitenkin säilyttämään vähemmillä virheillä, nilkka- ja lonkkastrategialla sekä vartalon huojunnalla, joka näkyi selvempinä lihasaktivaation muutoksina kaularangan alueella. Toisaalta oikean alaraajan ollessa tukijalkana tehtiin enemmän virheitä ja huojuntaa ilmeni useampaan eri suuntaan. Tämä voi selittyä sillä, että oikea alaraaja oli kaikilla paitsi yhdellä ei-hallitseva tukijalka. Kaiken kaikkiaan ei-hallitsevalla tukijalalla huojuntaa ilmeni vähemmän ja testattavat tekivät enemmän voimakkaasti testiasennosta poikkeavia virheitä, kuten askeleenotto, hypähdys ja kompurointi. Virheiden määrä ja laatu voi selittyä epävakammasta alaraajan hallinnasta ja epäluottamuksesta ei-hallitsevaan tukijalkaan. Tasapainoa korjattaessa hypähdyksellä EMG-datan perusteella useampi lihas aktivoitui yhtäaikaaisesti. Lihakset aktivoituivat hypähdyksestä alas tullessa mahdollisesti suojataakseen kaularankaa tärähdykseltä.

Niiden testattavien, joiden asento oli vakaa ja, jotka kykenivät ylläpitämään tasapainon pienillä nilkan korjausliikkeillä, EMG-datassa ei ilmennyt suuria lihasaktivaation muutoksia. Tästä voidaan päätellä, että nilkkastrategiaa hyödyntämällä tasapainon ylläpitämiseksi liikettä ei tarvitse kompensoida muualta vartalosta. Lantion hallinnan ollessa heikko, EMG-datassa näkyi selviä lihasaktivaation muutoksia kaularangan alueella. Johdopäätöksenä tasapainoa haastaessa, lonkkastrategiaa käyttäessä ja suuremmissa vartalon huojunnassa kaularangan alueen lihasaktivaation muutokset ovat huomattavamat. Aktivaatiomuutosten perusteella kaularangan alueelta tarvitaan kompensoivaa lihasaktivaatiota pään asennon stabiloimiseksi tasapainon horjuessa.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli selvittää kaularangan alueen lihasaktivaation muutokset tasapainon ylläpitämisen aikana. Tarkoituksena oli tuottaa uutta tutkimustietoa BAAC-projektille kontaktiurheilijoiden suorituskyvyn arviointiin ja kehittämiseen. Tutkimustulokset todennettiin yhden jalan staattisen tasapainotestin ja EMG-mittauksen avulla left-kätisillä jääkiekkoilijoilla.

Lihasten voimantuotto, elastisuus ja liikekontrolli vaikuttavat kaularangan hallintaan ja stabiilaatioon. Tiedetään, että kaularangan stabiilaatiosta ei ole ainakaan haittaa kontaktiurheilussa. (BAAC-projekti, TY.) Kun kaularangan alueen lihakset ovat hyvässä kunnossa, niiden suojarahki ilmenee nopeammin kontakteissa suojaen kaularankaa. Esimerkiksi m. sternocleidomastoideuksen on tutkittu pyrkivän estämään whiplash-mekanismi, joka tarkoittaa äkillistä kaularangan hyperekstensiota ulkoisen voiman seurauksena (Hebgen & Richter 2014, 87). Tasapainoa haastaessa kaularangan alueen lihakset aktivoituvat voimakkaammin. Liikekontrolli vaatii lihasten oikeaoppisen aktivaatiojärjestyksen, jolloin tuotettu liike on hallittu. Kaularangan alueen lihasten, kuten muidenkin lihasten stabiilaatio- ja aktivaatioharjoitteita suositellaan tehtäväksi fysioterapeutin ohjauksessa oikean liikemallin varmistamiseksi.

Staattisessa tasapainotestissä ilmenee samat korjausmekanismit ja aistijärjestelmät, jotka vastaavat dynaamisen tasapainon hallinnasta ja asennon säätelystä. Staattinen stabiilaatio luo vakaan pohjan dynaamiselle suoritukselle. Opinnäytetyön tutkimuksessa suoritettu staattinen tasapainotesti antaa näin kuvan jääkiekkoilijoiden dynaamisten suoritusten lähtökohdista. Hallitsevan tukijalan määrittely voi olla ristiriitainen, ottaen huomioon millä kriteereillä tukijalka valitaan. Tässä tutkimuksessa hallitseva tukijalka määrytyi testiohjeiden mukaan. Hallitseva tukijalka voidaan kuitenkin määritellä eri tavoin, kuten tehtyjen virheiden määrällä, alaraajan hallinnalla ja lihasvoimalla. Tutkimustuloksien luotettavuuden lisäämiseksi tarvitaan jatkotutkimuksia. Jatkotutkimus ehdotuksena olisi analysoida tarkemmin eri muuttujien vaikutuksia toisiinsa ja huomioida muun muassa nilkan ja kaularangan liikkuvuus sekä lantion alueen hallinta tasapainoa ylläpitäessä.

Opinnäytetyöprosessissa syvennyttiin tarkasti tasapainoon ja kaularangan alueen toimintaan sekä niiden merkityksiin toisiinsa. Prosessi on auttanut soveltamaan tietoa ammatillisesti yhä enemmän erilaisiin yhteyksiin. Lähtökohtaisesti opinnäytetyö vaati paljon aiheeseen perehtymistä ja uuden teknologian käytön harjoittelua. EMG-laite vaati sen

käytön, datan tulkitsemisen ja analysoinnin opettelua. Haasteena koettiin EMG-datan ja videokuvan analysoinnin vaikeus kuvaussuunnasta johtuen, joka vaikuttaa myös tutkimuksen luotettavuuteen. Tutkimustulosten kokoaminen, muuttujien yhteensovittaminen taulukoiksi ja auki kirjoittaminen koettiin ajoittain hankalaksi niiden paljouden vuoksi. Johtopäätöksien tekeminen tutkimustietoon pohjautuen oli vaikeaa, kun aiempaa tutkimustietoa aiheesta oli niukasti saatavilla. Analysoidessa pyrittiin löytämään kaikkia mahdollisia yhteyksiä muuttujien ja lajin ominaisuuksien välillä, joka ei aina tuottanut tulosta. Tutkimuksen toteuttaminen oli mielekästä ja työskentely tutkimusjoukon kanssa oli sujuvaa. Käytännössä tutkimuksen suorittaminen sujui yllättävän vaivattomasti ja ongelmitta tarkan suunnittelun ja roolijaon myötä. Alkuperäisen aikataulun muutoksen jälkeen prosessi pysyi hyvin aikataulussa.

Tutkimustulosten analysoinnin jälkeen juniorijääkiekkoilijoille ja heidän valmentajilleen annettiin yksilöllinen kirjallinen palaute tasapainotestistä sekä lajinomainen yhden jalan tasapainoharjoite tasapainon kehittämiseksi. Harjoitteen tarkoituksena oli toimia myös yhtenä mahdollisena ennaltaehkäisykeinona päähän kohdistuviin vammoihin.

Opinnäytetyön eettisyys huomioitiin koko prosessin ajan. Toimeksiantajan kanssa allekirjoitettiin toimeksiantosopimus, sopien kustannuksista, tuloksista, julkistamisesta, luotamuksellisuudesta ja raportoinnin eettisistä käytänteistä. Salassapitosopimus allekirjoitettiin BAAC-projektin käytänteiden mukaan. Kaikki saatava materiaali ja tutkimustulokset ovat BAAC-projektin käytössä. Opinnäytetyö ja tutkimustulokset tullaan luovuttamaan Turun Yliopiston käyttöön. Opinnäytetyön tutkimuksesta laadittiin tiivistelmä (Liite 1) ja posterit, jotka esitetään Helsingissä järjestettävässä päävammaseminaarissa (SPOC).

LÄHTEET

Apm 2012. Chiropractic and Headaches. Viitattu 24.8.2016 <http://www.apmct.com/general/chiropractic-and-headaches-northhaven/>.

Aubry, M.; Kannus, P.; Parkkari, J.; Stuart, M. & Tuominen, M. 2016. Injuries in world junior ice hockey championships between 2006 and 2015. *Br J Sports Med*. Viitattu 26.9.2016.

Azad, A.; Juma, S.; Bhatti, J. & Delaney, J. 2016. Modified Balance Error Scoring System (M-BESS) test scores in athletes wearing protective equipment and cleats. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. Viitattu 31.10.2016 <http://bmjopensem.bmj.com/content/2/1/e000117.full>.

Basmajian, J. & De Luca, C. 1985. *Muscles Alive. Their Functions Revealed by Electromyography*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Bell, D.; Guskiewicz, K.; Clark, M. & Padua, D. 2011. Systematic Review of the Balance Error Scoring System. *Sports Health*. Vol. 3, No 3, 287-295. Viitattu 5.8.2016.

Bhat, R. & Moiz, J. 2013. Comparison of Dynamic Balance in Collegiate Field Hockey and Football Players Using Star Excursion Balance Test. *Asian Journal of Sports Medicine* (4.9.2013). Viitattu 19.11.2015 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3880667/>.

Carr, J. & Shepherd, R. 2010. *Neurological Rehabilitation. Optimizing Motor Performance*. Sydney: Churchill Livingstone, Elsevier.

Cech, D. & Martin, S. 2002. *Functional Movement Development. Across the Life Span*. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier Science.

Cheng, C.-H.; Cheng, H.-Y.; Chien, A.; Hsu, W.-L.; Yen, L.-W. & Lin, Y.-H. 2015. Changes of Postural Control and Muscle Activation Pattern in Response to External Perturbations after Neck Flexor Fatigue in Young Subjects with and without Chronic Neck Pain. *Gait & Posture* Vol. 41, Issue 3, 801-807. Viitattu 29.7.2016.

Disselhorst-Klug, C. Schmitz-Rode, T. & Rau, G. 2009. Surface electromyography and muscle force: Limits in sEMG-force relationship and new approaches for applications. *Clinical Biomechanics*. Vol. 24, Issue 3. Viitattu 8.2.2016 <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.tur-kuamk.fi/science/article/pii/S0268003308002659>.

Goodman, D.; Gaetz, M. & Meichenbaum, D. 2001. Concussions in hockey. There is cause for concern. *Med Sci Sports Exerc* 33.

Guyton A.C.; Hall J.E. 2010. *Textbook of Medical Physiology*. Saunders.

Drezner, J.; Gammons, M.; Guskiewicz, M.; Halstead, M.; Harmon, K.; Herring, S.; Kutcher, J.; Pana, A.; Putukian, M. & Roberts W. 2013. American Medical Society for Sports Medicine Position Statement: Concussion in sport. *Br J Sports Med*. Viitattu 6.11.2016.

Hebgen, E. & Richter, P. 2014. Triggerpisteet ja lihastoimintaketjut. Osteopatiassa ja manuaalisessa terapiassa. *Suom. Ståhl. K. 3. painos*. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Heikkilä, T. 2010. *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita Prisma Oy.

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. *Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos*. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy.

Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2013. *Tilastolliset menetelmät. 5.-8. painos*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/dd/6e/22/dd6e22021a9f2544cd432d001ffce65b.jpg>. Viitattu 24.8.2016

Hu, M.-H. & Woollacott, M. 1994. Multisensory Training of Standing Balance in Older Adults: II. Kinematic and Electromyographic Postural Responses. *The Journal of Gerontology*. Vol. 49, Issue 2. Viitattu 29.7.2016.

Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikka. Liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Hokkanen, L.; Hänninen, T.; Luoto, T.; Parkkari, J.; Tuominen, M.; Vartiainen, M. & Öhman, J. 2014. Aivotärähdykset urheilussa. *Suomen Lääkärilehti* 14/2014.

Levangie, P. & Norkin, C. 2005. Joint Structure and Function. A Comprehensive Analysis. Philadelphia: F.A. Davis Company.

Merletti, R. & Parker, P. 2004. Electromyography. Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Pabst, R. & Putz, R. Sobotta. Tables of Muscles, Joints and Nerves. 2009. 14. painos. Munich: Elsevier GmbH.

Reichert, B. 2008. Käytännön anatomia 2. Pään ja selkärangan tutkiminen palpation keinoin. Suom. Ståhl, K. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Terve urheilija 2013. Aivotärähdyksen tunnistaminen ja arviointi. SCAT 3. Viitattu 19.11.2015 <http://www.terveurheilija.fi/getfile.php?file=317>.

Turun Yliopisto & TYKS. BAAC-projekti. Biological Assessment of Acute Concussions.

Viikari-Juntura, E.; Laimi, K. & Arokoski, J. 2015. Niska-hartiaseudun sairaudet. *Fysioterapia* (4.8.2015). Viitattu 17.11.2015 www.terveysportti.fi/dtk/tyt/koti?p_artikkeli=fys00025&p_haku=emg-tutkimus.

Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Tammi.