

ISKUKUORMITUS AMERIKKALAISESSA JALKAPALLOSSA

Elina Jaakkola

Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2023

TIIVISTELMÄ

Jaakkola, E. 2023. Iskukuormitus amerikkalaisessa jalkapallossa. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntalääketiede pro gradu -tutkielma, 29 s., 2 liitettä.

Joukkuelajeissa kertyvää iskukuormitusta on tutkittu erilaisilla antureilla ja epidemiologista tietoa on yhdistetty videokuvaan tilanteista. Tutkimukset osoittavat, että amerikkalaisessa jalkapallossa tulee muihin lajeihin verrattuna kovempia iskuja pelitilanteissa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää amerikkalaisen jalkapallon peleissä tulevaa iskukuormitusta suomalaisessa naisjoukkueessa eri pelipaikoilla, sekä millaisissa pelitilanteissa iskuja pelaajille tulee.

Tutkimuksessa seurattiin yhden Suomen korkeimmalla tasolla amerikkalaista jalkapalloa pelaavan naisjoukkueen saamaa iskukuormitusta kauden 2022 aikana. Pelaajat (n=22) olivat iältään 21–44-vuotiaita ja heidän kokemuksensa oli 2–15 pelivuotta. Pelaajien kypäriin kiinnitettiin Northern Sports Insight and Intelligence Oy:n anturi ACT Head Impact Tracker, joka yhdistettiin älylaitteen sovellukseen. Anturi tallensi tiedot kertyneistä iskuista. Anturin tallentamat tiedot iskuista pyrittiin yhdistämään videokuvaan peleistä. Tämä osoittautui ennakoitua haastavammaksi, joten aineistoksi saatiin kuusi videokuvalla varmistettua iskuja. Videoanalyysin lisäksi anturin tallentamasta aineistosta muodostettiin histogrammit, joissa kuvattiin iskujen lukumäärä ja intensiteetti (g) pelipaikoittain.

Analyysissa saatiin varmennettua videolta yhteensä kuusi yksittäistä iskuja, jotka kaikki kohdistuivat keskushyökkääjään pallonkantotilanteessa. Kaikissa tilanteissa keskushyökkääjä tulee taklatuksi vastustajan toimesta ja keskushyökkääjän pää osuu joko vastustajaan, maahan tai molempiin. Histogrammeista käy ilmi, että kokonaisuudessaan puolustajat saivat enemmän iskuja kuin hyökkääjät. Puolustuksen pelaajista tukimiehet ja hyökkäyksen pelaajista keskushyökkääjät saivat eniten kovia iskuja. Paljon lieviä iskuja saivat laitahyökkääjät, keskushyökkääjät, tukimiehet sekä hyökkäyksen ja puolustuksen linjapelaajat. Vähiten iskuja saivat pelinrakentajat ja puolustuksen takakentän pelaajat.

Tutkimuksessa havaittiin, että kokonaisuutena puolustuksen pelaajat saivat enemmän iskuja kuin hyökkäyksen pelaajat. Tämä on tullut esille myös aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa. Keskushyökkääjän saamat iskut ovat pelipaikalle tyypillisiä sekä iskutapahtuman, että intensiteetin osalta. Jatkotutkimusta iskukuormituksesta tarvitaan, jotta pelaajien harjoittelua pystyttäisiin ohjaamaan paremmin oman pelipaikan vaatimukseen iskukuormituksen osalta ja toisaalta iskujen aiheuttamia haittoja pystyttäisiin vähentämään.

Asiasanat: amerikkalainen jalkapallo, iskukuormitus, kiihtyvyyssanturi

ABSTRACT

Jaakkola, E. 2023. Impact Load in American Football. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis, 29 p., 2 appendices.

The impact load experienced in team sports has been studied with different kind of sensors and epidemiologic information has been connected to the video footage from the situations. The studies demonstrate that in American football players get harder impacts compared to other sports in game situations. The purpose of this study was to discover the impact load Finnish women's American foot team experienced in their games. The study investigated different playing positions and types of situations where the players experienced the impacts.

In this study, one women's team, which plays American football at the highest level in Finland, was followed during the season 2022 in terms of the impact load. Players (n=22) were aged between 21–44 and they had playing experience from 2 to 15 years. In each player's helmet, a Northern Sports Insight and Intelligence Company's sensor called ACT Head Impact Tracker was attached. The sensor was connected to a smart phone application and the sensor recorded all the information from the impacts. The data recorded by the sensor was then matched with the video footage from the games where the impacts occurred. This proved to be more challenging than expected. At the end, there were six impacts that we were able to match to the video footage of the occurrence. In addition to video analysis, histograms were built from the data that the sensors had been recording. Histograms include the number and the intensity (g) of the impacts recorded for each playing position.

In the analysis, six separate impacts were matched to the video footage - all of these impacts being recorded for the running back in ball carrying situations. In each of these situations, the running back gets tackled by the opponent and her head hits either to the opponent, to the ground or both. From the histograms we can determine that as a whole the defence gets more impacts than the offence. Line backers from the defence and running backs from the offence got most hard impacts. A lot of mild impacts were experienced by wide receivers, running backs, line backers and linemen from both offence and defence. Least number of impacts were experienced among quarterbacks and defensive backs.

This study demonstrates that the defensive players experience more head impacts than the offensive players. This has also been demonstrated also in the earlier studies of the subject. The impacts experienced by the running backs are typical for the playing position; both in terms of the impact situation and the intensity. Further study about the impact load is needed in order to guide the athletes and teams towards safer practices the demands of their playing position and in order to minimize the short- and long-term effects from head impacts.

Key words: American football, impact load, acceleration sensor

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	1
2	ISKUKUORMITUS	2
2.1	Iskukuormitus erilaisissa urheilulajeissa	2
2.2	Iskukuormitus amerikkalaisen jalkapallon harjoituksissa ja peleissä	3
2.3	Amerikkalaisen jalkapallon pelipaikkakohtaiset iskuprofiilit	4
2.4	Suoritustekniikan vaikutus iskujen lukumäärään ja kovuuteen.....	6
3	ISKUJEN REKISTERÖINTI.....	9
3.1	Iskujen rekisteröiminen erilaisilla antureilla	9
3.2	Anturien tiedon yhdistäminen videoon.....	10
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS	12
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	13
5.1	Aineisto.....	13
5.2	Anturi.....	13
5.3	Videoiden käsittely	14
6	TULOKSET	16
6.1	Pelipaikkakohtaiset histogrammit	16
6.1.1	Laitahyökkääjät	17
6.1.2	Pelinrakentajat	18
6.1.3	Keskushyökkääjät.....	18
6.1.4	Hyökkäyksen linjapelaajat.....	19
6.1.5	Puolustuksen takakenttäpelaajat	19
6.1.6	Tukimiehet.....	20
6.1.7	Puolustuksen linjapelaajat	20
6.2	Keskushyökkääjien saamien iskujen lähempi tarkastelu.....	20

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	23
7.1 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset.....	24
7.2 Johtopäätökset	25
7.3 Jatkotutkimusaiheet	26
LÄHTEET	27

LIITTEET

Liite 1: Juniorijoukkueen histogrammit pelipaikoittain

Liite 2: Miesten joukkueen histogrammit pelipaikoittain

1 JOHDANTO

Amerikkalainen jalkapallo on joukkuelaji, jossa tarkoituksena on kuljettaa pallo vastustajan kenttäpäätyyn joko heittämällä tai juoksemalla. Suomen amerikkalaisen jalkapallon liitto ry (2023) kuvaa lajille ominaista olevan pelaajien fyysiset kontaktit, pelin taktisuus ja pelitilanteiden nopeus. Joukkueessa on paljon pelaajia (yli 40) ja jokaiselle pelaajalle on oma tarkasti suunniteltu rooli perustuen muun muassa pelaajan fyysisiin ominaisuuksiin ja taitoihin (Suomen amerikkalaisen jalkapallon liitto ry 2023).

Urheilijoiden päähän kohdistuvien iskujen rekisteröiminen on tärkeää urheilun turvallisuuden parantamiseksi. Stemper ym. (2022) löysivät tutkimuksessaan yhteyden päähän kohdistuneiden iskujen ja aivotärähdysten määrän välillä tutkiessaan collegetason pelaajien saamia iskuja syyskauden ajan. Tutkimuksessa todettiin, että ennen kautta tapahtuneet iskut olivat yhteydessä aivotärähdyksiin ennen kautta ja sen aikana. Lisäksi todettiin, että koko kauden aikaiset iskut olivat yhteydessä koko kauden aikana saatuihin aivotärähdyksiin.

Amerikkalaisen jalkapallon fyysisyyden vuoksi pelaajiin kohdistuu paljon iskuja niin harjoituksissa kuin peleissäkin. Erityisesti päähän kohdistuvat iskut urheilussa ovat herättäneet paljon julkista keskustelua viime aikoina, ja tämä näkyy viime vuosina tehtyjen tutkimusten määrässä. Tutkimuskirjallisuus aiheesta on viime vuosina kasvanut reilusti. Päähen kohdistunut isku voi aiheuttaa urheilijalle aivotärähdyksen, jolloin aivojen normaali toiminta tilapäisesti häiriintyy (Urheiluvammat 2011, 52). Iskun voimakkuudesta ja vamman vakavuudesta riippuen päähän kohdistuva isku voi aiheuttaa päänsärkyä, pahoinvointia, huimausta, sekavuutta tai tajuttomuuttakin (Urheiluvammat 2011, 52). Lisääntyneen tutkimuskirjallisuuden ansiosta nykyään ymmärretään entistä paremmin päähän kohdistuvien iskujen vaarallisuutta ja halutaan pyrkiä niitä ennaltaehkäisemään.

Tutkimusta iskukuormituksesta Suomessa pelattavassa amerikkalaisessa jalkapallossa ei ole aiemmin tehty. Tutkimustieto aiheesta on lähinnä Yhdysvalloista ja siellä on pääosin tutkittu miehiä ja nuoria. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää amerikkalaisessa jalkapallossa tulevia iskuja kypärään asennettavan anturin avulla naispelaajilla Suomessa. Aineistona on antureiden keräämän tiedon lisäksi peleistä kuvatut videot. Tutkimuksessa pyritään selvittämään amerikkalaisen jalkapallon pelipaikkakohtaisia iskuprofiileja sekä yksittäisissä pelitapahtumissa tulevia iskuja.

2 ISKUKUORMITUS

Urheilussa iskukuormitusta kertyy monissa eri lajeissa. Amerikkalainen jalkapallo on esimerkki lajista, jossa tulee paljon kovia iskuja. Iskuja kertyy kuitenkin myös muissa lajeissa, kuten jääkiekossa ja jalkapallossa.

2.1 Iskukuormitus erilaisissa urheilulajeissa

Huber ym. (2021) tutkivat kohorttitutkimuksessaan urheilu- ja sukupuoliperustaisia eroja päähän osuvissa iskuissa high school-urheilussa. Tutkimuksessa lajeina olivat mukana jalkapallo, haavipallo, koripallo ja naisilla lisäksi maahockey. Huomattiin, että miehillä iskut olivat huomattavasti kovempia kaikissa lajeissa. Jalkapallossa iskut olivat pelaajan ja pallon välisiä, kun taas koripallossa pelaajien välisiä. Kaiken kaikkiaan jalkapallossa iskuja tuli eniten. Tutkimuksen mukaan jatkossa on kehitettävä urheilukohtaisia menetelmiä vähentämään päähän kohdistuvia iskuja. Myös Patton ym. (2020) havaitsivat tutkimuksessaan iskujen videotarkistuksen tärkeydestä, että miehet saivat enemmän todellisia iskuja kuin naiset.

Australialainen jalkapallo on samankaltainen laji kuin amerikkalainen jalkapallo, mutta sitä pelataan ilman varusteita. Lajissa päähän kohdistuu myös iskuja ja tutkimuksen (Reyes ym., 2020) mukaan jopa puolet tutkituista pelaajista sai yli 30 g iskun pelissä. Miehet saivat enemmän iskuja kuin naiset ja naisten saamat iskut olivat keskimäärin hieman lievempiä kuin miesten. Naisten iskujen määrä saattaa selittyä sukupuolten välisellä erolla taitojen kehityksessä. Kovimpia iskuja (>30 g) analysoidessa havaittiin, että pelaajan pelipaikalla tai -kokemuksella ei ollut merkitystä päähän kohdistuneen iskun kiihtyvyydessä.

Nguyen ym. (2019) katsauksessa puolestaan havaittiin, että amerikkalaisen jalkapallon pelaajat saavat keskimäärin määrällisesti vähemmän (24,1) iskuja per peli, mutta voimakkuus on suurempi (>14,4 g). Vastaavasti esimerkiksi amatöörirugbypelaajilla iskujen määrä oli peräti 77, mutta voimakkuudet korkeintaan 10 g.

Päähän kohdistuneiden iskujen määrää tutkittiin amerikkalaista jalkapalloa ja lippupalloa pelaavien 6–14-vuotiaiden nuorten keskuudessa (Waltzman ym., 2021). Tutkimuksessa tieto iskuista kerättiin hammassuojissa olevalla anturilla. Tuloksista kävi selvästi ilmi, että nuoret,

jotka pelasivat amerikkalaista jalkapalloa, saivat keskimäärin enemmän iskuja päähän (n=185695), kuin lippupalloa pelaavat nuoret (n=544). Tutkimuksessa todettiin lippupallon näin ollen olevan turvallisempi laji nuorille alhaisemman iskukuormituksen ja sitä kautta pienemmän aivotärähdyksriskin vuoksi.

Päähän kohdistuneita iskuja on tutkittu myös Amerikassa pelattavassa 7vs7 jalkapallossa, jossa taklaaminen ei ole sallittua. Jadischke ym. (2020) havaitsivat nuoria pelaajia koskevassa tutkimuksessaan, että iskujen määrä kokonaisuudessaan oli jokseenkin pieni (3,5 kontaktia/1000 peliä) ja suurin osa (75 %) iskuista aiheutui pään iskeydyttyä maahan. Suurin osa päähän kohdistuneista iskuista kohdistui pään taakse yläosiin tai pään sivulle yläosiin.

2.2 Iskukuormitus amerikkalaisen jalkapallon harjoituksissa ja peleissä

Harjoitusten aikana tulleita päähän kohdistuneita iskuja on tutkittu nuorilla amerikkalaisen jalkapallon pelaajilla (Kercher ym., 2022). Tutkimuksessa iskut jaettiin viiteen eri kategoriaan perustuen kontaktin suuruuteen, jossa pienimmässä luokassa ei tullut kontaktia lainkaan ja korkeimmassa luokassa harjoituksen aikainen kontakti oli pelitilannetta vastaava. Tutkimuksessa iskujen eri voimakkuusluokkien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys. Tutkimuksessa pelaajat jaettiin kolmeen eri ryhmään: linjapelaajat, hybridit ja taitopelipaikkapelaajat. Tutkimuksessa pelaajat olivat suurimman osan ajasta harjoituksista korkeimmassa luokassa eli pelitilannetta vastaavassa tilanteessa. Ainoa merkitsevä ero ryhmien välillä oli hybridi- ja taitopelipaikkapelaajien välillä korkeimmassa luokassa harjoituksissa. Tutkimuksessa löydettiin kolme keskeistä seikkaa liittyen päähän kohdistuviin iskuihin. Ensimmäisenä, iskujen voimakkuus kasvoi, kun kontaktin voima kasvoi. Toiseksi pelipaikkojen välillä oli eroa iskujen määrässä niin, että linja- ja hybridipelaajat saivat enemmän iskuja kuin taitopelipaikkapelaajat. Kolmanneksi havaittiin, että altistuminen päähän kohdistuville iskuille oli sitä suurempaa, mitä korkeampi oli kontaktin taso.

Stemper ym. (2022) tutkivat collegetason amerikkalaisen jalkapallon pelaajien saamia iskuja harjoituskauden sekä varsinaisen kauden aikana. Lisäksi tutkimuksessa raportoitiin kertyneet iskut yhteensä. Pelaajien kypärään asetettiin sensori, joka tallensi päähän kohdistuville iskuille altistumista. Tutkimuksessa havaittiin vahva yhteys päähän kohdistuville iskuille altistumisen ja aivotärähdyksen välillä niin harjoituskaudella kuin varsinaisenkin kauden aikana. Stemper

ym. (2022) havaitsivat, että joukkueet, joilla oli korkeampi altistuminen päähän kohdistuville iskuille harjoituskauden aikana, saivat enemmän aivotärähdyksiä koko kauden aikana yhteensä. Tämä kertonee siitä, että altistuminen iskuille harjoituskauden aikana heikentää iskujen sietoa varsinaisen kauden aikana. Vaikka iskujen määrä varsinaisen kauden aikana saattaa olla pienempi kuin harjoituskauden aikana, on iskujen kumulatiivinen määrä aivokudokselle haitallista ja siksi iskujen sieto varsinaisella kaudella heikompaa kuin harjoituskaudella. Heikentynyt iskujen sieto johtaa siihen, että urheilija saa herkemmin aivotärähdyksen. Huomionarvoista on, että tässä altistuminen iskuille ei lisää iskujen sietokykyä vaan päinvastoin heikentää sitä. Yleensä altistuminen kuormitukselle, eli esimerkiksi voimaharjoittelu, lisää kuormituksen kestävyyttä.

2.3 Amerikkalaisen jalkapallon pelipaikkakohtaiset iskuprofiilit

Amerikkalaisessa jalkapallossa pelaajat jaetaan hyökkäyksen ja puolustuksen pelaajiin. Pienemmissä lajimaissa pelaajat voivat kuitenkin pelata molempiin suuntiin pelaajien pienen määrän vuoksi. Eri pelipaikkojen roolit ovat erilaisia ja vaatimukset niihin ovat erilaisia. Lisäksi eri pelipaikkojen kokema iskukuormitus (sekä intensiteetin että lukumäärän osalta) eroavat toisistaan.

Aiheesta on tehty katsaus (Edwards ym., 2018), jossa perehdyttiin amerikkalaisen jalkapallon eri pelipaikkojen erilaisiin iskuprofiileihin. Katsauksessa havaittiin, että eri pelaajien saamien iskujen määrä ja voima vaihtelivat pelipaikkojen välillä. Lisäksi aiheesta tehdyssä tutkimuksessa (Wellman ym., 2017) tutkittiin eri pelipaikkojen luonteenomaisia iskuja collegetason pelaajien joukossa eri voimakkuuskategorioissa. Tutkimuksessa havaittiin, että eri pelipaikkojen välillä oli suurta vaihtelua saatujen iskujen intensiteeteissä.

Hyökkäyksen pelaajista laitahyökkääjät (WR ja TE) saivat eniten hyvin kevyitä tai kohtalaisen kevyitä iskuja verrattuna muihin hyökkäyksen pelaajiin. Lisäksi laitahyökkääjät saivat suuren määrän hyvin kovia ja vakavia iskuja. Linjapelaajat (OL) saivat laitahyökkääjien ohella eniten kohtalaisesta koviin ja kovia iskuja pelin aikana. Pelinrakentajien (QB) saavat iskut olivat enimmäkseen lieviä. Keskushyökkääjille (RB) kertyi pelaajista eniten vakavia iskuja, mikä johtunee pelipaikalle tyypillisistä korkean nopeuden iskuista puolustajiin. Taulukkoon 1 on

koottu iskujen lukumääriä pelipaikoittain eri voimakkuuskategorioissa. (Wellman ym., 2017; Edwards ym. 2018).

TAULUKKO 1. Hyökkäyksen pelaajien saamien iskujen lukumäärät pelipaikoittain eri voimakkuuskategorioissa (suom. & mukaellen Wellman ym. 2017).

Iskun voimakkuuskategoria	WR	RB	QB	TE	OL
Hyvin lievä	4093	1930	2061	2615	2733
Lievä-kohtalainen	1156	583	333	870	852
Kohtalainen-kova	173	78	44	175	162
Kova	38	21	16	32	36
Hyvin kova	11	10	9	9	13
Vakava	12	17	14	6	12

WR = Wide Receiver eli laitahyökkääjä, RB = Running Back eli keskushyökkääjä, QB = Quarterback eli pelinrakentaja, TE = Tight End eli sisempi laitahyökkääjä, OL = Offensive Line eli hyökkäyksen linjapelaaja

Puolustuksen pelaajista takakenttäpelaajat (DB), linjan uloimmat pelaajat (DE) ja tukimiehet (LB) saivat enemmän hyvin lieviä iskuja kuin puolustuksen sisemmät linjapelaajat (DT). Samat pelaajaryhmät saivat kuitenkin paljon myös vakavia iskuja. Puolustuksen sisemmät linjapelaajat saivat enemmän kohtalaisesta koviin, kovia sekä hyvin kovia iskuja verrattuna muihin puolustuksen pelipaikkoihin. Tämä johtunee pelipaikan fyysisistä vaatimuksista, joihin kuuluu paljon iskuja hyökkäyksen pelaajiin läpi koko pelin. Kokonaisuudessaan tutkimuksissa on havaittu puolustuksen pelaajien saavan enemmän iskuja kuin hyökkäyksen pelaajien. Taulukkoon 2 on koottu iskujen lukumääriä pelipaikoittain eri voimakkuuskategorioissa. (Wellman ym., 2017; Edwards ym. 2018).

TAULUKKO 2. Puolustuksen pelaajien saamien iskujen lukumäärät pelipaikoittain eri voimakkuuskategorioissa (suom. & mukaellen Wellman ym. 2017).

Iskun voimakkuuskategoria	DB	DT	DE	LB
Hyvin lievä	2939	1847	2319	2639
Lievä-kohtalainen	582	699	533	546
Kohtalainen-kova	101	198	106	100
Kova	19	50	31	24
Hyvin kova	7	18	12	9
Vakava	10	11	13	13

DB = Defensive Back eli puolustuksen takakenttä, DT = Defensive Tackle eli puolustuksen linjan sisempi pelaaja, DE = Defensive End eli puolustuksen linjan ulompi pelaaja, LB = Line Back eli puolustuksen keskikentän pelaaja

Iskujen tarkastelu pelipaikkakohtaisesti auttaa valmentajia jatkossa varmistamaan, että pelaajilla on kykyä vastaanottaa iskuja pelitilanteissa. Edwards nostaa jatkotutkimusaiheeksi iskujen erottamisen toisistaan; mitkä iskut syntyvät liikkeestä, kuten hyppääminen tai suunnanmuutos ja mitkä pelaajien välisistä törmäyksistä. Tämä lieneekin jatkossa hyödyllistä harjoittelun kehittämisen näkökulmasta. Tutkimuksissa havaittiin eroja iskuprofiileissa hyökkäyksen ja puolustuksen eri pelipaikkojen välillä. Tämä viittaisi siihen, että jatkossa olisi syytä kehittää pelipaikkakohtaista harjoittelua ja toipumisohjausta. (Wellman ym., 2017; Edwards ym. 2018).

2.4 Suoritustekniikan vaikutus iskujen lukumäärään ja kovuuteen

Pelaajan suoritustekniikka vaikuttaa väistämättä siihen, kuinka paljon ja millaisia iskuja pelaajat saavat. Seuraavassa esitellään suoritustekniikan vaikutusta iskujen määrään ja kovuuteen.

Taklaamiskäyttäytymiseen liittyvät huomiot ovat yksi keino mahdollisesti vähentää pään kohdistuvia iskuja amerikkalaisessa jalkapallossa. Tutkijat keräsivät katsaukseensa neljä laadukasta tutkimusta, joiden mukaan todettiin, että taklaamiskäyttäytymiseen liittyvillä huomioilla pään kohdistuneet iskut vähenivät. Käsitellyissä tutkimuksissa

taklauskäyttäytymiseen kiinnitettiin huomiota käyttämällä kahta erilaista taklaamisen opettamisen tapaa. Ensimmäinen oli tapa opettaa taklaamista ilman kypärää (HuTT – Helmetless Tackling Training), jossa oleellista on siirtää huomio pois päästä ensisijaisena iskun kohteena. Malli sisältää muutamia harjoituksia, joita tehdään ilman kypärää ja hartiasuojia noin 50–75 % teholla. Toisessa mallissa (QYTS – Qualitative Youth Tackling Scale) keskitytään antamaan palautetta ja vahvistamaan taklaamistapaa, jossa pidetään pää ylhäällä. Malli opastaa valmentajia taklaamisen opettamisessa ja lisäksi antaa pelaajille mahdollisuuden arvioida itse taklaamistaan perustuen kuuteen huomioon taklaamisessa (niskan ojentaminen, pään sijoittaminen, olkapään ojentaminen, vartalon kulma, lantion korkeus ja askeleen pituus). Katsauksen tulos on sikäli merkittävä, että jatkossa taklaamiskäyttäytymiseen huomiota kiinnittämällä voidaan mahdollisesti vähentää tapahtuvien aivotärähdysten määrää. Tutkimuksessa havaittiin, että 5–15 minuutin altistuminen taklaamiskäyttäytymisen huomioimiselle säännöllisesti riittävän pitkän ajan, saivat aikaan muutoksia kertyvien iskujen määrässä. Tutkimuksen tulokset muuttanevat aivotärähdysten ehkäisyn tulevaisuudessa. (Evans ym., 2021).

Wilson ym. (2022) tutkivat toistuvien päähän kohdistuvien iskujen vaikutusta ja useutta amerikkalaisessa jalkapallossa. Tutkimukseen valituille pelaajille laitettiin kypärän vuorauksen sisään Riddell InSite system -anturi, joka rekisteröi päähän kohdistuvan iskun viidestä suunnasta: edestä, takaa, päältä, oikealta ja vasemmalta. Järjestelmä tallensi jokaisen iskun ajan, paikan, numeron ja suuruuden. Harjoituskaudelta kauden jälkeiseen aikaan tehdyssä vertailussa ei havaittu muutosta pelaajien tasapainossa tai kognitiossa. Akuutit muutokset eli muutokset 24 tunnin sisällä yhteen viikkoon mennessä osoittivat, että iskujen suurempi määrä oli yhteydessä huonompaan tasapainoon. Reaktioajan huomattiin pitkällä aikavälillä hidastuvan iskujen määrän kasvaessa.

Tutkiessaan pelipaikan vaikutusta kaikkiin saatuihin vammoihin amerikkalaisessa jalkapallossa, McCunn ym. (2017) huomasivat laitahyökkääjien olevan suurimmassa riskissä saada vamma pelien aikana. Tämä voi johtua pelipaikalle luonteenomaisista iskuista, jotka ovat usein voimakkuudeltaan kohtalaisia. Saadut vammat eivät kuitenkaan aiheuta suurissa määrin poissaoloa peleistä tai harjoituksista. Harjoituksissa puolestaan keskushyökkääjät olivat suurimmassa riskissä. Pelinrakentajien saamista iskuista harjoituksissa on huomattava, että he pukeutuvat yleensä eri väriseen paitaan, jotta välttävät turhat iskut. Pelinrakentaja on usein

joukkueensa hyökkäyksen keskeisin pelaaja, sillä hänellä on rooli jokaisessa hyökkäyspelissä. (McCunn ym., 2017).

Keskushyökkääjän pelipaikka on suurimmassa riskissä saada vamma harjoituksissa. Keskushyökkääjän pelipaikka saa eniten ja kovimpia iskuja joukkueen pelaajista. Tämä selittänee, miksi pelipaikan pelaajat kärsivät eniten loukkaantumisia, jotka aiheuttavat poissaoloa peleistä ja harjoituksista. Huomioitavaa on, että tutkimuksessa (McCunn ym., 2017) ei tarkemmin tilastoitu kertyneitä iskuja eikä täysin varmaa yhteyttä iskujen ja loukkaantumisen välille voida luoda. Tärkeä kysymys valmennukselle pohdittavaksi keskushyökkääjän pelipaikan suhteen onkin, miten valmistaa pelaaja peleissä väistämättä tuleviin koviin iskuihin ilman, että tulee estettävissä olevia loukkaantumisia harjoituksissa? Aiheesta tarvitaankin lisää tutkimusta. (McCunn ym., 2017).

3 ISKUJEN REKISTERÖINTI

Amerikkalainen jalkapallo on törmäyslajeihin kuuluva joukkuelaji, jossa kovatkin taklaukset ja osumat ovat mahdollisia. Amerikkalaisen jalkapallon lisäksi iskuja tulee esimerkiksi jääkiekossa, jalkapallossa ja rugbyssa (O'Connor ym. 2017; Cummins ym. 2013)

3.1 Iskujen rekisteröiminen erilaisilla antureilla

Iskujen rekisteröimisestä eri urheilulajien harrastamisen yhteydessä on tehty kolme hyvää systemaattista kirjallisuuskatsausta, joita esitellään alla.

O'Connor ym. (2017) tutkivat katsauksessaan erilaisia laitteita, jotka mittaavat päähän kohdistuvia iskuja. Katsauksessa yleisimmäksi käytetyksi laitteeksi nousi kypärään asennettava kiihtyvyyssanturi. Muut laitteet olivat korvan taakse laitettava laite tai hammassuojiiin upotettava anturi. Nauhoituskynnys, eli kynnyks, jolloin laite rekisteröi iskun, oli laitteilla välillä 9,6 g–15 g. Yksikkö ”g” kuvaa tässä iskun intensiteettiä. Kypäräanturia käytettiin amerikkalaisessa jalkapallossa ja jääkiekossa. Jalkapallossa anturi oli muokattu ilman kypärää käytettäväksi. Ei-kypäräanturia käytettiin amerikkalaisessa jalkapallossa, jalkapallossa, rugbyssa, lumiturheilussa ja nyrkkeilyssä. Katsauksessa havaittiin, että korkeampi ikä oli yhteydessä iskujen kovempaan voimaan. Jääkiekossa pelipaikalla ei havaittu olevan merkitystä iskujen voimakkuuteen, mutta amerikkalaisessa jalkapallossa linjamiehet saivat lievempiä iskuja ja taitopelipaikkapelaajat kovempia iskuja.

LeFlao ym. (2022) tutki erilaisilla mittareilla tallennettuja iskuja erilaisissa urheilulajeissa. Systemaattisessa katsauksessa oli mukana 185 tutkimusta ja havaittiin, että viimeisen 15 vuoden aikana erilaisten antureiden kehitys on ollut hyvin nopeaa. Naiset ja nuoret olivat aliedustettuina tutkimuksessa ja heidän tuloksensa olivat jokseenkin epäselviä. Miehiä sen sijaan tutkittavissa oli paljon ja huomattiin selvästi, että peleihin osallistuminen verrattuna harjoituksiin osallistumisiin altisti suuremmalle määrälle iskuja. Katsauksessa nousi esille myös, että tutkimusta on tehty eniten amerikkalaisessa jalkapallossa. Muissa lajeissa sekä naisilla ja nuorilla vähemmän. Tutkimusta on tehty kuitenkin myös muissa lajeissa, kuin niissä, joissa käytetään kovaa kypärää. Sensoreita on monenlaisia: panta, laastari, korvatulpat ja hammassuojat. Lisäksi on kypärän sisään asennettava anturi.

Joukkuelajeissa erilaista tietoa kertyneistä iskuista on kerätty myös GPS-sovelluksen avulla (Cummins ym. 2013). GPS:n avulla kerättiin tietoa muun muassa pelaajien liikkumasta etäisyydestä, kiihtyvyydestä sekä iskuista. Katsaukseen valituista tutkimuksista suurimmassa osassa tutkittiin erilaisia jalkapallopelejä, mutta myös esimerkiksi jääkiekkoa ja haavipalloa. Iskuja oli tutkittu kuitenkin vain lähinnä rugbyssa. Katsauksessa havaittiin, että hyökkääjät saivat erityisesti toisella puoliajalla selvästi enemmän iskuja kehoon kuin puolustajat.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että g-voimia voidaan mitata myös monissa yksilöurheilulajeissa. Autourheilussa g-voimat ovat suuria ja päähän kohdistuessaan aiheuttavat aivovammoja. Tutkimuksen (Weaver ym. 2006) mukaan kolariin joutuneet urheilijat, jotka saivat yli > 50 g iskun, saivat todennäköisemmin (16 %) aivovamman kuin < 50 g iskun (1,6 %) saaneet. Puolestaan olympiаныrkkelijöitä tutkinut ryhmä (Walilko ym, 2005) havaitsi tuloksissaan päähän kohdistuvan iskun olevan voimakkuudeltaan keskimäärin 58 g. Tutkimuksessa ei havaittu aivotärähdyksiä korkeimmillakaan (68 g) kiihtyvyyksillä.

3.2 Anturien tiedon yhdistäminen videoon

Epidemiologisen tiedon eli yleensä iskujen intensiteetin ja lukumäärän, kerääminen ei yksinään useinkaan riitä kehittämään harjoitteluun soveltuvia suosituksia. Iskujen intensiteetin ja lukumäärän lisäksi on oleellista tietää, millaisissa tilanteissa iskuja tulee ja mille pelipaikoille. Tästä syystä erilaisten antureiden tallentaman tiedon yhdistäminen videokuvaan on tarpeen.

Pattonin ym. (2020) tutkimuksessa selvitettiin sellaisten iskujen määrää, jotka pystyttiin varmistamaan videolta. Iskut tallennettiin pääpantaan asennetulla sensorilla. Lopulta tutkimukseen jäi 1893 iskuja, jotka videotarkastelun perusteella jaettiin todellisiin iskuihin, vähäpätöisiin iskuihin ja epäiskuihin. Tuloksista selviää, että 31 % tallentuneista iskuista oli joko vähäpätöisiä iskuja tai epäiskuja. Näin ollen sensoreiden tallentaman datan tarkistaminen videolta on erityisen tärkeää luotettavan tutkimustiedon saamiseksi. Suurin osa varmennetuista iskuista (78 %) oli pelaaja-pallo iskuja, seuraavaksi eniten oli pelaajien välisiä iskuja (11 %). Kaatumisia iskuista oli 10 %. Tutkimuksessa huomioitiin lisäksi, että antureiden valmistajien luomat algoritmit väärin iskujen tunnistamiselle eivät olleet riittävän luotettavia.

Nguyen ym. (2019) tutkivat katsauksessaan mitä tahansa urheilua harrastavien miesten pelin aikana päähän saamien iskujen määrää ja voimakkuutta. Katsauksessa iskut jaettiin voimakkuuden mukaan alle 10 g ja yli 10 g iskuihin. Alle 10 g iskuja saivat eniten rugbyn amatööripelaajat, seuraavaksi eniten australialaisen jalkapallon amatööripelaajat ja kolmanneksi eniten haavipallon collegepelaajat. Kynnysarvon ollessa yli 14,4 g amerikkalaisen jalkapallon pelaajat saivat eniten iskuja. Katsaukseen valitut tutkimukset olivat kuitenkin hyvin heterogeenisiä ja iskujen voimakkuuden yhtenäistäminen oli rajoittunutta.

Campbell ym. (2020) keräsivät tutkimuksessaan tietoa collegetason amerikkalaisen jalkapallon pelaajien erikoisjoukkuepelaajien päähän kohdistuvista iskuista kypärään asennettavan anturin avulla. Tutkijat yhdistivät myöhemmin antureiden keräämän tiedon videokuvaan iskuja vastaavista tilanteista. Näin saatiin tietoa antureiden luotettavuudesta todellisten päähän kohdistuvien iskujen mittaamisessa. Tuloksista selviää, että mittarin iskuja suodattavan algoritmin herkkyys oli 69 %, spesifisyys 72 % ja tarkkuus 70 %, kun anturi lajitteli todelliset ja ei-todelliset iskut.

Ammattilaistasolla Amerikassa iskujen rekisteröimiseen ei käytetä antureita niiden epätarkkuuden vuoksi. Käytössä on videoarviointitekniikka, jota Bailey ym. (2020) pyrkivät validoimaan. Tutkimuksessa mallinnettiin iskujen tapahtumista kentällä pelaajanukkejen ja useiden eri aseisiin asennettujen kameroiden avulla. Validointitekniikassa pelistä oleva 2D-video muunnetaan 3D-muotoon, jotta pystytään arvioimaan iskujen suuntaa ja suuruutta. Validoinnissa havaittiin, että videogrammetria on luotettava menetelmä iskujen arvioimiseksi.

Kuten edellä esitellyistä tutkimuksista havaitaan, videokuvan kerääminen iskuista on tärkeää. Anturien tallentamat iskut eivät aina ole todellisia iskuja, vaan niihin kertyy väistämättä myös vääriä iskuja, jotka vääristävät aineistoa. Iskujen tarkistaminen videolta mahdollistaa iskujen varmistamisen ja luotettavamman arvioinnin ja näin ollen kerätty aineisto on luotettavampaa ja käyttökelpoisempaa.

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää iskukuormitusta amerikkalaisessa jalkapallossa. Tutkimuksen aineisto kerättiin seuraamalla yhtä naisten joukkuetta, joka pelaa amerikkalaista jalkapalloa korkeimmalla sarjatasolla Suomessa.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Millaisia kypäraanturin havaitsemaa kiihtymistapahtumaprofiileja on eri pelipaikoilla amerikkalaisen jalkapallon harjoituksissa ja otteluissa Suomessa?
2. Mitkä pelitapahtumat ovat yhteydessä yksittäisiin kypäraanturin havaitsemiin kiihtyvyyksiin eri voimakkuuskategorioissa?

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Aineisto

Suomen amerikkalaisen jalkapallon liitto kutsui joukkueita kaudella 2022 eri sarjatasoilta osallistumaan vapaaehtoisena tutkimukseen, jossa tutkittiin iskukuormitusta amerikkalaisessa jalkapallossa. Mukaan tutkimukseen lähti alun perin kaksi joukkuetta miesten korkeimmalta sarjatasolta, kaksi joukkuetta naisten korkeimmalta sarjatasolta ja lisäksi kaksi joukkuetta nuorten U17 sarjasta eli yhteensä kuusi joukkuetta.

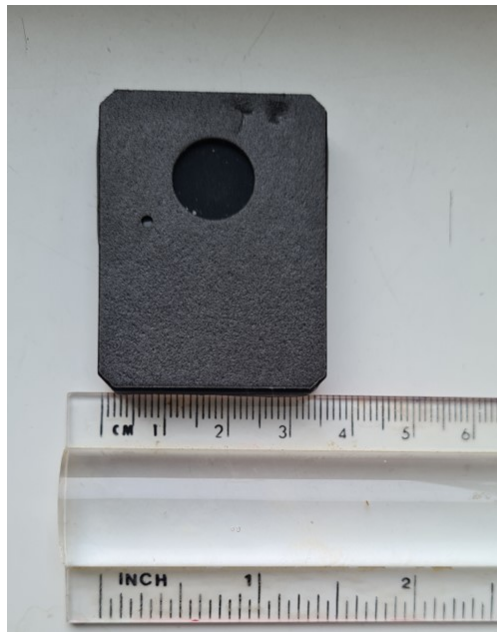
Aineistoa saatiin takaisin kolmelta joukkueelta. Miesten joukkueen lähettämä aineisto oli liian suppea käytettäväksi (liite 1). Juniorijoukkueen antureiden keräämään aineistoon (liite 2) ei ollut mahdollista yhdistää videoita. Kattavin aineisto anturin tallennuksista saatiin yhdeltä naisjoukkueelta. Lisäksi kyseiseltä naisten joukkueelta oli käytössä videotallenteet jokaisesta pelistä kauden 2022 ajalta, joten anturin keräämien tietojen yhdistäminen videokuvaan tilanteista oli mahdollista.

Tässä tutkimuksessa käsitellään vain naisten joukkueen tuloksia. Joukkueella oli käytössä yhteensä 20 ACT Head Impact Tracker anturia. Lisäksi pelaajista kerättiin tiedoksi ikä, pituus, pelipaikka, pelaajanumero ja pelikokemus vuosina. Aineistoa käsiteltiin tietoturvalisistä läpi tutkimuksen eikä valmiista raportista ole mahdollista tunnistaa yksittäisiä henkilöitä. Pelaajien käyttämät anturit oli numeroitu ja joukkue toimitti tutkijan tietoon, millä pelinumerolla ja -paikalla mikäkin anturi oli käytössä. Tuloksissa kaksi pelaajista on mainittu kahdesti johtuen siitä, että he pelaavat kahdella pelipaikalla joukkueessa. Tutkimussuunnitelmalle pyydettiin lausunto Jyväskylän yliopiston ihmistieteiden eettiseltä toimikunnalta, joka ei nähnyt estettä tutkimuksen toteuttamiselle suunnitelmassa kuvatulla tavalla (diarionumero 202/13.00.04.00/2022).

5.2 Anturi

Tutkimuksessa käytetty anturi oli Northern Sports Insight and Intelligence Oy:n ACT Head Impact Tracker (kuva 1). Anturi yhdistetään sovellukseen, jonne käyttäjä luo profiilin ja kaikki

anturin tallentama data tallentuu profiilin tietoihin. Anturi tallentaa iskujen huippukiihtyvyyden. (Northern Sports Insight and Intelligence Oy 2023).



KUVA 1. Tutkimuksessa käytetty Northern Sports Insight and Intelligence Oy:n ACT Head Impact Tracker.

5.3 Videoiden käsittely

Tutkimuksessa käytetyt videot saatiin käyttöön Suomen amerikkalaisen jalkapallon liiton arkistosta ja ne yhdistettiin anturien tallentamiin törmäystietoihin koehenkilöiden eksplisiittisellä suostumuksella. Videot käsiteltiin ensin FFMPEG-ohjelmalla, jotta saatiin aikaleima jokaisen yrityksen aloitushetkestä. Tämän jälkeen yhdistettiin pelin aikajana ja tallennetut yritysten aloitusajat ja kohdistettiin ne käsin Matlab-ohjelmalla mahdollisimman tarkasti oikeaan kohtaan. Näin saatiin syntymään jokaisesta pelistä kuvaaja, josta näkyi yrityksen numero pystyviivana ja pelaajien saamat iskut pisteinä. Iskuja merkitsevät pisteet merkittiin eri väreillä pelipaikoittain analyysin selventämiseksi. Iskujen kohdistamista yritysten kohdalle tehtiin Matlab-ohjelmalla käsin siirtämällä aikaa haluttuun suuntaan halutun ajan verran. Tämä kohdistaminen ei kuitenkaan tuottanut tulosta, eikä iskujen kohdistaminen yrityksiin onnistunut. Kohdistamista yritettiin kauden jokaisen pelin kohdalla. Kiihtyvyyden anturin aikaleimoja ja videon pelikelloa ei saatu kaikilta osin sovitettua yhteen niin, jotta iskut olisi luotettavasti pystytty yhdistämään. Jos iskut osuivat ensimmäisellä puoliajalla

yrityksille hyvin, tätä ei välttämättä tapahtunut toisen puoliajan osalta ja toisinpäin. Iskujen oikeellisuutta tarkasteltiin videolta ja lopulta kuusi iskuja saatiin varmistettua oikealle yritykselle. Näin ollen aineisto kutistui kuuteen rekisteröityyn iskuun. Lisäksi iskuista tehtiin histogrammit, joista näkyy kauden aikana kertyneet iskut pelipaikoittain.

6 TULOKSET

Tässä tutkimuksessa aineistona oli yhden Suomen korkeimmalla tasolla amerikkalaista jalkapalloa pelaavan naisjoukkueen yhden kauden aikana pelatuista peleistä kuvatut videot sekä kypäraän asennettavan kiihtyvyyssanturin keräämät tiedot päähän kohdistuneista iskuista. Tuloksissa esitellään histogrammit kauden aikana kertyneistä iskuista pelipaikkakohtaisesti. Lisäksi tarkastellaan tarkemmin muutamaa pelaajan saamaa päähän kohdistunutta iskuja. Tutkittavien tietoja on esitelty taulukossa 3. Pelipaikan suomenkielisen nimen jälkeen on mainittu pelipaikan nimi englanniksi ja pelipaikasta yleisesti käytetty lyhenne.

TAULUKKO 3. Aineiston kuvailevat tiedot.

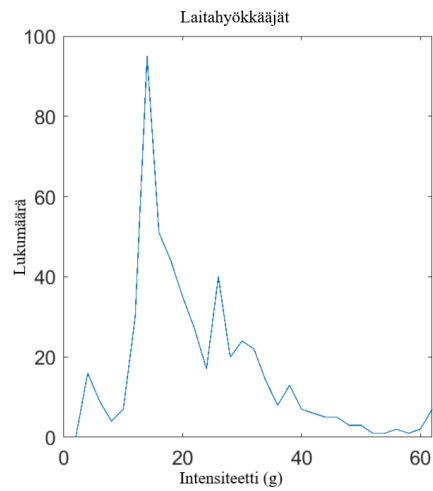
Pelipaikka	n	Ikä	Pelikokemus (vuosina)
Laitahyökkääjä (Wide Receiver-WR)	3	30–31	7–8, ka 7,5
Pelinrakentaja (Quarterback-QB)	2	28–38	7–14, ka 10,5
Keskushyökkääjä (Running Back-RB)	3	27–30	7–8, ka 7,5
Hyökkäyksen linjapelaaja (Offensive Linemen-OL)	4	21–44	3–15, ka 9
Puolustuksen takakenttäpelaaja (Defensive Back-DB)	3	27–34	4–6, ka 5
Tukimies (Linebacker-LB)	4	30–40	8–10, ka 9
Puolustuksen linjapelaaja (Defensive Linemen-DL)	3	23–32	2–6, ka 4
Yht.	22		2–15, ka 8,5

6.1 Pelipaikkakohtaiset histogrammit

Antureiden avulla kerätyistä tiedoista muodostettiin histogrammit jokaiselle pelipaikalle, josta näkyi kauden aikana tulleiden iskujen lukumäärä ja intensiteetti (g). Sisemmän laitahyökkääjän pelipaikalle ei pystytty muodostamaan omaa histogrammia anturin keräämien tietojen puuttumisen vuoksi. Histogrammeja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että osa

tallentuneista iskuista saattaa olla teknisiä häiriötä tai iskuja, jotka syntyivät muuten kuin pelitilanteessa, kuten esimerkiksi kypärän laskeminen maahan tai penkille.

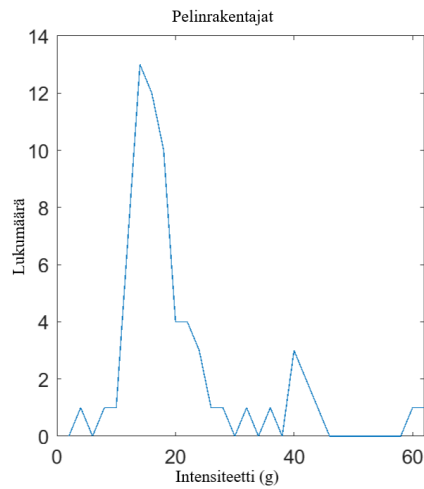
6.1.1 Laitahyökkääjät



KUVA 2. Laitahyökkääjien saamat iskut kauden aikana.

Kuvassa 2 näkyy laitahyökkääjien saamat iskut kauden aikana. Huomataan, että iskuja on määrällisesti tullut eniten pienissä intensiteeteissä. Intensiteetin kasvaessa iskujen määrä vähenee. Kuitenkin yli 60 g iskujakin on kertynyt muutamia. Histogrammi noudattelee pelipaikalle luonteenomaista pelityyliä, jossa kovia iskuja tulee harvoin.

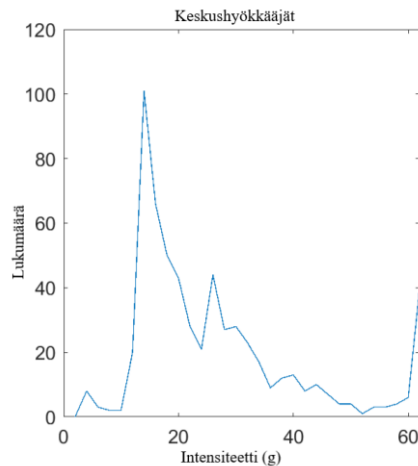
6.1.2 Pelinrakentajat



KUVA 3. Pelinrakentajien saamat iskut kauden aikana.

Pelinrakentajille iskuja kertyi verrattain määrällisesti vähän (kuva 3), mikä sopii pelipaikan luonteelle. Suurin osa iskuista oli lieviä, mutta muutama hieman kovempikin isku tallentui.

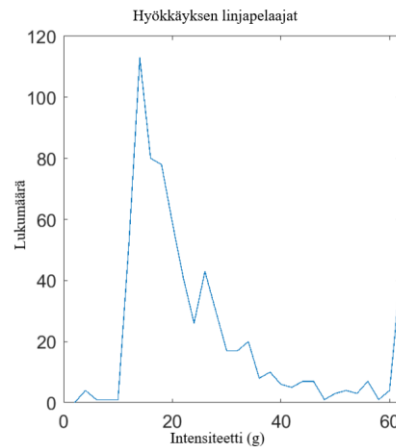
6.1.3 Keskushyökkääjät



KUVA 4. Keskushyökkääjien saamat iskut kauden aikana.

Keskushyökkääjille kertyi joukkueessa toiseksi eniten iskuja kauden aikana (kuva 4). Enemmän iskuja kertyi vain hyökkäyksen linjapelaajille. Iskujen intensiteetti oli melko korkea ja yli 60 g iskujakin kertyi useampia.

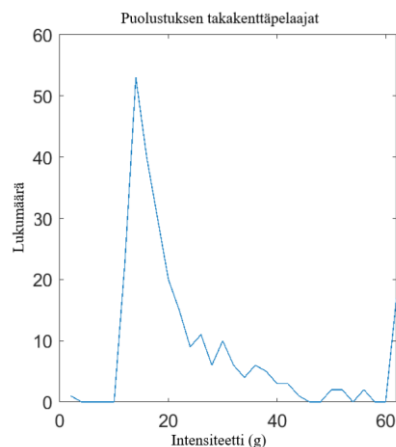
6.1.4 Hyökkäyksen linjapelaajat



KUVA 5. Hyökkäyksen linjapelaajien saamat iskut kauden aikana.

Hyökkäyksen linjapelaajat saivat paljon iskuja ja suurin osa niistä oli lieviä (kuva 5). Tämä on linjassa aiemman tutkimustiedon kanssa kyseisen pelipaikan iskuista. Muutamia kovempiakin iskuja kauden aikana tuli, mikä sopii pelipaikan profiiliin. Hyökkäyksen linjapelaajat saivat eniten iskuja koko joukkueesta kauden aikana.

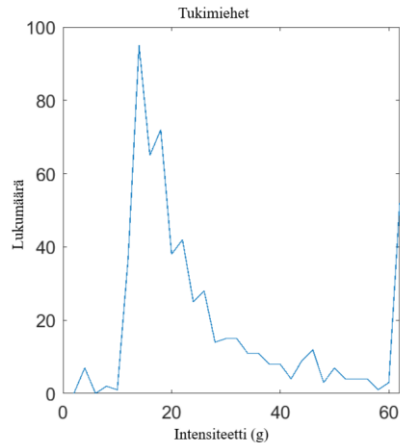
6.1.5 Puolustuksen takakenttäpelaajat



KUVA 6. Puolustuksen takakenttäpelaajien saamat iskut kauden aikana.

Puolustuksen takakenttäpelaajat saivat melko vähäisen määrän iskuja (kuva 6) muihin pelipaikkoihin verrattuna. Iskujen intensiteetti oli myös pääsääntöisesti melko alhainen.

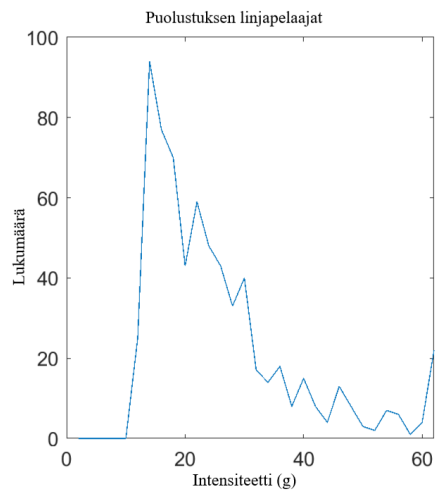
6.1.6 Tukimiehet



KUVA 7. Tukimiehisten saamat iskut kauden aikana.

Tukimiehille iskuja kertyi jonkin verran ja niiden intensiteetti oli melko korkea (kuva 7). Histogrammista havaitaan, että kovempiakin iskuja kertyi enemmän kuin muille pelipaikoille.

6.1.7 Puolustuksen linjapelaajat



KUVA 8. Puolustuksen linjapelaajien saamat iskut kauden aikana.

Puolustuksen linjapelaajat saivat iskuja määrällisesti vähemmän kuin hyökkäyksen linjapelaajat, mutta niiden intensiteetti oli selkeästi kovempi (kuva 8).

6.2 Keskushyökkääjien saamien iskujen lähempi tarkastelu

Aineistosta saatiin varmennettua yhteensä kuusi iskua, joiden anturin tallentama intensiteetti ja videolla nähty pelitapahtuma pystyttiin yhdistämään. Kaikki varmennetut iskut olivat keskushyökkääjille tulleita iskuja. Niiden varmentaminen oli helpompaa, sillä amerikkalaisessa jalkapallossa kentällä tapahtuu paljon, mutta koska pelit oli tässä aineistossa kuvattu vain yhdellä kameralla, kamera seuraa aina palloa. Tällöin monet muut tapahtumat ja muiden pelipaikkojen mahdollisesti saamat iskut jäävät helposti havaitsematta.

Eräässä tilanteessa keskushyökkääjä lähtee kantamaan palloa ja liikkuu matalalla. Vastustajan puolustus lukee tilanteen hyvin ja pääsee nopeasti kiinni keskushyökkääjään monesta suunnasta. Tämän seurauksena keskushyökkääjä kaatuu maahan ja videolta näkyy, miten pää osuu muihin pelaajiin ja lopulta kaatumisen seurauksena maahan. Anturin tallentama iskun intensiteetti on 24 g.

Pelaaja lähtee palauttamaan aloituspotkua saatuaan pallon kiinni. Keskushyökkääjä etenee matalalla ja vastustajan pelaajat lukevat keskushyökkääjän liikkeit nopeasti ja ovat paikalla taklaamassa. Tilanteessa keskushyökkääjä tulee taklatuksi kasaan. Videolta havaitaan, että keskushyökkääjän pää osuu sekä muihin pelaajiin, että lopulta maahan. Anturin tallentama iskun intensiteetti on 36 g.

Keskushyökkääjä saa pallon pelinrakentajalta ja lähtee kantamaan sitä eteenpäin matalassa asennossa. Lopulta vastustajan pelaajat saavat keskushyökkääjän kiinni ja taklaavat tämän kasassa maahan. Anturin tallentama iskun intensiteetti on 42 g.

Keskushyökkääjä saa jälleen pallon ja lähtee sitä palauttamaan. Vastustaja tulee taklaamaan monen pelaajan voimin ja keskushyökkääjän pää osuu sekä pelaajiin että maahan. Videolla isku vaikuttaa melko lievältä, anturin tallentama intensiteetti on 39 g.

Keskushyökkääjä saa pallon ja lähtee kantamaan sitä eteenpäin. Puolustuksen pelaaja pääsee melko nopeasti kiinni ja tarttuu keskushyökkääjään vyötäröltä. Keskushyökkääjä ”istahtaa” maahan taklauksen seurauksena. Selkeää pääkontaktia ei havaita, mutta varmasti ”istuttamisen” voima tuntuu koko vartalossa. Anturin tallentaman iskun intensiteetti on 81 g.

Pelin alussa keskushyökkääjä saa jälleen pallon ja lähtee kantamaan sitä. Puolustaja tulee taklaamaan, jonka seurauksena keskushyökkääjän pää osuu maahan. Anturin tallentaman iskun intensiteetti on 71 g.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää iskukuormitusta amerikkalaisessa jalkapallossa. Tutkimuksessa havaittiin, että puolustuksen pelaajat saivat enemmän iskuja, kuin hyökkäyksen pelaajat. Yksittäisiä iskuja videolta tarkasteltiin keskushyökkääjän pelipaikan osalta ja kaikki iskut tulivat pallonkantotilanteissa vastustajan taklattua keskushyökkääjää maahan, jolloin tämän pää osui maahan, vastustajan pelaajaan tai molempiin.

Hyökkäyksen pelaajista laitahyökkääjät saivat paljon lieviä (n. 20 g) iskuja. Tätä kovempia iskuja pelaajat saivat vähemmän. Pelinrakentajien saamia iskuja oli vähän, sillä pelipaikkaa suojellaan lajissa eniten ja pelinrakentajaan kontaktin ottaminen on melko harvinaista. Keskushyökkääjät saivat paljon lieviä (n. 20 g) iskuja, mutta melko paljon myös kovia (n. 60 g) iskuja. Tämä selittyy pelipaikan korkealla fyysisyydellä ja pelipaikalle luonteenomaisesti kuuluvista useista iskuista vastustajan pelaajiin tai maahan taklauksen seurauksena. Hyökkäyksen linjapelaajien saama lievien (n. 20 g) iskujen määrä oli suuri (>100 iskuja). Kuitenkin myös kovia (n. 60 g) iskuja linjapelaajille kertyi suurin piirtein saman verran kuin keskushyökkääjille. Hyökkäyksen pelaajista linjapelaajat saivat siis eniten iskuja tässä tutkimuksessa.

Puolustuksen pelaajista tukimiehet saivat paljon iskuja. Lieviä (n. 20 g) iskuja kertyi yhteensä lähes 100, mutta kovempiakin (n. 50 g) iskuja tuli noin 50. Pelipaikalle on tyypillistä korkea tilannenopeus, jolloin myös iskun intensiteetti kasvaa. Puolustuksen takakenttäpelaajat saivat kaiken kaikkiaan vähän iskuja. Eniten tuli lieviä (n. 20 g) iskuja ja kovempia (n. 50 g) vain muutamia. Puolustuksen linjapelaajien saamien iskujen intensiteetti vaihteli. Puolustuksen linjapelaajat saivat paljon (noin 100) lieviä (n. 20 g) iskuja, mutta myös kovia (n. 50 g) iskuja tuli joitain. Tässä tutkimuksessa puolustuksen pelaajista eniten kovia iskuja saivat tukimiehet. Tämä eroaa Wellman ym. (2017) tutkimuksesta, jossa puolustuksen pelaajista tukimiehet olivat kärjessä lievien iskujen saajina. Huomioitava on, että iskujen kertymiseen vaikuttavat monet seikat, kuten pelaajan fyysiset ominaisuudet sekä joukkueiden pelitapa.

Koska aiempaa tutkimusta Suomessa pelattavan amerikkalaisen jalkapallon iskukuormituksesta tai suomalaisnaisten pelaamasta amerikkalaisesta jalkapallosta ei ole, on tulosten vertaaminen aiempaan tutkimukseen rajoittunutta. Myös kansainvälinen tutkimus aiheesta pohjautuu pääosin miesten ja osin nuorten tutkimukseen amerikkalaisen jalkapallon

osalta. Muissa kontaktilajeissa, kuten esimerkiksi australialaisessa jalkapallossa, naisia on tutkittu jonkin verran. Tämä johtunee siitä, että naiset pelaavat amerikkalaista jalkapalloa maailmanlaajuisesti verrattain vähän.

Johtuen aineiston pienestä määrästä iskuprofiilien rakentamiseen ei tässä tutkimuksessa päästy kovin syvälle. Kuitenkin havaittiin, että puolustuksen pelaajat saivat kokonaisuutena enemmän iskuja kuin hyökkäyksen pelaajat. Samankaltaisia havaintoja on tehty aiemmissa tutkimuksissa (Edwards ym., 2018; Wellman ym., 2017), joissa puolustuksen pelaajien saama iskumäärä oli hyökkäyksen pelaajia korkeampi. Mainituissa tutkimuksissa iskumäärää selitettiin pelipaikkojen fyysisillä vaatimuksilla, joissa puolustajat saavat useita korkean intensiteetin iskuja hyökkääjiin (Edwards ym., 2018; Wellman ym., 2017). Tässä tutkimuksessa saadut iskuprofiilit naisten osalta vastasivat pitkälti aiemmissa tutkimuksissa tehtyjä profiileita miespelaajilla. Laitahyökkääjät ja puolustuksen takakenttäpelaajat saivat vähemmän iskuja, tukimiehet ja keskushyökkääjät puolestaan saivat paljon ja kovia iskuja. Linjapelaajat saivat paljon kovia iskuja, mutta kuitenkin vähemmän verrattuna tukimiehiin ja keskushyökkääjiin. Iskuprofiilit osoittautuivat siis samanlaisiksi miesten ja naisten pelaamassa amerikkalaisessa jalkapallossa.

7.1 Tutkimuksen luotettavuus ja rajoitukset

Tutkimukseen osallistuneet saivat etukäteen kirjallisen tiedotteen tutkimuksesta ja allekirjoittivat suostumuksen tutkimukseen osallistumiseen. Osallistujia informoitiin mahdollisuudesta jättää tutkimus kesken missä vaiheessa tahansa, ilman perusteluita. Etukäteen tutkimukselle pyydettiin lausunto eettiseltä toimikunnalta, joka ei nähnyt estettä tutkimuksen toteuttamiselle. Tutkimuksen raportista ei ole mahdollista tunnistaa yksittäisiä henkilöitä.

Amerikkalaista jalkapalloa on maailmanlaajuisesti tutkittu naisilla vähän, joten tässä tutkimuksessa naisten pelaamalla amerikkalainen jalkapallo pääsi tutkimuksen kohteeksi ja tulokset osoittivat samankaltaisuuksia miesten vastaavien tulosten kanssa. Tämä on osoitus siitä, että myös naisten urheilun tutkiminen on tärkeää ja sille on tarvetta.

Tutkimuksen edetessä havaittiin, että aineisto jää pieneksi. Tämä on seikka, joka heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Vain yhdeltä joukkueelta saatiin takaisin riittävästi anturien

tallentamaa aineistoa ja lisäksi videot peleistä. Lisäksi videoiden yhdistäminen antureiden tallentamiin tietoihin osoittautui ennakoitua haastavammaksi. Lopulta varsinaisten iskujen määrä, joiden kohdalla pystyttiin yhdistämään anturin tallentama intensiteetti ja videokuvattu tapahtuma, kutistui kuuteen. Näistä kuudesta iskusta saatiin hyvä videokuva ja anturin tallentama intensiteetti oli melko korkea. Havaittiin, että kaikki nämä iskut tulivat keskushyökkääjälle pallonkantotilanteissa. Suurin syy tähän lienee jo aiemminkin mainittu kameran liikkuminen peliä kuvatessa. Yhdellä kameralla kuvatessa kamera seuraa aina palloa, jolloin muiden pelipaikkojen mahdollisesti saamat iskut jäävät helpommin havaitsematta.

Osa tässä tutkimuksessa rekisteröidyistä iskuista kertyi harjoitusten aikana. Näin ollen tässä tutkimuksessa ei voida täysin erottaa harjoituksissa ja peleissä kertyneitä iskuja. Huomioitava on, että iskukuormitus tietyillä paikoilla on isompaa niin harjoituksissa kuin peleissäkin. Esimerkiksi keskushyökkääjän pelipaikalle myös harjoituksissa kertyy paljon iskuja, johtuen siitä, että harjoituksissa simuloidaan peleissä tulevia tilanteita ja otetaan kontaktia joko joukkuekavereihin tai taklaustyynyihin.

7.2 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää iskukuormitusta amerikkalaisessa jalkapallossa yhdellä naisjoukkueella. Tutkimuksessa havaittiin, että eri pelipaikkojen välinen iskukuormitus erosi toisistaan. Eri pelipaikoille kertyi erilaisia iskuja sekä lukumäärän että iskujen intensiteetin suhteen.

Yksittäisistä iskuista saatiin varmistettua iskuja keskushyökkääjään pallonkantotilanteissa. Näissä tilanteissa keskushyökkääjä tuli taklatuksi vastustajan toimesta ja keskushyökkääjän pää osui joko muihin pelaajiin, maahan tai molempiin. Iskujen intensiteetti oli melko korkea. Tämä on lajille tyypillistä, sillä lajissa tehdään paljon pisteitä juuri kantamalla palloa kohti maalialuetta.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että jatkossa on hyvä kiinnittää huomiota siihen, miten eri pelipaikkojen pelaajia valmennetaan peleihin. Eri pelipaikoilla on erilaisia vaatimuksia ja nämä on hyvä ottaa huomioon. Iskukuormitukseen valmistaessa on hyvä

huomioida harjoituskauden aikana kertyneen iskukuormituksen määrä iskujen sietokykyyn pelikauden aikana (vrt Stemper ym. 2022).

Tämän tutkimuksen tulokset tarjoavat ymmärrystä naisten kokemasta iskukuormituksesta amerikkalaisessa jalkapallossa Suomessa. Ylipäättään iskukuormitusta on tutkittu Suomessa vähän, jos ollenkaan, ja jatkotutkimusta aiheesta tarvitaan. Tämä tutkimus osoittaa, että iskujen intensiteetti on melko korkea naisilla, joten vastaavaa tietoa olisi hyvä kerätä myös miehiltä Suomessa.

7.3 Jatkotutkimusaiheet

Iskukuormituksen tutkiminen jatkossa on tärkeää, jotta harjoittelua voidaan suunnata paremmin eri pelipaikoille niiden erilaisten vaatimusten suhteen. Lisäksi iskuja kartoittamalla voidaan antaa parempia toipumisohjeita iskuja kokeneille pelaajille ja vähentää iskuista tulevia haittoja pelaajille. Jatkotutkimuksella voidaan myös ohjata urheilijoita ja joukkueita kohti turvallisempia harjoituksia ja sitä kautta pelejä. Aiemmistä tutkimuksista (Edwards ym., 2018) esiin nousseita jatkotutkimusaiheita, joita myös Suomessa voitaisiin tutkia, on erottaa iskuja toisistaan sen perusteella, tulevatko ne pelaajien välisistä kontakteista vai esimerkiksi osumisesta maahan.

Jatkotutkimusaiheena tulisi tutkia sitä, lisäksi yksittäisen pelaajan kokema iskukuormitus esimerkiksi harjoitus- tai pelipoissaoloja verrattuna pelaajaan, jonka kokema kuormitus oli pienempi. Laadullisesta näkökulmasta voisi aihetta lähestyä tutkimalla, miten pelaajat kokivat yksittäiset iskut ja iskukuormituksen ylipäättään, sekä mitä keinoja heillä tai heidän valmennuksellaan on iskukuormitukseen valmistautumiseen.

LÄHTEET

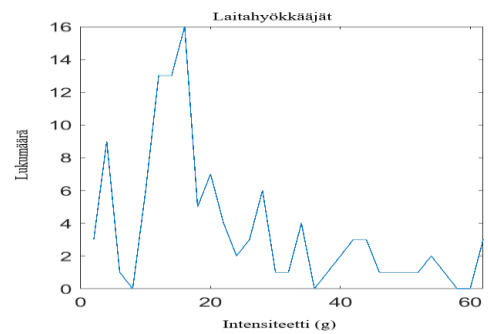
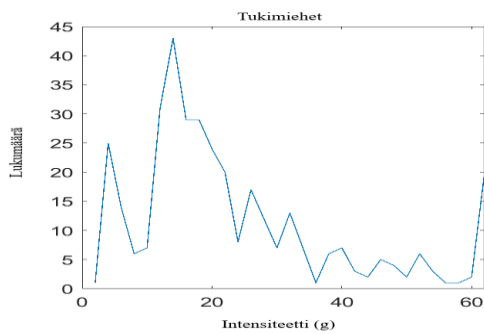
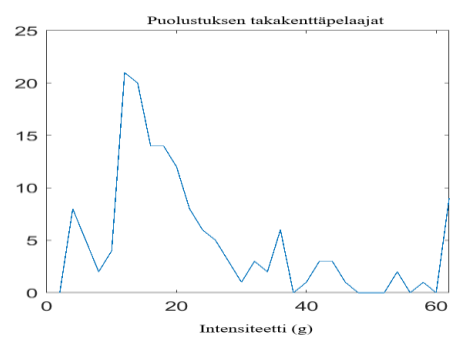
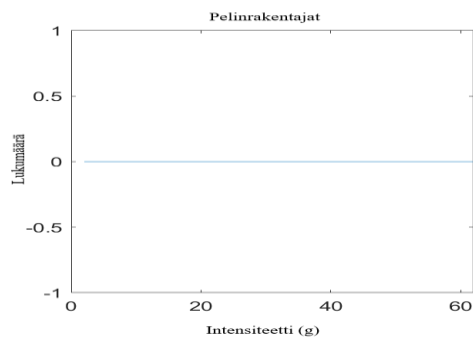
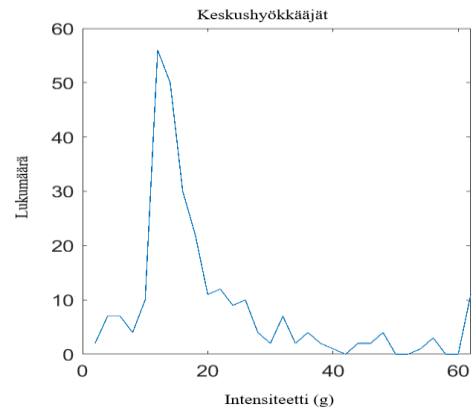
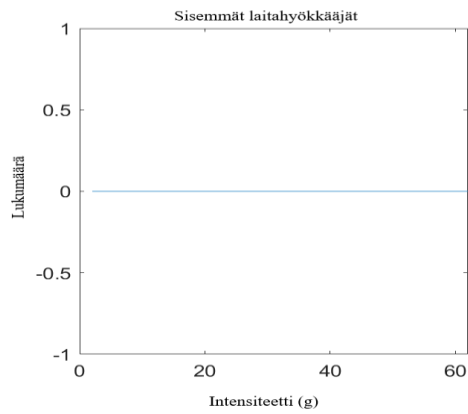
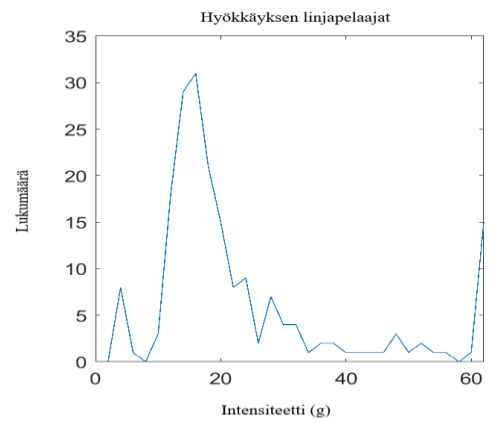
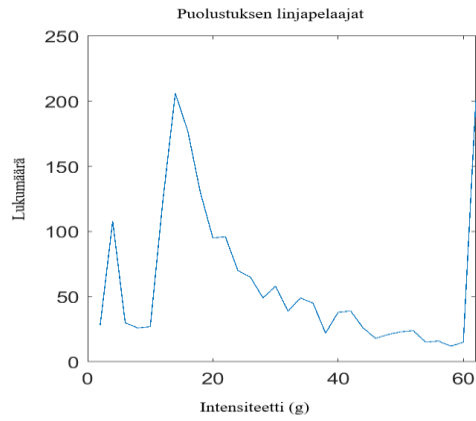
- Bailey, A., Funk, J., Lessley, D., Sherwood, C., Crandall, J., Neale, W. & Rose, N. 2020. Validation of a videogrammetry technique for analysing American football helmet kinematics. *Sports Biomechanics*. 19(5), 678–700. DOI: 10.1080/14763141.2018.1513059.
- Campbell, K. R., Marshall, S. W., Luck, J. F., Pinton, G. F., Stitzel, J. D., Boone, J. S., Guskiewicz, K. M. & Mihalik, J. P. 2020. Head Impact Telemetry System's Video-based Impact Detection and Location Accuracy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 52(10), 2198–2206. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002371.
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H. & West, C. 2013. Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*. 43(10), 1025–1042. DOI: 10.1007/s40279-013-0069-2.
- Edwards, T., Spiteri, T., Piggott, B., Haff, G. G. & Joyce, C. 2018. A Narrative Review of the Physical Demands and Injury Incidence in American Football: Application of Current Knowledge and Practices in Workload Management. *Sports Medicine*. 48, 45–55. DOI: 10.1007/s40279-017-0783-2.
- Evans, A. E., Curtis, M., Montjoy, M., Beidler, E. 2021. Behavioral Tackling Interventions Decrease Head Impact Frequency in American Football Players: A Critically Appraised Topic. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 26, 89–95. DOI: 10.1123/ijatt.2020-0019.
- Huber, C. M., Patton, D. A., McDonald, C. C., Jain, D., Simms, K., Lallo, V. A., Margulies, S. S., Master, C. L. & Arbocast, K. B. 2021. Sport- and Gender-Based Differences in Head Impact Exposure and Mechanism in High School Sports. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 9(3), 2325967120984423. DOI: 10.1177/2325967120984423.
- Jadischke, R., Zandler, J., Lovis, E., Elliott, A. & Goulet, G. C. 2020. Quantitative and qualitative analysis of head and body impacts in American 7v7 non-tackle football. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 6(1), e000638. DOI: 10.1136/bmjsem-2019-000638.
- Kercher, K. A., Steinfeldt, J. A., Macy, J. T., Seo, D.-C. & Kawata, K. 2022. Drill Intensity and Head Impact Exposure in Adolescent Football. *Pediatrics*. 150(5), e2022057725. DOI: 10.1542/peds.2022-057725.
- LeFlao, E., Siegmund, G. P. & Borotkanics, R. 2022. Head Impact Research Using Inertial Sensors in Sport: A Systematic Review of Methods, Demographics, and Factors

- Contributing to Exposure. *Sports Medicine*. 52, 481–504. DOI: 10.1007/s40279-021-01574-y.
- McCunn, R., Fullagar, H., Williams, S., Halseth, T. J., Sampson, J. A. & Murray, A. 2017. The Influence of Playing Experience and Position on Injury Risk in NCAA Division I College Football Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 12(10), 1297–1304. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0803.
- Nguyen, J. V. K., Brennan, J. H., Mitra, B. & Willmott, C. 2019. Frequency and Magnitude of Game-Related Head Impacts in Male Contact Sports Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 49, 1575–1583. DOI: 10.1007/s40279-019-01135-4.
- Northern Sports Insight and Intelligence Oy. 2023. ACT-tracker. Luettu: 21.1.2023. <https://www.act-tracker.com/>
- O'Connor, K., Rowson, S., Duma, S. M. & Broglio, S. P. 2021. Head-Impact–Measurement Devices: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*. 52(3), 206–227. DOI: 10.4085/1062-6050.52.2.05.
- Patton, D. A., Huber, C. M., McDonald, C. C., Marguiles, S. S., Master, C. L. & Arbogast, K. B. 2020. Video Confirmation of Head Impact Sensor Data From High School Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 48(5), 1246–1253. DOI: 10.1177/0363546520906406.
- Reyes, J., Mitra, B., McIntosh, A., Clifton, P., Makdissi, M., Nguyen, J. V. K., Harcourt, P., Howard, T. S., Cameron, P. A., Rosenfeld, J. V. & Willmott, C. 2020. An Investigation of Factors Associated With Head Impact Exposure in Professional Male and Female Australian Football Players. *American Journal of Sports Medicine*. 48(6), 1485–1495. DOI: 10.1177/0363546520912416.
- Stemper, B. D., Harezlak, J., Shah, A. S., Rowson, S., Mihalik, J. P., Riggen, L., Duma, S., Pasquina, P., Broglio, S. P., Mcallister, T. W. & Mccrea, M. A. 2022. Association between Preseason/Regular Season Head Impact Exposure and Concussion Incidence in NCAA Football. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 54(6), 912–922. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002874.
- Suomen amerikkalaisen jalkapallon liitto ry. 2023. Jenkkifutiksen perusteet. Suomen amerikkalaisen jalkapallon liitto ry. Liiton internetsivut. Viitattu 24.5.2023. <https://jenkkifutis.fi/pelaamaan/tutustu-jenkkifutikseen/>
- Urheiluvammat. Ehkäise, tunnista ja hoida. 2011. 1. painos. Jyväskylä: Docendo Sports, 52.

- Walilko, T. J., Viano, D. C. & Bir, C. A. 2005. Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. *British Journal of Sports Medicine*. 39(10), 710–719. DOI: 10.1136/bjism.2004.014126.
- Waltzman, D., Sarmiento, K., Devine, O., Zhang, X., DePadilla, L., Kresnow, M., Borradaile, K., Hurwitz, A., Jones, D., Goyal, R. & Breiding, M. J. 2021. Head Impact Exposures Among Youth Tackle and Flag American Football Athletes. *Sports Health*. 13(5), 454–462. DOI: 10.1177/1941738121992324.
- Weaver, C.S., Sloan, B. K., Brizendine, E. J., Edward, J. & Bock, H. 2006. An Analysis of Maximum Vehicle G Forces and Brain Injury in Motorsports Crashes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 38(2), 246–249. DOI: 10.1249/01.mss.0000184773.07870.5e.
- Wellman, A. D., Coad, S. C., Goulet, G. C. & McLellan, C. P. 2017. Quantification of Accelerometer Derived Impacts Associated With Competitive Games in National Collegiate Athletic Association Division I College Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(2), 330–338. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001506.
- Wilson, L. D., Hildebrand, R. A., Le, T. & McKinney, B. A. 2022. Repetitive head impacts in a collegiate football season: Exposure and effects. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 17(2), 285–297. DOI: 10.1177/17479541211027277.

LIITTEET

Liite 1. Juniorijoukkueen histogrammit pelipaikoittain.



Liite 2. Miesten joukkueen histogrammit pelipaikoittain.

