



Tekoälypohjaisen liikeanalyysin hyödyntäminen urheiluvalmennuksessa

Fysioterapeuttiopiskelijoiden kokemuksia
liikeanalyysisovelluksen käytöstä

Arttu Hämäläinen

Justus Lahtinen

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2024

Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma (AMK)

Hämäläinen, Arttu & Lahtinen, Justus

Tekoälypohjaisen liikeanalyysin hyödyntäminen urheiluvalmennuksessa. Fysioterapeuttiopiskelijoiden kokemuksia liikeanalyysisovelluksen käytöstä.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2024, 27 sivua.

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

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyö käsittelee tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen käyttämistä ja hyödyntämistä urheiluvalmennuksessa. Tekoälyn hyödyntäminen on lisääntynyt huomattavasti viimeisten vuosien aikana ja myös terveys- ja hyvinvointialalla tekoälyn merkitys kasvaa jatkuvasti. Tarkkojen liikeanalyysien suorittaminen on toistaiseksi ollut lähinnä ammattiuurheilijoiden käytettävissä puettavien sensoreiden avulla, mutta tekoälypohjaisen älypuhelimien asennettavan sovelluksen avulla liikeanalyysien suorittaminen mahdollistuisi kaikille tasosta riippumatta. Tällä voisi olla merkittävä vaikutus vammojen ennaltaehkäisyssä ja kuntouttamisessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen toimivuutta ja hyödynnettävyyttä urheilijoiden rasitusvammojen ennaltaehkäisyssä fysioterapeutin näkökulmasta. Tavoitteena oli selvittää tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen hyödynnettävyyttä jalkapalloilijoiden polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisessa ja antaa palautetta sovelluksen kehittäjille sovelluksen käytettävyydestä fysioterapeuttisesta näkökulmasta. Tutkimuksellisessa kehittämistyössä yhdisteltiin määrällisiä ja laadullisia menetelmiä. Tutkimus toteutettiin testaamalla sovellusta käytännössä jalkapallojoukkueen kanssa sekä keräämällä fysioterapeuttiopiskelijoiden kokemuksia sovelluksen käytöstä.

Opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa opinnäytetyön tavoitteet muuttuivat, jolloin polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamista käsittelevää aineistoa ei lopulta analysoitu ollenkaan. Sovelluksen hyödynnettävyyttä käsittelevien tulosten perusteella sovelluksella on paikkansa urheiluvalmennuksessa ja vastaavilla tekoälypohjaisilla sovelluksilla tulee tulevaisuudessa todennäköisesti olemaan yhä suurempi rooli tässä. Tulosten perusteella sovelluksessa on edelleen parannettavaa muun muassa analyysin nopeudessa, jotta sen hyödyntäminen olisi sujuvampaa. Vastaavat sovellukset tulevat tulevaisuudessa mahdollistamaan kuitenkin nopean ja yksinkertaisen analysoinnin edullisesti kaiken tasoisille urheilijoille.

Johtopäätöksissä korostuivat tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuudet tulevaisuudessa ja usko vastaavien sovellusten merkityksellisyyteen tulevaisuuden urheiluvalmennuksessa. Tarkempaa tietoa olisi vielä hyvä saada sovelluksen tulosten luotettavuudesta esimerkiksi vertailemalla tuloksia puettavien sensoreiden tuottamiin tuloksiin.

Avainsanat (asiasanat)

Tekoäly, fysioterapia, liikeanalyysi, rasitusvamma, polvi

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Hämäläinen, Arttu & Lahtinen, Justus

Utilizing an AI-based motion analysis in sports coaching: physiotherapy students' experiences with a motion analysis application

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2024, 27 pages

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

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The thesis examines the use and potential of an AI-based motion analysis application in sports coaching. The utilization of artificial intelligence (AI) has significantly increased in recent years, and its importance in the health and wellness sector continues to grow. Until now, precise motion analysis has mostly been available to professional athletes through wearable sensors. However, with an AI-based application that can be installed on a smartphone, motion analysis could be made accessible to athletes at all levels. This could have a significant impact on injury prevention and rehabilitation.

The thesis aimed to test the functionality and usability of an AI-based motion analysis application from the perspective of a physiotherapist, specifically in the prevention of overuse injuries in athletes. The goal was to investigate the application's effectiveness in identifying risk factors for knee overuse injuries in football players and provide feedback to the developers on the application's usability from a physiotherapy standpoint. The study combined quantitative and qualitative methods, testing the application with a football team and gathering experiences from physiotherapy students using the app.

No material regarding the application's effectiveness in identifying risk factors for knee overuse injuries was analyzed. However, based on the usability results, the application shows potential in sports coaching, and similar AI-based applications are likely to play an increasingly important role in the future. The application still requires improvements, particularly in the speed of analysis, to enhance its usability. In the future, similar applications will enable quick, simple, and affordable analysis for athletes of all levels.

The conclusions highlight the opportunities for AI use in the future and emphasize the importance of similar applications in future sports coaching. Further research is needed to assess the reliability of the application's results, for example, by comparing them to data from wearable sensors.

Keywords/tags (subjects)

Artificial intelligence, physiotherapy, motion analysis, overuse injury, knee

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Jalkapallo	3
3	Polven toiminnallinen anatomia, rasitusvammat ja niiden riskitekijät	4
3.1	Polven toiminnallinen anatomia	4
3.2	Polven yleisimmät rasitusvammat	6
3.3	Polven rasitusvammojen riskitekijät	8
4	Tekoölyyn pohjautuva liikeanalyysi	11
4.1	Tekoöly	11
4.2	Tekoöly terveydenhuollossa ja kuntoutuksessa	12
5	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	13
6	Opinnäytetyön toteutus	13
6.1	Menetelmät.....	13
6.2	Aineiston keruu ja analysointi.....	15
7	Tulokset	17
8	Pohdinta	19
8.1	Eettisyys ja luotettavuus	21
8.2	Johtopäätökset ja kehittämissuhteet.....	22
	Lähteet	23
	Liitteet	26
	Liite 1. Tutkimustiedote ja tutkimuslupakysely	26

Kuviot

Kuvio 1.	Oikean polven keskeisimmät tukirakenteet edestä ja takaa	5
Kuvio 2.	Polven dynaaminen valgus.....	9
Kuvio 3.	Lantion pettäminen	10
Kuvio 4.	Testihyppy	16

Taulukot

Taulukko 1.	Polven liikkeisiin osallistuvat lihakset.....	5
Taulukko 2.	Kysymykset sovelluksen käytettävyyden ja hyödynnettävyyden selvittämiseksi....	17

1 Johdanto

Tekoälyn hyödyntäminen urheilijoiden arjessa on yleistymässä, mutta toistaiseksi se on vielä käytössä lähes ainoastaan huipputason urheilijoilla (Claudino, Capanema, Souza, Serrão, Pereira & Nassis 2019). Tekoälyn haasteina todennäköisesti ovat toistaiseksi vielä kustannukset, teknologinen kehitys ja ihmisten yleinen käsitys tekoälystä. Monien asiaan perehtymättömien ihmisten käsitys tekoälystä perustuu lähinnä populaarikulttuuriin, joten tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuuksia ei välttämättä osata edes ajatella (Hick & Ziefle 2022). Nämä mahdollisuudet tekoälyn hyödyntämisessä urheilussa ja urheilijoiden toiminnassa ovat kuitenkin lähes rajattomat.

Opinnäytetyön aihe valikoitui työn tekijöiden aiemman kokemuksen sekä polven anatomisen- ja biomekaanisen toiminnan osaamisesta. Polven rasitusvammat ovat akuutteihin polvivammoihin verrattuna marginaalisia ja tämän takia myös vähemmän tutkittuja. Mielenkiinto opinnäytetyön aiheeseen heräsi mahdollisuudesta perehtyä tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuuksiin urheilun ja kuntoutuksen parissa. Opinnäytetyön teoriapohjaa varten tutkimuksia haettiin Janet Finna- ja PubMed-tietokannoista. Tiedon hakua täydennettiin vapaalla tiedonhaualla, jossa apuna hyödynnettiin myös Consensus-tekoälypalvelua.

Opinnäytetyötä aloitettiin toteuttamaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä, jossa tultaisiin hyödyntämään määrällisiä sekä laadullisia tutkimusmenetelmiä. Työn toimeksiantajana toimi eräs yritys. Opinnäytetyön tarkoituksena on testata ja käyttää opinnäytetyön toimeksiantajan kehittämää liikeanalyysisovellusta arkisessa toimintaympäristössä, jotta myös alemmien sarjatasojen urheilijoilla olisi tulevaisuudessa mahdollisuuksia hyödyntää tekoälyä arjessaan. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tekoälysovelluksen hyödynnettävyyttä polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisessa jalkapalloilijoilla.

Kehittämistyöhön sisältyvä tutkimus toteutettiin heinäkuussa 2024 testaamalla kahdeksaa suomalaista naisjalkapalloilijaa tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen avulla. Tämän lisäksi sovelluksen hyödynnettävyyttä ja käytettävyyttä arvioitiin subjektiivisesti fysioterapeuttipiskelijöiden näkökulmasta. Opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa opinnäytetyön tavoite muuttui opinnäytetyön tekijöistä riippumattomista syistä niin, että se keskittyi käsittelemään ainoastaan fysioterapeuttipiskelijöiden kokemuksia liikeanalyysisovelluksen käytettävyydestä sekä sen hyödynnettävyydestä urheiluvalmennuksessa. Opinnäytetyö pitää

sisällään kuitenkin alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaisen kuvauksen jalkapalloilijoiden testauksesta.

2 Jalkapallo

Jalkapallo on maailman suosituin urheilulaji, jolla on yli 250 miljoona harrastajaa maailmanlaajuisesti (All you need to know about soccer 2024). Suomessa rekisteröityjä jalkapallon harrastajia oli vuonna 2023 yli 160 000 ja harrastepelaajia noin 350 000 (Vuosikertomus 2023). Naisten jalkapalloa pelataan Suomen lisäksi yli sadassa maassa ja vuonna 2017 ammattinaispelaajia oli 1790 ja puoliammattilaisia 1782. Jalkapallo on kontaktilaji, jossa perinteisesti esiintyy loukkaantumisia. Alalin, Francisin, Johnsonin, Jonesin, Lutterin ja Mayhewin (2021) toteuttamassa systemaattisessa katsauksessa tarkasteltiin naisjalkapalloilijoiden loukkaantumistiheyttä maiden korkeimmilla sarjatasoilla. Loukkaantumiseksi laskettiin tapahtuma, joka vaati terveysalan ammattilaisen tarkastusta. Tutkimuksen lopputulos ilmoitettiin loukkaantumisia tuhatta tuntia kohden. Virallisissa otteluissa loukkaantumisriski oli yli kuusinkertainen verrattuna harjoitteluun. Loukkaantumisten kokonaisesiintyvyys oli 6,1 loukkaantumista tuhatta tuntia kohden, kun tunteihin sisältyivät sekä harjoittelu- että ottelutunnit. (Alali ym. 2021.) Tässä on hyvä muistaa myös tutkimuksen koskevan ylimmän sarjatason pelaajia, kun taas opinnäytetyöhön osallistuvat pelaajat pelaavat Suomen 2. divisioonassa.

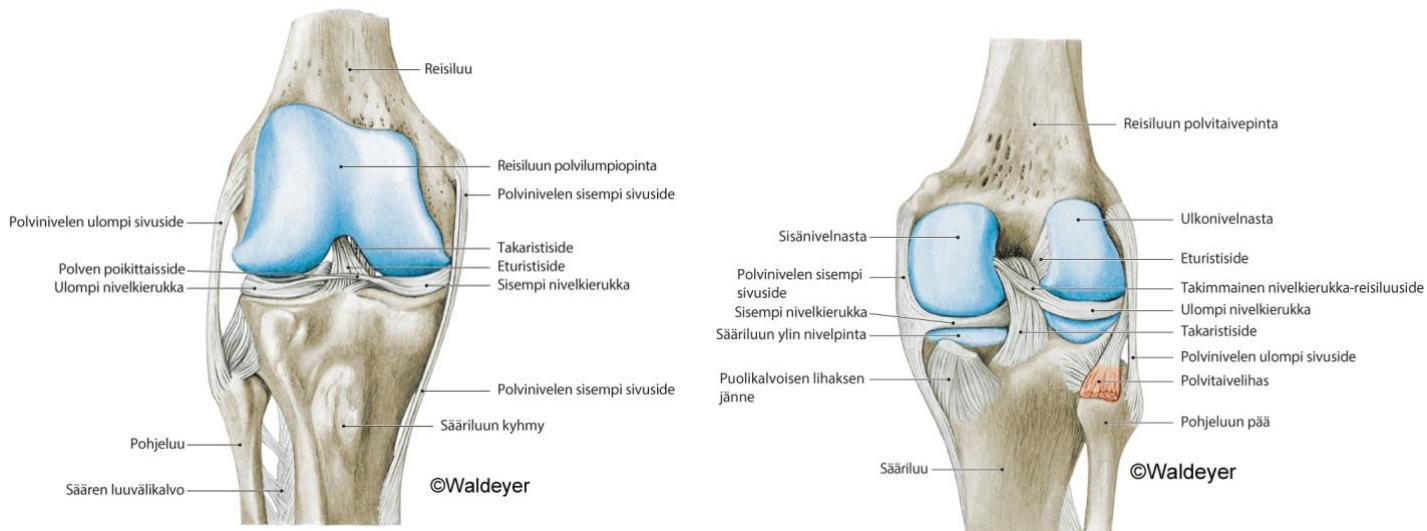
Jalkapallossa esiintyvien loukkaantumisten esiintyvyyteen vaikuttavat muun muassa pelaajan ikä, sarjataso sekä sukupuoli. Naispelaajilla yleistystä sarjatason vaikuttavuudesta on vaikea tehdä korkeampien sarjatasojen tuloksien puutteen takia. Alle 19-vuotiailla pelaajilla vamma kuitenkin sijoittuu tutkimusten mukaan polveen 22,7 % kerroista. Tilastoja rasitusvammoista on naispuoleisilla pelaajilla vähemmän, mutta Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin yhdeksän vuoden ajalta 14–18-vuotiaita tyttöpelaaajia. Yhteensä 226 pelaajaa sai rasitusvamman eli kaikista jonkin asteen vammoista 7 % oli rasitusvammoja. (Figueiredo, Gjaka, Mandorino & Tessitore 2023.)

3 Polven toiminnallinen anatomia, rasitusvammat ja niiden riskitekijät

3.1 Polven toiminnallinen anatomia

Polvinivel on ihmisen suurin nivel ja se koostuu kahdesta erillisestä nivelestä. Nämä nivelet ovat reisiluun (femur) ja sääriluun (tibia) välinen tibiofemoraalinivel sekä reisiluun ja polvilumpion (patella) välinen patellofemoraalinivel. Polvinivelen varsinaiset liikkeet tapahtuvat tibiofemoraalinivelessä, mutta patellofemoraalinivelellä on tärkeä rooli näiden liikkeiden mahdollistumisessa. Polven ojentuessa ja koukistuessa polvilumpio liukuu reisiluun nivelpintaa pitkin muuttaen nivelakselin keskipistettä ja näin vaikuttaa niveleen kohdistuviin vääntömomentteihin. Tällä tavalla polvilumpio vähentää nelipäisen reisilihaksen (quadriceps femoris) rasitusta. Tibiofemoraalinivelessä nivELYvät reisiluun kuperat ja sääriluun koverat nivelnastat, joiden nivelpinnat eivät kuitenkaan ole täysin sopivat toisilleen. Nivelpintojen väliin jäävät sääriluuhun kiinnittyneet sisempi ja ulompi nivelkierukka (meniscus), jotka tukevat niveltä ja absorboivat niveleen kohdistuvaa energiaa. Polven koukistuessa nivelkierukat liukuvat siis sääriluun mukana taaksepäin ja polven ojentuessa eteenpäin. (Kauranen 2021, 221–222; Magee & Manske 2021, 869–872.)

Kierukoiden lisäksi polvea tukevat useat muut rakenteet, joita on havainnollistettu kuviossa 1. Tärkeimmät näistä rakenteista ovat polven ristsiteet (lig. cruciatum) ja sivusiteet (lig. collaterale). Etummainen ristside (ACL) ja takimmainen ristside (PCL) sijaitsevat polven nivelkapselin sisällä ja tukevat niveltä etu-takasuunnan liikkeeltä. Sen sijaan sisempi sivuside (MCL) ja ulompi sivuside (LCL) tukevat polvea sivuttaissuunnan liikkeiltä. (Kauranen 2021, 222–223; Magee & Manske 2021, 899–901.) Nivelsiderakenteiden lisäksi polvinivelen ympärillä on paljon limapusseja eli bursia ja polvilumpion alla on suurempi Hoffan rasvapatja, joiden tarkoituksena on vähentää muiden rakenteiden välistä kitkaa (Kauranen 2021, 222–223).



Kuvio 1. Oikean polven keskeisimmät tukirakenteet edestä ja takaa (Suomenkielinen anatomiakuvasto n.d., muokattu).

Polvinivelessä tapahtuu liikettä sagittaalitasossa ojennus-koukistussuuntaan, jonka lisäksi polven kiertoliike horisontaalitasossa on mahdollinen, kun polvi on 90 ° kulmassa eikä polvelle varata painoa. Polven normaali aktiivisen koukistuksen liikelaajuus on 0–135 ° ja ojennuksen 0–15 °. Aktiivisen sisäkierron liikelaajuus on noin 0–25 ° ja ulkokierron noin 0–35 °, kun taas passiivisesti tehtynä sisäkierto voi olla noin 30 ° ja ulkokierto 40 °. (Kauranen 2021, 227; Magee & Manske 2021, 887–890.) Polven liikkeisiin osallistuvat lihakset on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Polven liikkeisiin osallistuvat lihakset (Platzer 2015, 252).

Ojennus (ekstensio)	Koukistus (fleksio)	Sisäkierto (mediaalirotaatio)	Ulkokierto (lateraalirotaatio)
m. rectus femoris	m. semimembranosus	m. semimembranosus	m. biceps femoris
m. vastus medialis	m. semitendinosus	m. semitendinosus	
m. vastus intermedius	m. biceps femoris	m. gracilis	
m. vastus lateralis	m. gracilis	m. sartorius	
	m. sartorius	m. popliteus	
	m. popliteus		
	m. gastrocnemius		

Jalkapallossa alaraajat ovat merkittävässä roolissa ja lähes kaikki lajin perussuoritukset suoritetaan alaraajoilla. Näin ollen polviin kohdistuu paljon rasitusta muun muassa juoksemisen, nopeiden suunnanmuutosten, taklausten, hyppyjen ja potkujen seurauksena. Tämän takia olisi tärkeää, että alaraajan lihaksistossa olisi riittävät voimatasot ja lihakset olisivat keskenään tasapainossa. Polven kannalta tärkeimmät lihasryhmät ovat etureiden ja takareiden lihakset. Kuitenkin myös keskivartalon, lantion ja nilkan alueen lihaksilla on merkitystä polven optimaalisen toiminnan kannalta, koska suoritukset tapahtuvat kineettisensä ketjuna (Magee & Manske 2021, 887). Kineettisellä ketjulla tarkoitetaan yhdessä nivelessä tapahtuvan liikkeen vaikutusta muihin kehonosiin (Kinetic chain n.d.). Tämän takia esimerkiksi lantion alueen lihasten heikkous voi vaikuttaa polven liikemalleihin ja näin lisätä loukkaantumisriskiä.

3.2 Polven yleisimmät rasitusvammat

Polvivammat voidaan jakaa akuutteihin polvivammoihin sekä polven rasitusvammoihin. Polven rasitusvammat aiheutuvat yleensä toistuvasta liian kovasta kuormituksesta ja kudosten ärtymisestä, mutta ne voivat syntyä myös virheellisten liikemallien seurauksena. (Sillanpää 2021, 544.) Rasitusvammat perustuvat lähtökohtaisesti mekaanisen rasituksen luomiin mikrovaurioihin, jotka muodostavat ajan kuluessa isomman vaurion. Tämä saattaa johtaa kudoksen vaurioitumiseen pienemmässä rasituksessa kuin mitä kudokset oikeasti kestävä. Rasitusvammat käyttäytyvät eri tavalla riippuen rasittuvasta kudoksesta. Luuhun tulee selkeitä mikromurtumia, jotka ajan saatossa yhdistyvät ja kasvavat suuremmaksi rasitusmurtumaksi. Jänne sen sijaan vaurioituu hitaasti pitkäaikaisen rasituksen alla ja saattaa lopulta revetä. (Edwards 2018.) Yleisimmin rasitusvamma syntyy polvinivelen ulkopuolisiin rakenteisiin eli niveltä ympäröiviin jänteisiin, lihaksiin tai muihin pehmytkudoksiin. Kuitenkin myös polven alueen rasitusmurtumat tai muut nivelen sisäiset kudovauriot ovat mahdollisia rasituksen seurauksena. (Sillanpää 2021, 544–545.)

Polven alueen rasitusvammoja luokitellaan hieman eri tavoin eri lähteissä, mutta Sillanpään (2021, 544–545) mukaan yleisimpiä polven alueen rasitusvammoja ovat patellajänteen kipeytyminen eli niin kutsuttu hyppääjän polvi, nelipäisen reisilihaksen (quadriceps femoris) jänteen kipeytyminen, polven etuosan kiputila (PFPS), polven ulkosivun rasitusvammat sekä polven sisäisivun rasitusvammat. Näiden lisäksi kasvuikäisillä urheilijoilla esiintyy polven apofysiittejä, joita ovat Osgood-Schlatterin tauti sekä Sinding-Larsen-Johanssonin tauti. Osgood-Schlatterin taudissa

kipualue on sääriluun yläosassa patellajänteen distaalisen eli alemman kiinnityskohdan alueella, kun taas Sinding-Larsen-Johanssonin taudissa kipua esiintyy polvilumpion alapuolella patellajänteen proksimaalisen eli ylemmän kiinnityskohdan alueella. (Leppänen & Pasanen 2023; Sillanpää 2021, 546.)

Patellajänteen rasitusvammassa eli niin kutsutussa hyppääjän polvessa kipua esiintyy patellajänteen alueella ja kipu provosoituu yleensä hyppiessä sekä kyykistyessä. Kipu voi tulla itse jänteestä tai jänteen alapuolisesta bursasta. Polven etuosan kiputilassa eli patellofemoraalisessa kipuoireyhtymässä (PFPS) patellajänteen sijaan polvilumpion alueella tai sen ympäristössä esiintyy rasituksessa voimistuvaa kipua, jonka syntymekanismi on epäselvä. Vaiva on hyvin yleinen ja vamman syntymiseen vaikuttavat ilmeisesti monet asiat, joista yleisin on kuitenkin polvilumpion kuormitushäiriö. Kuormitushäiriö voi olla rakenteellinen, jolloin kivun kehittymiseen vaikuttavat pienentynyt polvilumpionivelen pinta-ala ja suurempi kuormitus nivelen ulommalla kontaktipinnalla. Häiriö voi olla myös toiminnallinen, jolloin alaraajan kineettisen ketjun kuormitus muuttuu puutteellisen hallinnan seurauksena ja aiheuttaa polvilumpioniveleen poikkeavaa kuormitusta. Yleisin esimerkki tällaisesta on mediaalinen kollapsi, jossa lantio pettää lateraalisesti, polvi kääntyy valgukseen ja nilkka pronatoi. Quadriceps jänteen rasitusvamat voivat esiintyä ensisijaisina, mutta ovat usein toissijaisia ja seurauksia esimerkiksi juuri polven etuosan kiputilasta, joka on saattanut aiheuttaa nelipäisen reisilihaksen alueella lihasepätasapainoa. (Sillanpää 2021, 546–547, 549–550.)

Polven sisäsivun rasitusvammoissa vaurioitunut rakenne on tavallisesti niin kutsuttu pes anserinus, joka on puolijänteisen lihaksen (semtendinosus) hoikkalihaksen (gracilis) ja räätälinlihaksen (sartorius) kiinnityskohta sääriluun yläosassa. Tämän alueen viereen kiinnittyy myös puolikalvoinen lihas (semimembranosus). Pes anserinus -alueella on lisäksi limapussi, joka ärtyy helposti liian suuresta kuormituksesta ja näin ollen voi myös aiheuttaa alueen kipua. Pes anserinus -alueen rakenteiden rasitusvamat kuitenkin harvoin kroonistuvat ja näin ollen paluu urheilun ja liikunnan pariin tapahtuu nopeasti. Polven sisäsivun kipu voi johtua myös reiden lähentäjien kiinnityskohtien tai pohjelihaksen kiinnityskohdan arkuuksista, mutta nämä ovat harvinaisempia. (Sillanpää 2021, 547–548.)

Polven ulkosivun yleisimmässä rasitusvammassa eli niin kutsutussa juoksijan polvessa (ITBS) tractus iliotibialis -rakenteen ja reisiluun alaosan välissä oleva limapussi on ärtynyt liiallisesta kuormituksesta. Kipu ilmenee kuormituksessa erityisesti juoksun aikana. Rasituskipua saattaa ilmetä myös kaksipäisen reisilihaksen (biceps femoris) kiinnityskohdassa pohjeluun yläosassa, mutta tämä on harvinaisempaa. (Sillanpää 2021, 548–549.)

Polven alueelle voi siis muodostua lukuisia erilaisia rasitusvammoja, jotka ovat syntymekanismeiltaan ja oirekuvaltaan kuitenkin hieman erilaisia. Näin ollen myös vammojen riskitekijät ja vammoista kuntoutuminen poikkeavat toisistaan, vaikka monessa tapauksessa niissä on myös paljon yhtäläisyyksiä. Tästä huolimatta olisi tärkeää aina selvittää vamman oikea diagnoosi, jolloin oikeanlainen ja mahdollisimman tehokas kuntoutus mahdollistuu.

3.3 Polven rasitusvammojen riskitekijät

Polven rasitusvammojen syntyminen juoksemisesta on yleistä ja tällaisista vammoista PFPS ja ITBS ovat yleisimmät. Willwacherin, Kurzin, Robbinin, Thelenin, Hamillin, Kellyn ja Main (2021) systemaattisessa katsauksessa todettiin yhteys juoksun rullauksessa tapahtuvan jarrituksen vähenemisessä ja polven etuosan kiputilassa. Tutkimuksen mukaan myös pidempi kontaktiaika maan kanssa saattaa edistää kiputilan syntymistä. Lonkan korostunut adduktio juoksun rullauksessa tuottaa polven ulkosyrjälle venytystä ja näin saattaa edesauttaa sen sijaan juoksijan polven syntymistä. Myös polven vähentynyt koukistus laskeutuessa ja polven korostunut adduktio sekä sisärotaatio juoksun rullauksessa saattavat olla biomekaanisia riskitekijöitä juoksijan polvelle. (Willwacher ym. 2021.)

Polven dynaaminen valgus (dynamic knee valgus) eli mediaalinen kollapsi on liikemalli, jossa yhdistyvät reisiluun adduktio ja sisäkierto, polven abduktio, sääriluun ulkokierto sekä nilkan eversio. (Ks. Kuvio 2.) Liikemalli havaitaan siis polven kääntymisenä sisäänpäin nilkkareisilinjasta. (Wilczyński, Zorena & Ślęzak 2020.) Figueiredon ja muiden (2023) tekemässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ilmeni, että monien tutkimusten mukaan lisääntynyt polven dynaaminen valgus on riskitekijä polven alueen rasitusvammojen syntymiselle. Tieto on tästä huolimatta edelleen hieman ristiriitainen, koska joidenkin katsaukseen sisältyneiden tutkimusten mukaan yhteyttä näiden välillä ei havaittu. (Figueiredo ym. 2023.) O’Kane, Neradilek, Polissar, Sabad, Tencer ja Schiff (2017) havaitsivat myös polven dynaamisen valguksen rasitusvammojen

riskitekijänä 12–15-vuotiailla tytöillä. Dynaaminen valgus oli tutkimuksen mukaan suurin polven rasitusvammoja lisäävä tekijä. Vamma esiintyi todennäköisemmin pelaajan oikeassa jalassa, minkä voi selittää se, että oikea jalka on yleisemmin dominoiva jalka, jolloin sitä käytetään enemmän esimerkiksi laukaisu- ja alastulotilanteissa. (O’Kane ym. 2017.) Samoja viitteitä lisääntyneen valguksen vaikutuksesta polven rasitusvammojen riskitekijänä löysivät myös Di stasi, Ford, Foss, Hewett, Micheli ja Myer (2015) 13-vuotiailla koripalloa pelaavilla tytöillä.



Kuvio 2. Polven dynaaminen valgus

Dynaamisen valguksen yhteydessä havaitaan usein myös lantion pettäminen eli niin kutsuttu Trendelenburgin ilmiö. (Ks. Kuvio 3.) Tämä on merkki lonkan loitonnuksen osallistuvien lihasten riittämättömästä voimatasosta. (Magee & Manske 2021, 1120.) Näin ollen sekä lonkan loitontajien että reiden lihasten heikkous voivat altistaa polven rasitusvammoille. Dynaaminen valgus ilmenee eniten yhdellä jalalla tehtävissä liikkeissä kuten yhden jalan kyykyissä ja yhdellä jalalla hypystä laskeutuessa, koska tällöin vartalon hallinnan merkitys ja mahdolliset lihasepätasapainot korostuvat. (Wilczyński ym. 2020.) Jalkapallossa yhden jalan varassa liikutaan paljon, koska juostessa, syöttäessä ja potkaistaessa ainoastaan yksi jalka on maassa. Myös hypyistä alastulo monissa tilanteissa tapahtuu yhden jalan varassa. Tämän takia vartalon hallinta ja lihasten symmetrisyys ovat oleellisia jalkapalloilijoilla.



Kuvio 3. Lantion pettäminen

O'Kanen ja muiden (2017) toteuttamassa tutkimuksessa huomattiin alaraajojen voimatasoilla olevan vaikutusta rasitusvammojen syntyvyyteen nuorilla naisjalkapalloilijoilla. Tutkimuksessa käytettiin testinä maksimihippyä ja sen alastuloa. Urheilijoilta testattiin myös alaraajojen liikkuvuudet sekä voimatasot. Testausten jälkeen seurasi seuranta-aika, jolloin seurattiin urheilijoiden alaraajojen rasitusvammojen syntymistä. Tutkimuksen perusteella todettiin, että takareiden, etureiden, lonkan ojentajien sekä ulkokiertäjien hyvät lihasvoimat auttoivat suojelemaan polvea rasitusvammojen syntymiseltä. Edellä mainituista takareiden hyvät voimat olivat suurin polven rasitusvammoja ehkäisevä tekijä. Nivelten ylliliikkuvuudella ei havaittu olevan merkitystä rasitusvammojen syntymisessä. Tutkimuksessa löydettiin myös viitteitä siitä, että nuoret, jotka harrastivat muuta urheilua jalkapallon ohella saavat rasitusvamman 50 % harvemmin. Monipuolinen urheilu oli tutkimuksen mukaan suurin rasitusvammoja ehkäisevä tekijä. Tämä voi johtua polven hallinnan harjoittelun monipuolisuudesta ja erilaisen lajiharjoittelun tuomasta lihastasapainosta. Näiden tuloksien luotettavuutta lisää tutkimuksessa esitellyn rasitusvammatiheyden (noin 3,4 vammaa 1000 harjoitustuntia kohden) olevan samaa luokkaa muiden, jopa laajempien tutkimusten kanssa. (O'Kane ym. 2017.) Myös pelipaikalla saattaa olla vaikutusta rasitusvamman syntymisessä, hyökkääjien ja puolustajien saadessa prosentuaalisesti enemmän rasitusvammoja (Bahr, Bakken, Bere, Eirale, Farooq, Khan, Mosler, Targett, Tol & Whiteley 2018).

Rasitusvammojen syntymiselle polven alueelle on siis löydetty useita riskitekijöitä, mutta tutkimuksia asiasta tarvitaan vielä lisää tarkempien tulosten saamiseksi. Lonkan ja reiden alueen lihaksistolla sekä lonkan ja polven hallinnalla on kuitenkin selvästi todettu olevan vaikutusta rasitusvammojen syntymiseen. Etenkin lonkkaa loitontavien ja takareiden lihasten voimatasojen ollessa hyvät voidaan rasitusvammojen riskiä pienentää. Riittämättömät voimatasot ilmenevät usein virheellisinä liikemalleina kuten polven dynaamisena valguksena tai lantion pettämisenä esimerkiksi hypystä alas tullessa. Lihasten riittämättömät voimatasot ja virheelliset liikemallit korostuvat huomattavasti yhdellä jalalla tehtävissä liikkeissä, joita myös jalkapallossa tulee paljon, minkä takia olisikin tärkeää kiinnittää harjoittelussa huomiota myös unilateraalsiin eli yhden raajan varassa tehtäviin harjoitteisiin. Näin mahdollisia lihasepätasapainoja pystytään paremmin korjaamaan. Virheellisten liikemallien ja lihasepätasapainojen havaitseminen ei kuitenkaan aina ole helppoa, mutta tekoälyn avulla tämä tulee tulevaisuudessa muuttumaan helpommaksi.

4 Tekoölyyn pohjautuva liikeanalyysi

4.1 Tekoöly

Tekoöly tarkoittaa yleisesti koneellistettua kykyä käyttää ihmisen älyyn liittyviä asioita. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi päättely, oppiminen, suunnitteleminen ja luominen. Tekoöly antaa teknisille järjestelmille ja koneille mahdollisuuden tehdä päätelmiä havainnoimansa ympäristön ja keräämänsä tiedon perusteella. Ihmisen keräämää tietoa voidaan syöttää tekoälyn algoritmiin, jolloin säästetään aikaa sekä muita resursseja. Tekoölyllä on kaksi päämääräistä muotoa, jotka ovat ohjelmistot ja ”ruumiillistettu” tekoöly. Ohjelmistoihin kuuluvat esimerkiksi virtuaaliset avustajat, hakukoneet, kuvia analysoivat ohjelmistot sekä kasvojen- ja puheentunnistusjärjestelmät. Ruumiillistettuun tekoölyyn kuuluvat puolestaan robotit, itseohjautuvat autot ja dronet. (Mitä tekoöly on ja mihin sitä käytetään? 2023.)

Yleisesti tekoöly on vielä uusi teknologian ala, minkä takia sitä on myös toistaiseksi pystytty tukimaan vähän. Tutkimustieto kuitenkin lisääntyy jatkuvasti ja seuraavien vuosien aikana tutkimusten määrä tulee todennäköisesti moninkertaistumaan tekoälyn yleistyessä. Tällä hetkellä jo julkaistuihin tutkimuksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä tekoälyn teknologia ja sen tuomat mahdollisuudet päivittyvät nopealla tahdilla.

4.2 Tekoäly terveydenhuollossa ja kuntoutuksessa

Tekoälyllä on selkeästi tulevaisuudessa oma roolinsa terveydenhuollon ammattilaisten päivittäisessä tekemisessä. Se tulee tarjoamaan erilaisia vaihtoehtoisia toimintamalleja esimerkiksi asiakas- ja potilastyössä. Tekoälyn tuodessa paljon mahdollisia parannuskeinoja, tuo se myös esille huolenaiheita ja tarkkaavaisuutta vaativia seikkoja. Toimiakseen luotettavasti asiakas- ja potilastyössä, tekoäly tarvitsee pääsyn suureen määrään potilastietoja. Tämä nostaa esille eettisiä puheenaiheita potilaan yksityisyydestä sekä tietosuojasta. Mikä määrä tietoa on sopivaa antaa tekoälyn hallintaan ja kuinka suuria päätöksiä tekoäly voi itse tehdä ilman henkilöstön väliin tulemistä? (AI in healthcare: The future of patient care and health management 2024.)

Claudinon ja muiden (2019) tutkimuksessa todetaan, että erilaisia tekoälyjärjestelmiä on jo käytetty jonkin verran joukkueurheilijoiden riskientunnistuksessa ja suorituskyvyn ennakoimisessa. Tutkijat löysivät 58 eri tutkimusta yhdestätoista eri joukkueurheilulajista. Jalkapallo oli kaikista joukkuelajeista eniten mukana tekoälyn käytössä. Tämä voi johtua jalkapallon asemasta maailman suosituimpana urheilulajina. Tekoälyä on käytetty jalkapallossa esimerkiksi rasituksen säätelemisessä, polvivammojen ennaltaehkäisyssä ja maan voimareaktion kaavoittamisessa. Suurin osa (75 %) tekoälyn käytöstä oli ammattilaisjalkapallossa. Kaikki tutkimuksessa mainitut tekoälyn käyttötavat olivat tilastodatan manipuloimista ja tekoälyn hyötykäyttöä erilaisten mallien avulla. Tutkimuksen mukaan varsinaista videokuvaamisen mallia ei vielä vuonna 2019 ole käytetty huippu-urheilussa. (Claudino ym. 2019.)

Burman, Corban, Khoury, Laverdier, Lorange, Martineau ja Rachevsky (2021) ovat laatineet kirjallisuuskatsauksen tekoälyn hyödyntämisestä ACL-vammojen ennaltaehkäisyssä, diagnosoinnissa ja hoidossa. Katsauksessa käsiteltiin lopuksi yhteensä 19 eri tutkimusta, joista suurin osa käsitteli ACL-vammojen diagnosointia ja postoperatiivista hoitoa käyttäen tekoälylle luotuja algoritmeja kuvantamisen tukena ja esimerkiksi seuraamaan polven lämpötiloja postoperatiivisessa kuntoutuksessa. Vain yksi tutkimus käsitteli ACL-vammojen ennaltaehkäisyä, ja siinä tutkijat esittivät polvinivelen liikkeiden tarkan seuraamisen ja AI-analyysin olevan hyödyllistä ACL-vammojen ennaltaehkäisyssä. Katsauksen laatijat keskustelivat tekoälyn mahdollisuuksista polvivammojen ennaltaehkäisyssä tulevaisuudessa, mutta hekin toteavat teknologian olevan vielä toistaiseksi liian alkeellista todellisen vaikutuksen tekemiseen. (Burman ym. 2021.)

5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen toimivuutta ja hyödynnettävyyttä urheilijoiden rasitusvammojen ennaltaehkäisyssä fysioterapeutin näkökulmasta. Tavoitteena oli selvittää tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen hyödynnettävyyttä jalkapalloilijoiden polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisessa ja antaa palautetta sovelluksen kehittäjille sovelluksen käytettävyydestä fysioterapeuttisesta näkökulmasta. Tekoälyä ei ole vielä ehditty käyttämään laaja-alaisesti urheilumaailmassa ja varsinkin älypuhelimella kuvatun materiaalin hyötykäyttö on toistaiseksi hyvin vähäistä. Työllä etsittiin vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin, joista ensimmäiseen oli tarkoitus saada vastaus opinnäytetyön tutkimuksellisesta osuudesta ja toiseen opinnäytetyöprosessin aikaisten subjektiivisten käyttökokemusten perusteella.

1. Pystytäänkö tekoälypohjaisella liikeanalyysisovelluksella tunnistamaan polven rasitusvammojen riskitekijöitä jalkapalloilijoilla?
2. Mitä tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen ominaisuuksia jalkapallojoukkueen valmennus pystyy hyödyntämään polven rasitusvammojen ennaltaehkäisyssä ja millaista sovelluksen käyttäminen on fysioterapeuttiopiskelijoiden näkökulmasta?

Opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa opinnäytetyön tavoite muuttui opinnäytetyön tekijöistä riippumattomista syistä. Tulososuudessa vastataan ainoastaan toiseen tutkimuskysymykseen käsittelemällä fysioterapeuttiopiskelijoiden kokemuksia liikeanalyysisovelluksen käytettävyydestä sekä sen hyödynnettävyydestä.

6 Opinnäytetyön toteutus

6.1 Menetelmät

Opinnäytetyötä aloitettiin toteuttamaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä opinnäytetyön toimeksiantajalle. Toikon ja Rantasen (2009, 21–23) mukaan tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa yhdistyvät kehittämistoiminta sekä tutkimuksellinen lähestymistapa. Toiminnan tavoitteena on konkreettinen muutos, mutta samaan aikaan myös perustellun tiedon tuottaminen tutkimuksellisin keinoin. (Toikko & Rantanen 2009, 21–23.) Työllä pyrittiin kehittämään toimeksiantajan luomaa sovellusta sekä tuottamaan tietoa sovelluksen hyödynnettävyydestä rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisessa tällä hetkellä. Työn tulokset

ovat merkityksellisiä sekä toimeksiantajalle että myös urheilijoille ja urheiluseuroille, jotka mahdollisesti sovellusta käyttävät tai tulevat tulevaisuudessa käyttämään.

Kehittämistyössä yhdisteltiin määrällisiä eli kvantitatiivisia ja laadullisia eli kvalitatiivisia menetelmiä. Määrällisessä tutkimuksessa tietoja tarkastellaan numeraalisesti ja tutkimuksen tavoitteena on asioiden välisten syy-seuraus-suhteiden selittäminen (Vilka 2007, 13–21; Vilka 2021, 23). Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaava aineisto olisi ilmaistu määrällisenä eli numeerisena datana. Testattavien tuloksia ei kuitenkaan ollut tarkoitus yhdistellä tai vertailla, vaan saaduista tuloksista oli tarkoitus etsiä aikaisempaan tutkimustietoon yhdistettävissä olevia tuloksia, jotka viittaisivat mahdollisten rasitusvammojen syntymiseen. Mitattavina muuttujina toimivat liikeanalyysisovelluksen antamat tiedot alaraajojen linjauksista ja nivelkumista tietyssä testisuorituksessa, joka videoitiin. Aineistonkeruu toteutettiin siis systemaattisen havainnoinnin avulla, joka tapahtui videokuvaamalla. Systemaattinen havainnointi on yksi monista aineistonkeruumenetelmistä (Vilka 2007, 29–30). Tämä aineistonkeruumenetelmä oli käytännössä ainoa, joka tutkimusasetelmissamme toimi, koska analysoitavan aineiston täytyi olla videomuodossa, jotta tekoäly voisi sitä analysoida. Aineistonkeruussa mitattavina muuttujina toimivat astelukuina ilmoitettavat suureet, jotka tekoälysovellus laski. Vertailemalla näitä muuttujia aiemmin tehtyihin tutkimuksiin olisimme pystyneet vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

Polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisen lisäksi kehittämistyön tavoitteena oli antaa myös toimeksiantajalle palautetta sovelluksen käytettävyydestä ja hyödynnettävyydestä omien kokemuksiemme perusteella fysioterapeuttisesta näkökulmasta. Tätä tietoa voidaan pitää laadullisena, koska laadullisten tutkimusmenetelmien tavoitteena on ymmärtää asioita ja ilmiöitä ihmisten subjektiivisten kokemusten pohjalta (Vilka 2021, 17). Vastauksen saamista varten ainestoa kerättiin opinnäytetyön tekijöiltä ja aineiston synteessillä ja analysoimisella saatiin vastaus toiseen tutkimuskysymykseen.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan tarkoituksena oli keskittyä enemmän määrällisiin menetelmiin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaamiseksi. Opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa opinnäytetyön tavoitteet kuitenkin muuttuivat tekijöistä riippumattomista syistä, jolloin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ei lopulta vastattu ollenkaan. Työssä keskityttiin siis

tarkemmin laadullisiin menetelmiin ja analysoitiin tarkemmin toiseen tutkimuskysymykseen vastaavaa aineistoa.

6.2 Aineiston keruu ja analysointi

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaavaa aineistoa kerättiin testaamalla naisjalkapallojoukkueen joukkueen pelaajia tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen avulla. Kyseinen joukkue pelaa Palloliiton valtakunnallista Naisten Kakkosta kaudella 2024. Aineiston keruu tapahtui heinäkuussa 2024 joukkueen harjoitusvuoron aikana. Joukkueen pelaajille oli pari viikkoa aiemmin lähetetty tiedote tutkimuksesta, jonka yhteydessä oli Webropol-ohjelmalla luotu kysely suostumuksesta osallistua tutkimukseen. (Ks. Liite 1.) Tutkimukseen osallistumisen edellytyksenä oli vähintään 15 vuoden ikä. Lopulliseen tutkimukseen joukkueesta osallistui kahdeksan (8) yli 15-vuotiasta pelaajaa.

Testaukseen osallistuneet pelaajat suorittivat toimeksiantajan kanssa sovitun testin ohjeistetusti ja nämä suoritukset kuvattiin älypuhelimella. Videot kuvattiin toimeksiantajan ohjeiden mukaisesti hidastettuina käyttäen *240 frames per seconds (fps)* videokuvaa. Kuvatut videot jaettiin toimeksiantajalle tekoälyn läpikäymistä varten, jonka jälkeen tekoälyn antamia tuloksia oli tarkoitus analysoida. Analysoinnissa oli tarkoitus tarkastella sovelluksen keräämää dataa alaraajojen linjauksista. Lopulta tätä analysointia ei toteutettu.

Suoritettavana testinä oli yhden jalan maksimaalinen vertikaalihyppy ja laskeutuminen takaisin samalla jalalla. (Ks. Kuvio 4.) Testissä älypuhelin kamera asetettiin 210 cm päähän pelaajasta ja 100 cm korkeudelle maasta kolmijalalla. Pelaaja seiso testin alussa alusmatolle merkityllä paikalla sukkasillaan kahdella jalalla. Luvan saatuaan pelaaja siirsi painonsa ensin täysin oikealle jalalle, teki maksimaalisen vertikaalisuuntaisen hypyn, laskeutui alas samalla jalalla ja haki hyvän tasapainon. Tämän jälkeen pelaaja siirsi painonsa vasemmalle jalalla ja suoritti samanlaisen hypyn tällä jalalla. Suoritettuaan hypyn molemmilla jaloilla, pelaaja siirtyi odottamaan uutta vuoroaan jonon perälle. Ennen testiä suoritustekniikka käytiin ohjeistetusti läpi ja näytettiin esimerkkisuoritus, jonka jälkeen pelaajat saivat vielä harjoitella suoritusta omassa rauhassa. Varsinainen testi suoritettiin molemmilla jaloilla kolme (3) kertaa ja suoritusten välissä oli useamman minuutin tauot, jotta suoritukset pystyttiin tekemään maksimaalisesti.



Kuvio 4. Testihyppy

Kyseinen testi valikoitui, koska kyseistä testiä toimeksiantaja oli jo aikaisemminkin hyödyntänyt, jolloin testi oli tuttu tekoälylle ja näin tuloksia voitaisiin pitää tarkempina. Yhdellä jalalla tehtävä testi on myös tässä tapauksessa hyvä, koska suurin osa suorituksista jalkapallossa tapahtuu yhden jalan varassa. Testissä haluttiin suorittaa maksimaalinen hyppy, koska tällöin alastulon kontrolloiminen on huomattavasti vaikeampaa ja mahdolliset heikkoudet tulevat paremmin esille. Polven alueen rasitusvammoille altistavat riskitekijät ilmenevät tutkimusten mukaan myös paremmin yhdellä jalalla tehtävissä liikkeissä, mikä osaltaan puoltaa kyseisen testin valitsemista.

Tekoälyn tuottamat tulokset oli tarkoitus listata Excel-taulukkolaskelmaohjelmaan ja analysoida alaraajojen linjauksia. Ennen testien suorittamista keräsimme pelaajilta myös tiedot heidän dominoivasta jalastaan, sekä siitä onko heillä testihetkellä tai mahdollisesti aiemmin ollut jonkinlaisia polvivammoja. Näistä tiedoista ja sovelluksen antamista tuloksista olisimme mahdollisesti voineet tehdä jonkinlaisia johtopäätöksiä.

Toista tutkimuskysymystä varten muodostimme neljä avointa kysymystä liittyen sovelluksen käytettävyyteen ja hyödynnettävyyteen. Kysymykset ovat esiteltyinä taulukossa 2. Kysymykset muodostettiin siten, että niiden avulla saataisiin mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva sovelluksen käytettävyydestä ja hyödynnettävyydestä. Tämän takia käytettiin avoimia kysymyksiä. Tutkimuksen tekijöiltä kerättiin vastaukset näihin neljää kysymykseen. Laadullisen aineiston analyysin tavoitteena on hajanaisen aineiston tiivistäminen ja täsmentyminen (Vilkkä 2021, 153).

Tässä opinnäytetyössä laadullinen aineisto oli hyvin suppea, koska aineistoa kerättiin ainoastaan kahdelta henkilöltä. Molemmilta kerätyn aineiston synteessä muodostettiin yhteiset vastaukset kysymyksiin. Näitä vastauksia analysoimalla saatiin vastaus toiseen tutkimuskysymykseen.

Taulukko 2. Kysymykset sovelluksen käytettävyyden ja hyödynnettävyyden selvittämiseksi.

1. Kuinka helppoa sovelluksella testaaminen ja kuvaaminen on?
2. Kuinka helposti ymmärrettäviä ja selkeitä sovelluksen analysoimat tulokset ovat?
3. Mikä olisi paras tapa hyödyntää sovellusta joukkueen harjoittelussa?
4. Mitä lisäominaisuuksia tai parannuksia toivoisit sovellukseen?

7 Tulokset

Tässä luvussa käsitellään taulukon 2. kysymyksiin kerättyjä vastauksia, joiden perusteella pystytään vastaamaan toiseen tutkimuskysymykseen tekoälysovelluksen käytettävyydestä ja hyödynnettävyydestä urheiluvalmennuksessa. Kysymysten vastaukset on muodostettu aineiston synteessä kerätyistä vastauksista.

1. Millaista sovelluksella testaaminen ja kuvaaminen on?

Testaaminen sovelluksella on yksinkertaista ja nopeaa, koska testaaja tarvitsee ainoastaan hieman tilaa ja älypuhelimien, johon on ladattuna liikeanalyysisovellus. Toistaiseksi suorituksen analyysi vie aikaa 0–2 minuuttia, joten testaaminen helpottuu todennäköisesti entisestään tulevaisuudessa, kun analyysi saadaan toimimaan vieläkin nopeammin. Testaamista varten testaaja tarvitsee tietotaitoa biomekaniikasta sekä vammojen syntymekanismeista, jotta tilanteeseen sopivan testin valitseminen onnistuu.

2. Kuinka selkeitä sovelluksen analysoimat tulokset ovat?

Aineistosta ilmeni, että ilman alan kokemusta tai tietoa polven biomekaniikasta, sovelluksen tulokset saattavat olla epäselkeitä. Sovelluksen antamaa dataa ei kuitenkaan ole paljon, joten tulosten merkityksen oppiminen on nopeaa, jolloin myös asiaan perehtymätön ymmärtää mitä tulokset tarkoittavat.

3. Miten hyödyntäisit sovellusta joukkueen harjoittelussa?

Sovellusta voidaan hyödyntää esimerkiksi yksittäisen urheilijan kuntoutuksen seuraamisessa sekä sen etenemisessä testaamalla urheilijaa säännöllisesti sovelluksen avulla tietyssä liikkeessä, jolloin kehityksen seuraaminen on helppoa. Sovelluksen avulla voi myös seurata urheilijan aktiivista voimantuottoa erilaisissa liikkeissä, esimerkiksi maksimaalisessa vertikaalisuuntaisessa hypyssä yhdellä tai kahdella jalalla. Yksittäisen urheilijan seuraamisen lisäksi sovellusta voi käyttää koko joukkueen seuraamisessa pitämällä säännöllisiä testipäiviä. Jos tavoitteena puolustuksella on esimerkiksi pääpelin parantaminen alaraajojen vertikaalisuuntaisen voimantuoton lisäämisessä turvallisesti, voidaan sovelluksella mitata jalkojen hyppykorkeuden eroja ja hyppytekniikkaa. Harjoittelua voidaan myös ohjata enemmän suojaamaan pelaajia tietyiltä vammoilta, kuten ACL-vammoilta, jolloin sovelluksen avulla voidaan seurata ACL-vammoille tyypillisiä liikemalleja ja vähentää vammariskiä yksittäisillä pelaajilla tai vastaavasti koko joukkueen tasolla.

4. Mitä lisäominaisuuksia tai parannuksia toivoisit sovellukseen?

Aineistossa ilmeni ongelmallisuus suurien ihmismäärien kuvaamisessa yhdenaikaisesti. Analyysin suorittamisessa kestää 0–2 minuutin, joten jo yhden urheilijan suorittamassa kolmessa suorituksessa saattaa mennä kuusi minuuttia. Kun tähän lisää vielä tutkimusryhmän valmistelut suoritusten välissä ja urheilijoiden siirtymisen kuvauspaikalle, saattaa koko joukkueen suorituksissa mennä useampi tunti. Tämä ongelma ilmenee siis normaalikäytössä sovellusta hyödyntäen. Ominaisuus, jossa sovellukseen laitettaisiin useampi video kerralla, jotka se sitten analysoisi pidemmän ajan kuluessa olisi joukkueen harjoittelun kannalta käyttäjäystävällisempää. Opinnäytetyössä suoritettussa testissä olisi ollut hyödyllistä saada analyysissä näkyville lonkan pettämisen asteikko. Tämä olisi varmasti hyödyllinen muussakin polven ja lonkan alueen tutkimisessa. Aiemmin mainitussa ongelmassa analyysin tulosten selkeydestä oli aineistossa yhtäläisyyksiä. Sovellus voisi tarjota paremmin selityksiä tiettyjen astekulmien hankinnasta ja

merkityksestä. Tämä voisi paremmin luoda mahdollisuuksia valmentajille ja mahdollisesti myös pelaajille sovelluksen hyötykäytöstä. Aineistosta nousi esiin myös parannusehdotus sovelluksen viihdearvon parantamiseen. Nuoret urheilijat tykkäävät verrata itseään huippu-urheilijoihin ja jos sovellus tarjoaisi esimerkiksi viitearvoja lajin huippujen suorituksista, voisivat urheilijat verrata itseään heihin. Tämä voisi nostaa nuorten urheilijoiden motivaatiota harjoitteluun.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että sovelluksen käyttäminen itsessään on nopeaa ja ei vaadi suurta määrää laitteistoa. Analyysin ymmärrettävyys kuitenkin riippuu käyttäjän asiantuntijuudesta. Sovellus voi tarjota valmentajille hyödyllisen lisän pelaajien kuntoutukseen, vammojen ennaltaehkäisyyn sekä suorituskyvyn parantamiseen. Sovellusta voidaan käyttää sekä yksilön että koko joukkueen harjoittelun tukena, mikä tukee harjoittelun yksilöllistä suunnittelua. Haasteita ovat toistaiseksi vielä datan hidas analysointi ja tulkinnan vaikeus, jos aiempaa tietotaitoa vastaavasta ei ole. Parannettavaa olisi esimerkiksi sovelluksen käyttöliittymän päivittämisessä ja viihdearvon lisääminen voisi motivoida etenkin nuoria urheilijoita.

8 Pohdinta

Tutkimuksessa analysoitiin tekoälypohjaisen liikeanalyysisovelluksen käyttömahdollisuuksia niin fysioterapeuteille kuin urheilujoukkueen fysiikkavalmentajillekin. Tutkimuskohteena oli erityisesti käyttömahdollisuudet polven rasitusvammojen riskitekijöiden tunnistamisessa. Kuten muun muassa Figueiredon ja muiden (2023) sekä O’Kanen ja muiden (2017) tutkimuksissa todettiin, tietyt liikemallit ennustavat polven rasitusvammojen syntymistä, joten näiden tunnistaminen olisi hyvin arvokasta urheilijoiden kannalta. Kokemustemme perusteella vastaavat sovellukset voisivat olla erittäin hyödyllisiä ammattilaisten käsissä. Erityisesti sellaisissa tilanteissa, joissa valmentaja tai fysioterapeutti tarvitsee nopeaa ja objektiivista tietoa urheilijan biomekaanisesta toiminnasta ja mahdollisista heikkouksista. Sovelluksen toiminnasta voi olla myös hyötyä koko joukkueen tasolla, sillä sen avulla voi saada hyödyllistä ja mielenkiintoista lisätietoa tavallisen testipäivän ohelle.

Jalkapallo on harrastajamääriltään Suomen suosituimpia urheilulajeja ja tekoäly on yksi nyky maailman nousevimmista puheenaiheista. Tekoälyyn pohjautuvat tutkimukset ovat yleistyneet moninkertaisesti. Janet Finnan kansainvälisten artikkeleiden hausta löytyi hakusanoilla ”artificial intelligence” vuonna 2015 julkaistuja vertaisarvioituja tutkimuksia 18608, kun taas

vastaava luku vuodelta 2023 oli 99064. Lisäämällä artikkelien hakuun hakusanaksi vielä ”sport” saatiin samoina vuosina tutkimuksia 1027 ja 6974. Tutkimusten määrä siis yli viisinkertaistui näiden vuosien aikana eli tekoälyn kehittäminen on nykyhetken urheilumaailmassa hyvin relevantti aihe.

Urheilijoiden kanssa työskenteleville ammattilaisille saattaa syntyä kysymyksiä tekoälyn hyödyntämisestä. Urheiluorganisaatiot vaativat yhä enemmän tekoälyn käyttämistä huipputason urheilussa, joko palkaten erillisiä asiantuntijoita tai käyttämällä tekoälypohjaisia alustoja (Gajendra 2023). Palloilulajeissa ja erityisesti jalkapallossa tekoälyn käyttäminen onkin lisääntynyt huomattavasti. Sen käyttämisellä on myös havaittu mahdollisia vaikutuksia urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn sekä uusiutuvien vammojen määrään. (Claudino, ym. 2019.)

Sovelluksen käytöstä nousi tuloksissa myös hieman kehityskohteita. Käyttäjäkokemuksen perusteella videon analysoinnissa voi kestää muutamia minuutteja, mikä hidastaa koko joukkueen analyysien tekemistä kerralla ja näin lisää valmentajien työmäärää. Yksittäisten urheilijoiden testaaminen sujuu siis hyvin, mutta koko joukkueen tasolla sovelluksen toiminnassa on vielä parannettavaa. Tulosten tulkinta saattaa olla myös haastavaa sellaisille yksilöille, joilla ei ole biomekaanista osaamista tai aikaisempaa kokemusta tutkittavan vamman ehkäisyssä tai hoidossa.

Vastaavilla sovelluksilla on potentiaalia urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä ja urheilijoiden harjoittelun tukena. Tulevissa tutkimuksissa tulee kuitenkin pyrkiä saamaan laajempi analysoitava aineisto. Sovelluksen kehitystä kannattaa myös jatkaa käyttöliittymän parantamiseksi. Sovelluksella voisi olla vielä enemmän potentiaalia nuorten keskuudessa, jos sovellus tarjoaisi mahdollisuudet verrata itseään huippu-urheilijoihin. Merkittävä etu olisi myös selkeämmässä analyysin tulosten esittämisessä. Esimerkiksi testisuoritusten viitearvot ja harjoittelun tueksi nostettavat liikkeet voisivat lisätä sovelluksen käyttökelpoisuutta urheilijoille ilman valmentajan tukea.

Tämä tutkimus tarjoaa lähtökohdat tuleville tekoälypohjaisille liikeanalyysisovelluksille käsitteleville jatkotutkimuksille. Odotamme vastaavien sovellusten ja tekoälyn hyödyntämisen kasvavan urheilun parissa huomattavasti. Näemme tällaisissa sovelluksissa ja teknologiassa suurta potentiaalia tulevaisuutta ajatellen. Tulevaisuuden tehtävänä on tuoda teknologia

helppokäyttöiseksi ja helposti saataville myös amatööriurheilijoille. Oma tavoitteenamme opinnäytetyön tekemisessä oli myös arvokkaan tutkimuskokemuksen kerryttäminen, urheilijoiden testaaminen, tulosten analysoiminen ja niistä päätelmien luominen. Nämä kaikki antavat varmasti tärkeitä taitoja tulevaisuuden työelämää ja mahdollisia jatkotutkimuksia varten.

8.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tekemisessä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä, jonka peruseriaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus sekä vastuunkanto. Nämä periaatteet ilmenevät muun muassa toisten tekemien töiden kunnioittamisena sekä ulkopuolisten lähteiden asianmukaisena käyttämisenä. (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa 2023, 11–13.) Opinnäytetyön raportoinnissa noudatettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun virallista raportointiohjetta. Suoritettuun tutkimukseen kerättiin osallistujilta kirjallinen suostumus ja vielä ennen testaamista jokaisen suostumus varmistettiin. Osallistujilta kerättiin ainoastaan nimet suostumuksen varmistamiseksi. Muita henkilötietoja tutkimusta varten ei kerätty missään vaiheessa. Kerättyä aineistoa käsiteltiin ja säilytettiin suojattuna Jyväskylän ammattikorkeakoulun ja opinnäytetyön toimeksiantajan tarjoamissa ohjelmistoissa. Tutkimuksen aineisto on ollut koko ajan ainoastaan toimeksiantajan ja opinnäytetyön tekijöiden saatavilla ja nähtävillä.

Tutkimuksen validiteetilla tarkoitetaan tutkimuksen kykyä mitata tutkittavaa asiaa eli kuinka hyvin valitut tutkimusmenetelmät mittaavat haluttua asiaa. Tutkimuksen reliabiliteetilla sen sijaan tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta eli sitä, kuinka hyvin tutkimuksen tulokset pysyvät samanlaisina toistettaessa tutkimusta. (Vilka 2007, 149.) Koska kaikkiin tutkimuskysymyksiin ei saatu vastausta, voidaan tutkimuksen reliabiliteettia kyseenalaistaa. Tämän tutkimuksen luotettavuutta vähentää osittain myös tutkimukseen osallistuneiden pieni määrä. Jatkotutkimuksia varten olisi hyvä laajentaa otoskoko. Tämä auttaisi tutkimustulosten yleistämisessä suuremmalle kohderyhmälle ja antaisi mahdollisuudet tulosten tarkempaan analysointiin. Kannattavaa on myös tekoälysovelluksen tulosten vertailu perinteisten puettavien sensoreiden tuottamiin tuloksiin. Tämä auttaisi saamaan todenmukaisen kuvan liikeanalysointisovelluksen antamien tulosten tarkkuudesta. Koska tekoäly on vielä kehittyvä teknologia, on tulevaisuudessa myös kiinnitettävä huomiota tulevien sovellusten toimintaan. Näin niitä voidaan käyttää luotettavasti ja niin, että ne tuovat aidosti lisäarvoa urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn.

8.2 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Aineiston perusteella voidaan todeta, että vastaavilla sovelluksilla on paljon potentiaalia tulevaisuudessa urheilijoiden harjoittelun ja testaamisen apuna. Sovelluksilla on selvästi monenlaisia käyttökohteita ja niitä voidaan hyödyntää kattavasti niin yksilö- kuin joukkueetasollakin. Toistaiseksi sovellusten hyötykäyttö on kuitenkin vielä vähäistä. Koska vastauksia ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ei saatu, sovelluksen luotettavuuteen ja toimivuuteen ei voida ottaa kantaa.

Luotettavuutta voitaisiin tulevaisuudessa tutkia tarkemmin esimerkiksi vertaamalla tekoälypohjaisen sovelluksen liikeanalyysia puettavien sensoreiden tuottamaan liikeanalyysiin. Toisekseen, jotta saataisiin luotettavaa tietoa vammojen ennaltaehkäisyn toimivuudesta, pitäisi pelaajia seurata pidemmän aikaa, jotta mahdollisesti syntyvät rasitusvammat tulisivat esille. Myös suurempia tutkimusjoukkoja sisältäviä tutkimuksia olisi hyvä tehdä luotettavien tulosten saamiseksi.

Lähteet

- AI in healthcare: The future of patient care and health management. 2024. Mayo Clinic Press 27.3.2024. Viitattu 17.9.2024. <https://mcpres.mayoclinic.org/healthy-aging/ai-in-healthcare-the-future-of-patient-care-and-health-management/>.
- Alali, A., Francis, P., Johnson, M., Jones, G., Christoph, L. & Mayhew, L. 2021. Incidence of injury in adult elite women's football: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 7, 3. Viitattu 10.8.2024. <https://bmjopensem.bmj.com/content/7/3/e001094>.
- All you need to know about soccer. 2024. Bundesliga. Viitattu 10.8.2024. <https://www.bundesliga.com/en/faq/all-you-need-to-know-about-soccer>.
- Bahr, R., Bakken, A., Bere, T., Eirale, C., Farooq, A., Khan, K.M., Mosler, A.B., Targett, S., Tol, J.L., Whiteley, R. 2018. Muscle Strength Is a Poor Screening Test for Predicting Lower Extremity Injuries in Professional Male Soccer Players: A 2-Year Prospective Cohort Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 46, 6. Viitattu 19.9.2024. <https://janet.finna.fi>, Sage Journals.
- Burman, M., Corban, J., Khoury, J., Laverdiere, C., Lorange, J., Martineau, P.A., Rachevsky, G. 2021. Artificial intelligence in the management of anterior cruciate ligament injuries. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9, 7. Viitattu 20.10.2024. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/23259671211014206#bibr16-23259671211014206>
- Claudino, J., Capanema, D., Souza, T., Serrão, J., Pereira, A., & Nassis, G., 2019. Current Approaches to the Use of Artificial Intelligence for Injury Risk Assessment and Performance Prediction in Team Sports: a Systematic Review. *Sports Medicine–Open*, 5, 28. Viitattu 17.8.2024. <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-019-0202-3>.
- Di Stasi, S.L., Ford, K.R., Foss, K.D., Hewett, T.E., Micheli, L.J., Myer, G.D. High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury? *British Journal of Sports Medicine*, 49, 2. Viitattu 20.9.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4182160/>.
- Edwards, W., B. 2018. Modeling overuse injuries in sport as a mechanical fatigue phenomenon. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 46, 4, 224–231. Viitattu 18.8.2024. https://journals.lww.com/acsm-essr/fulltext/2018/10000/modeling_overuse_injuries_in_sport_as_a_mechanical.5.aspx.
- Figueiredo, A., Gjaka, M., Mandorino, M. & Tessitore, A. 2023. Injury incidence and risk factors in youth soccer players: a systematic literature review. Part II: Intrinsic and extrinsic risk factors. *National Library of Medicine. Biology of Sport*, 40, 1, 27–49. Viitattu 4.8.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9806737/>.
- Gajendra, K. 2023. Artificial intelligence in sports. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5, 4. Viitattu 17.8.2024. <https://www.ijfmr.com/papers/2023/4/5657.pdf>.

Hick, A., & Ziefle, M., 2022. A Qualitative Approach to the Public Perception of AI. *International Journal on Cybernetics & Informatics*, 11, 4. Viitattu 24.20.2024.
<https://www.ijcionline.com/paper/11/11422ijci01.pdf>.

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2023. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2/2023. Helsinki. Viitattu 24.11.2024.
https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf.

Kauranen, K. 2021. Fysioterapeutin käsikirja. Uudistettu 4. painos. Helsinki: Sanoma Pro. Viitattu 1.9.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Kinetic chain. N.d. Physiopedia. Viitattu 14.9.2024. https://www.physio-pedia.com/Kinetic_Chain.

Leppänen, M. & Pasanen, K. 2023. Polvi. Terveurheilija. Viitattu 4.8.2024.
<https://terveurheilija.fi/urheiluvammojen-ennaltaehkaisy/polvi-polvivammat/>.

Magee, D. & Manske, R. 2021. Orthopedic physical assessment. Uudistettu 7. painos. St. Louis, Missouri: Elsevier.

Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? 2023. Euroopan parlamentti. Viitattu 11.8.2024.
https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804_fi.pdf.

O’Kane, J., Neradilek, M., Polissar, N., Sabado, L., Tencer, A. & Schiff, M. 2017. Risk factors for lower extremity overuse injuries in female youth soccer players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5, 10. Viitattu 27.6.2024.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967117733963>.

Platzer, W. 2015. Color atlas of human anatomy – Vol.1 Locomotor system. Uudistettu 7. painos. Stuttgart: Thieme.

Sillanpää, P. 2021. Polven rasitusvammat. Julkaisussa *Urheiluvammojen ehkäisy, hoito ja kuntoutus*. Toim. K. Pasanen, H. Haapasalo, P. Halén & J. Parkkari. Lahti: VK-Kustannus.

Suomenkielinen anatomiakuvasto. N.d. Duodecimin ylläpitämä lääketieteellinen kuvasto. Viitattu 21.10.2024. <https://janet.finna.fi/>, Terveysportti.

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta – Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy. eKirjana TamPub. Viitattu 17.8.2024.
https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/100802/Toikko_Rantanen_Tutkimuksellinen_kehittamistoiminta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Vilka, H. 2007. Tutki ja Mittaa – Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilkka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä – Ratkaisut tutkimuksen umpikujiin. Jyväskylä: PS-kustannus.

Vuosikertomus 2023. 2023. Suomen palloliitto. Viitattu 22.7.2024. <https://www-assets.palloliitto.fi/62562/1716981007-vuosikertomus-2023.pdf>.

Wilczyński, B., Zorena, K. & Ślęzak, D. 2020. Dynamic knee valgus in single-leg movement tasks. Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17, 21. Viitattu 18.8.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7664395/>.

Willwacher, S., Kurz, M., Robbin, J., Thelen, M., Hamill, J., Kelly, L., & Mai, P., 2022. Running-Related Biomechanical Risk Factors for Overuse Injuries in Distance Runners: A Systematic Review Considering Injury Specificity and the Potentials for Future Research. Sports Medicine, 52, 8, 1863–1877. Viitattu 18.8.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9325808/>.

Liitteet

Liite 1. Tutkimustiedote ja tutkimuslupakysely

jamk | ammattillinen
opettajankoulutus

Tutkimus

Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

Hei urheilijat ja huoltajat, olemme fysioterapeuttiopiskelijat Justus Lahtinen ja Arttu Hämäläinen Jyväskylän ammattikorkeakoulusta. Teemme opinnäytetyötä polven rasitusvammojen ennaltaehkäisystä tekoälyn avulla. Olemme tulossa testaamaan teidän joukkueeseen 19.7.2024 ja toivomme, että mahdollisimman moni teistä pystyisi osallistumaan. Kuvaamme jokaisesta osallistujasta lyhyen videon, jossa kuvattava suorittaa yksinkertaisen hypyn ja alastulon, tästä tarkemmat ohjeet paikan päällä. Videoita ei julkaista mihinkään, vaan tekoälyn avulla niistä saadaan erilaisia tuloksia, joiden pohjalta tutkimuksemme rakentuu. Opinnäytetyön valmistumisen jälkeen videot asianmukaisesti poistetaan. Tutkimukseen voi osallistua ainoastaan yli 15-vuotiaat urheilijat, tutkimukseen osallistuvat antavat suostumuksensa kyselyn alussa. Emme tutkimuksessa kerää mitään henkilötietoja ja osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Suostumuksen pystyy myös perumaan millä hetkellä tahansa. Opinnäytetyö valmistuu vuoden 2024 puolella ja valmiin version voi ladata osoitteesta www.theseus.fi

Opinnäytetyön ohjaajana toimii lehtori Sanna Paasu-Hynynen Jyväskylän ammattikorkeakoulusta. Jos tutkimuksesta herää jotain kysyttävää, vastaamme mielellämme kysymyksiin!


Yhteystiedot:
Arttu: ab7042@student.jamk.fi
Justus: aa4276@student.jamk.fi
Sanna: sanna.paasu-hynynen@jamk.fi

Seuraava

jamk

ammattillinen opettajankoulutus

Tutkimus

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

1. Tutkimukseen osallistuminen *

- Olen lukenut yllä olevat tiedot tutkimuksesta ja haluan osallistua siihen.
- En halua osallistua

2. *

Etunimi *

Sukunimi *

Edellinen

Lähetä

