

Joonas Merelä

Frisbeegolfin rystyheitto taidon oppimisen, sekä kineettisen ketjun näkökulmasta

Työelämän kehittämistehtävä

23KN_1672690669_AVKTLIIKLÄÄK23S

Liikuntalääketieteen ja valmennusopin opinnot

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	23KN_1672690669_AVKTLIIKLÄÄK23S
Tekijä/Tekijät	Joonas Merelä
Työn nimi	Frisbeegolfin rystyheitto taidon oppimisen, sekä kineettisen ketjun
näkökulmasta	
Vuosi	2024
Sivut	21 sivua
Työn ohjaaja	Niko Leinonen

TIIVISTELMÄ

Lajina frisbeegolf muistuttaa perinteistä golfia, mutta pallon lyömisen sijasta heitetään frisbeegolfkiekkoa. Frisbeegolf on taitolaji, joka haastaa pelaajaan taitoa, tarkkuutta iästä tai taitotasosta riippumatta. Yksi frisbeegolfin heittäjän tärkeimmistä aseista on rystyheitto, joka vaikuttaa suorasti pelaajan menestymiseen kentällä.

Esimerkiksi baseballiin syöttäjiin peilaten heittotekniikka ja sen analysointi on osana vammojen ehkäisyä, koska heittovoimat kohdistuvat heittäessä eri kehonosiin. Heittotekniikka on osana lajiin liittyvissä rasitusvammoissa ja tämä on huomattu viimevuosina myös frisbeegolf ammattilaispelaajien, sekä harrastajien keskuudessa.

Frisbeegolfin heittotekniikkaa on tutkittu vielä suhteellisen vähän verrattuna esimerkiksi baseballin syöttöön, mikä hankaloittaa hiukan tämänkaltaisen työn tekemistä. Työssä käsitellään frisbeegolfista olemassa olevaa tieteellistä näyttöä, sekä avataan kineettisen ketjun toimintaa. Työssä on verrattu myös golf lyönnin, sekä baseballin heittämiseen liittyvien tutkimusten johtopäätöksiä frisbeegolfheittoon, jotka osoittavat lyönti- ja heittotekniikan olevan olennainen osa lajitaitoon, sekä vammojen ehkäisyyn liittyen.

Heittotekniikan opettaminen frisbeegolfissa perustuu vielä lähinnä kokemuspohjaiseen opetustapaan. Työn tarkoitus on avata heittämiseen liittyvää tietoa tarkastellen taidon oppimista, sekä heittämiseen liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

Asiasanat: heittäminen, kineettinen ketju, taito, frisbeegolf

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO	4
2	FRISBEEGOLF PELINÄ	4
2.1	Frisbeegolfin kehityskaari	5
3	FRISBEEGOLF URHEILULAJINA	6
4	TAIDON OPPIMINEN	7
4.1	Liikkeen säätely	7
4.2	Vaihtelun määrä taitoharjoittelussa	8
4.3	Taitoharjoittelun erilaisia malleja	8
4.4	Tarkkaavaisuuden suuntaus	9
5	HEITTÄMISESTÄ YLEISESTI	9
5.1	Heiton vaiheet	10
5.2	Voima ja Newtonin lait	10
5.3	Kulmanopeuksien ajoitukset	11
5.4	Massakeskipiste	12
5.5	Reaktivoimat	12
5.6	Kineettinen ketju	13
5.7	Kineettisen ketjun toimintahäiriö	13
5.8	Proksimaali-distaali järjestys	14
5.9	Noudattaako frisbeegolfin rystyheitto proksimaali-distaali järjestystä?	15
5.10	Mitkä tekijät mahdollisesti selittävät suurempaa kiekon lähtönopeutta?	16
6	POHDINTA	17
	LÄHTEET	18
7	KUVALUETTELO	21

1 JOHDANTO

Liikuntalääketieteen- ja valmennusopin opintoihin kuuluu kehittämistehtävän toteuttaminen. Mietin aiheen valintaa hyvin pitkää ja ideoita kävi mielessä monia. Päädyin kuitenkin ratkaisuun, mikä herättää vielä lajissa isoja kysymysmerkkejä. Frisbeegolfista ei löydy vielä kattavaa tutkimusnäyttöä tai lajiansalyysia. Tässä työssä tarkastellaan heittotekniikkaan liittyviä asioita tieteelliseen kirjallisuuteen perustuen lajin avausheittojen näkökulmasta. Lähteet tähän työhön on valittu pääpiirteittäin huippu-urheilun näkökulmasta.

Olen toiminut lajin parissa vuodesta 2019 lähtien. Aloitin itse lajin harrastamisen vuonna 2017. Itseäni lähellä sydäntä on valmennuspuoli ja pelaajien suorituskykyvalmennus. Olen toiminut frisbeegolfin valmennuspuolella päätoimisesti vuodesta 2021 lähtien. Tällä hetkellä työskentelen yksilövalmennusasiakkaiden kanssa, sekä toimin valmentajana Disc Golf Team Finlandissa. Omaan työnkuvaan kuuluu tällä hetkellä pelaajien harjoittelun ohjelmointi, fyysikkavalmennus, heitto- ja lajivalmennus, sekä erilaisten lajiin liittyvien koulutuksien pitäminen.

2 FRISBEEGOLF PELINÄ

Frisbeegolf lajina muistuttaa perinteistä golfia. Pallon sijasta käytetään muovista kiekkoa. Lajin historia ulottuu 1970-luvulle Yhdysvaltoihin. Pelin tarkoitus on suorittaa väylä ja rata mahdollisimman pienillä heittomäärillä. Tyypillisesti väyliä radalla on 9-18 ja väylien par lukemat vaihtelevat kolmesta viiteen. Väylä avataan avausheitolla tiialueelta kohti maalikoria. Pelaajan edetessä väylällä hänen on suoritettava heitto aina siitä kohdasta mihin edellinen heitto päättyi. Väylä päättyy, kun kiekko putataan frisbeegolf koriin. Luonnon puitteissa puut, pensaat ja maastonmuutokset tarjoavat useita haasteita pelaajalle. (PDGA 2024).

Frisbeegolfissa väylien pituudet vaihtelevat arviolta 50 metristä yli 250 metriin. Frisbeegolf on yksilölaji, mutta sitä pelataan yleensä 3-5 henkilön ryhmissä. Kilpailutilanteissa pelataan yleensä 4 hengen ryhmissä (Frisbeegolfradat.fi).

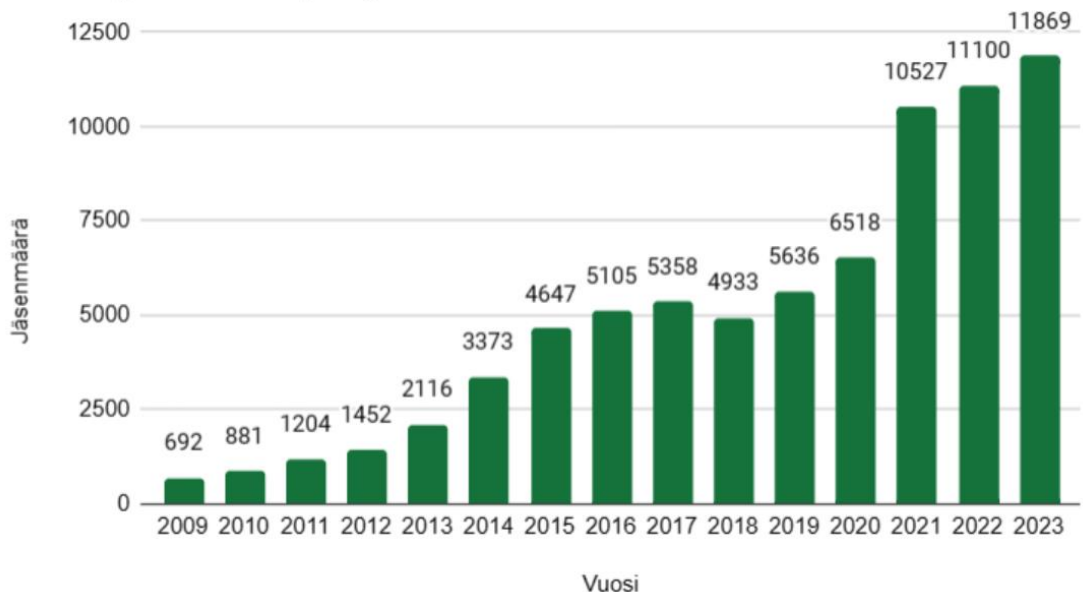
Pelatakseen kilpailuja pelaaja tarvitsee kilpailu lisenssin. Lisenssin alla olevat kilpailut ovat kattojärjestön PDGA (Professional Disc Golf Association) alaisia kilpailuja. Kilpailu luokkia on monta eritasoista aina aloittavasta kilpailijasta ammattilaistason (Suomen frisbeegolfliitto 2024).

Frisbeegolfissa ammattilaiskiertue on ottanut myös isoja harppauksia viime vuosina. Ammattilaiskiertueen pää kiertueena toimii Disc Golf Pro Tour. Eniten palkintorahaa tienannut vuonna 2023 Suomalaisista oli Niklas Anttila, joka tienasi 35419 Yhdysvaltain Dollaria (Rantanen 2023).

2.1 Frisbeegolfin kehityskaari

Frisbeegolf on ottanut huimia kehitysaskelia viime vuosina. Lajin suosio on kasvanut räjähdysmäisesti ja uusia harrastajia on tullut lajin pariin. Sen osoittaa myös SFL jäsenmäärien tilastot vuosilta 2009-2023.

SFL:n jäsenseurojen jäsenmäärät v. 2009-



Kuva 1 SFL:n jäsenseurojen jäsenmäärät v. 2009-2023 (Suomen frisbeegolfliitto 2023).

Lasten- ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa (LIITU)- tutkimuksen perusteella frisbeegolf oli vuonna 2022 neljänneksi suosituin harrastus kesälajeissa 11-15 vuotiaiden suomen ja ruotsinkielisten keskuudessa. (Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa, LIITU tutkimuksen tuloksia 2022).

Lunnonvarakeskuksen teettämän kyselytutkimuksen 2019-2021 mukaan noin 20% aikuisväestöstä harrastaa frisbeegolfia. 15-24 vuotiaiden keskuudessa luku on vieläkin isompi 42%. (Luonnon virkistyskäyttö 2020.)

Frisbeegolfratojen määrä on ollut huimassa kehityksessä. Ratoja vuonna 2023 löytyy jo Suomesta yli 1000. (Frisbeegolfradat.fi).

Frisbeegolfin huippupelaajien taso on myös kehittynyt huimaa vauhtia. Sen osoittaa PDGA tilastot. Vuonna 2015 Suomessa oli 14 yli 1000 rating pisteen omaavaa mies pelaajaa, vuonna 2019 lukumäärä oli 26 ja vuonna 2023 54. Yli 900 ratingpisteen naispelaajia vuosina 2015, 2019, 2023 on ollut 1, 5 ja 18. (PDGA tilastot 2024.)

3 FRISBEEGOLF URHEILULAJINA

Frisbeegolf ammattilaiskiertueen Disc Golf Pro Tour kilpailut kestävät tyypillisesti 3-4 päivää. Päivässä pelaaja pelaa yhden kilpailukierroksen, johon kuuluu lämmittely ja muut harjoitukset. Kilpailukierros kestää tyypillisesti 3-4 tuntia ja lämmittelyt mukaan lukien kilpailusuoritus voi kestää 4-5 tuntia. Kilpailukausi alkaa helmikuussa ja päättyy lokakuussa. Yhdysvaltain ammattilaiskiertue muodostuu 23:sta elite series kilpailuista, sekä 4-major tason turnauksesta. (PDGA 2024).

Huippufrisbeegolfissa olennaiset tekijät mukailevat golfia. Ammattilaisgolf -pelaaja voi lyödä viikon aikana arviolta 1000-2000 lyöntiä mikä rasittaa pelaajan tuki- ja liikuntaelimistöä. 18-väyläisellä golfradalla kävelyä tulee keskimäärin 6-12 kilometriä ja pelaajan sykevälivaihtelu kilpailukierroksella arviolta 52.1-78.7% maksimisykkeestä. Laktaatit vaihtelevat golfkierroksen aikana 0.8-1.1 mmol/l. Golfin avauslyönti itsessään on monimutkainen koordinoitu nopean voimantuoton liike. Golf on aerobista urheilua, jossa vaaditaan nopeaa voimantuottoa, hyvää lyöntitekniikkaa, tarkkuutta, taitoa, sekä psyykkisiä taitoja. (Sheehan ym. 2022). Frisbeegolfista ei löydy lajianalyysiä tai samankaltaisia tarkkoja tutkimustuloksia kuin golfista, mutta samankaltaisuuksia lajeista fysiologian puolelta varmasti on havaittavissa.

Frisbeegolfin heitot jaetaan golfin tapaan avausheittoon, lähestymiseen ja puttiin. Avausheitto onkin tyypillisesti liikenopeedeltaan suuri ja heitoista kuormittavin (Leppilähti 2019.) Kovat avausheitot rasittavat ammattilaispelaajien tuki- ja liikuntaelimestöä viikosta toiseen, jolloin rystyheiton mahdollisimman taloudellinen heittotekniikka korostuu.

4 TAIDON OPPIMINEN

Yleisesti frisbeegolfin taitojen opetuksessa korostuu liikkeen toistamisen tärkeys ja kehonsisäiset ohjeet, joka voi johtua puutteellisesta tietotaidosta. Itsessään taitojen opetusmallit eivät muutu lajista riippumatta.

Nykyiset taitotutkimukset ovat paljastaneet, että taitojen oppiminen on hyvin yksilöllistä, sekä jokainen ihminen omaa kyvyn oppia uusia taitoja. (Jaakkola 2019.) Taitotutkimuksia on tehty vuosikymmeniä ja niistä saadut tulokset ovat vähintäänkin mielenkiintoisia.

Frisbeegolfissa avausheiton teema on aina sama. Tarkoituksena on heittää kiekko tiipaikalta ja saada se laskeutumaan haluttuun kohtaan. Heittotekniikan harjoittelu auttaa motorista järjestelmää kehittymään. Bernsteinin vapausasteen teorian mukaan motorisen taidon oppijalle alkuvaiheessa on hankalaa, kun kaikki kehon eriosat ovat vapaita liikkumaan moneen erisuuntaan. Oppija ei pysty aluksi kontrolloimaan tätä vapautta, joka vaikeuttaa liikkeen suorittamista. Myöhemmässä vaiheessa oppija voi ottaa mukaan enemmän vapausasteita, joka mahdollistaa suuremman ja nopeamman voimantuottamisen, sekä liikkeen sujuvuuden (Lee & Schmidt 2014.)

4.1 Liikkeen säätely

Liikkeen säätely alkaa aivoista. Aivomme ovat oppimisen keskusyksikkö. Kun oppiminen käynnistyy, keskushermostoon syntyy uusia aivosoluja, sekä hermoyhteyksiä aivosolujen ja aivojen osien välille. Harjoittelulla ja sen jatkuvuudella vahvistetaan hermoyhteyksiä. Kun harjoittelua jatketaan, taito muovaantuu pysyväksi, hermoverkostosta tulee tiheämpi ja oppia kykenee suorittamaan yhä vaativampia suorituksia. (Jaakkola 2017, luku 9: Liikuntataitojen oppiminen.)

Aivot tunnistavat ympäristössä tapahtuvat ärsykkeet ja ohjelmoivat suorituksessa halutut lihakset sekä raajat toimimaan suorituksen vaatimalla tavalla. Taitoharjoittelun edetessä ihmisen motorisesta ohjelmasta tulee vahvempi, mikä johtaa taidon mielikuvan tarkentumiseen. (Jaakkola 2017, luku 9: Liikuntataitojen oppiminen.)

4.2 Vaihtelun määrä taitoharjoittelussa

Oppiminen on ongelmanratkaisuprosessi. Vaihtelun määrää pidetään taitoharjoittelun kulmakivenä. Vaihtelemalla liikesuorituksia liikkeen sisäinen malli jäsentyy. Liikesuorituksen toistaminen pitkäkestoisesti on osoitettu hyvin tehottomaksi taitoharjoittelun malliksi. Jos liikettä toistetaan pitkään samanlaisena oppimisprosessi saattaa heikentyä ja jopa pysähtyä. (Kalaja 2016 s. 235.)

4.3 Taitoharjoittelun erilaisia malleja

Taitoharjoittelulla on erilaisia malleja. Tutuimmat mallit ovat keskitetty harjoittelu (blocked practice), sekä satunnaisharjoittelu (random practice). Keskitetyssä harjoittelussa suoritusta koitetaan toteuttaa kerta toisensa jälkeen mahdollisimman samana. Satunnaisharjoittelussa suoritus tapaa vaihdetaan heti suorituksen jälkeen (Kalaja 2016 s. 237.) Satunnaisharjoittelu näyttää toimivan paremmin, koska oppijan täytyy vaihtaa liikettä suorituksen jälkeen ja tehdä joka kerta uusi suunnitelma, mikä edistää oppimista (Kalaja 2016 s. 237.) Toistoharjoittelussa urheilija ei joudu näkemään vaivaa ongelmien ratkaisemiseksi (Lee & Schmidt 2014). Monipuolinen vaihteleva harjoittelu edistää motorista oppimista pitkässä juoksussa (Jaakkola 2019).



Kuva 2: Taitoharjoittelun harjoitusmuotojen vaikutus taidonoppimiseen. Mukailtu (Kalaja 2016 s.237).

4.4 Tarkkaavaisuuden suuntaus

Taitoharjoittelussa perinteisesti tarkkaavaisuutta on kohdistettu kehon sisäpuolelle (Jaakkola 2019). Kehonsisäpuolinen ohje olisi esimerkiksi seuraava "tukijalan osuessa maahan ojenna nilkkaa, polvea ja lonkkaa". Kehon ulkopuolinen ohje "paina tukijalkaa maahan". Kun tarkkaavaisuus on kehonulko-puolella se sujuvoittaa urheilijan liikesuoritusta (Kalaja 2016 s. 238.)

Taitoharjoittelu on loppupeleissä aivojen harjoittelua, jossa kolme keskeisintä elementtiä ovat harjoittelun määrä, harjoittelun vaihtelu ja palaute saadusta harjoittelusta (Kalaja 2016 s. 233.)

5 HEITTÄMISESTÄ YLEISESTI

Monissa heittolajeissa tavoite on heittää välinettä mahdollisimman kauas maksimaalisella teholla ja saattaa heitettävä väline optimaaliselle lentoradalle esimerkiksi keihäänheitto tai kiekonheitto (Jaakkola 2016, osa 2.) Frisbeegolfin avausheitossa yhdistyvät teho ja tarkkuus. Osalla väylistä täytyy heittää tehopainotteisia heittoa, kun taas tietyillä väylillä painotuksessa on tarkkuus. Tehopainotteisessa heitossa yksi olennaisista asioista on liikevirtaus. Tarkkuutta

vaativissa heitoissa taas hyödynnetään vahvasti näköaistia. Tarkkuutta vaativissa heitoissa hyödynnetään ääreisnäköä, jonka avulla aivot saa tietoa siitä, miten sopeudumme ympäristöön. (Jaakkola 2016, osa 2.)

Frisbeegolfin heittoliikettä on tutkittu todella vähän. Frisbeegolfin rystyheitto eroaa muista heittoliikkeistä huomattavasti mekaniikaltaan, koska heittoliike toteutetaan saman puolen yläraajalla mihin tukijalalla tukeudutaan. Rystyheiton heitto tekniikkaa käsittelevää tutkimuksia löytyy yksi kandidaatin tutkielma (Leppilahti 2019). Erilajien heittotekniikoita on tutkittu kattavasti, eniten tietoa löytyy baseballin ja golfin heitto – ja lyöntiliikkeen kinematiikasta. Leppilahti (2019) tutkimukseen osallistui 8 kansallisen tason kilpaheittäjää. Vähimmäisvaatimuksena oli 120 m toistettava rystypuolen heitto. Kun tutkimusjoukon jäädessä pieneksi (n=8), päätettiin verrata suurimman lähtönopeuden saavuttanutta pelaajaa (T1) muuhun ryhmään (R) yhden otoksen t-testillä. T1:n heittosuoritusta käytettiin viitearvona rystypuolen heittotekniikalle. Tulevassa osiossa käydään läpi tarkemmin kineettisen ketjun toimintaa.

5.1 Heiton vaiheet

Monissa heittolajeissa heiton vaiheet jaetaan tyypillisesti kolmeen- kuuteen vaiheeseen ja jokaisella heiton vaiheella on merkittävä rooli kokonaissuorituksessa. Baseballissa syöttö jaetaan kuuteen vaiheeseen, jotka ovat: windup, stride, arm cocking, arm acceleration, arm deceleration, and follow-through (Diffendaffer ym.2023.) Leppilahti (2019) tutkimuksessa frisbeegolf rystyheiton vaiheet jaettiin kolmeen vaiheeseen, joita olivat latausvaihe, toimintavaihe ja loppusaatto. Latausvaihteen katsottiin alkavan, kun rintakehä saavutti maksimaalisen rotaation oikeankätisellä heittäjällä vastapäivään ja loppuvan tukijalan varvas kontaktiin. Toimintavaihe alkoi varvaskontaktista ja päättyi kiekon irtoamishetkeen. Loppusaatto alkoi kiekon irtoamisesta ja kesti noin puoli sekuntia (Leppilahti 2019.)

5.2 Voima ja Newtonin lait

Ilman voimaa ei tapahdu liikettä. Newtonin kolme liikelakia kuvaa kinetiikan ja kinematiikan suhteita. Newtonin ensimmäinen laki kertoo (liikkeen jatkuvuuden laki), että kappale pysyy levossa tai jatkaa liikettä, ellei siihen vaikuta ul-

koisia voimia. Lineaarinen inertia määritetään pelkän kappaleen massan perusteella, kun taas pyörimisliikkeen inertia (hitausmomentti) kertoo että, mitä kauempana kappale tai kappaleen massakeskipiste on pyörimisakselista, sitä suurempi voima vaaditaan kappaleen saamiseksi pyörimisliikkeeseen tai sen pysäyttämiseen (Kauranen 2022.)

Newtonin toinen laki, on tunnettu dynamiikan lakina. Dynamiikan peruslain mukaan kappaleeseen kohdistuva kokonaisvoima on yhtä suuri kuin sen massa ja kiihtyvyyden suuruuden tulo. Siksi kiihtyvyyden suuruus on suoraan verrannollinen voiman ja massan suhteeseen (Kauranen 2022.) Liikemäärän säilymlakia voidaan myös soveltaa frisbeegolfheittoon, kun liikemäärä siirtyä kädestä kiekkoon. Toimintavaiheen alussa kehon proksimaaliset osat kiihtyvät nopeammin kuin distaaliset. Lähestyessä irrotusta proksimaaliset osat hidastuvat ja siirtävät liikevoiman yläraajan distaaliin osiin, joka kiihdyttää kättä johtaen lopulta suureen lineaariseen nopeuteen (Hume ym. 2005.)

Newtonin kolmas laki, voiman ja vastavoiman laki. Voimat eivät koskaan vaikuta yksinään. Tuotetulle voimalle on aina vastavoima, joka on suuruudeltaan yhtä suuri kuin tuotettu voima mutta vastakkaissuuntainen. Heittäessä voiman ja vastavoiman laki ilmenee siten, että mitä suuremmalla voimalla tukijalka painuu maata vasten, sitä suuremmalla voimalla maa vaikuttaa takaisin heittäjään (Kauranen 2022.)

5.3 Kulmanopeuksien ajoitukset

Tyypillinen termi niin golfissa kuin frisbeegolfissa on `timing`. Käsite viittaa liikkeen ajoitukseen lyönti tai heittoliikkeessä. Liikkeen ajoitus on riippuvainen monesta eritekijästä mm. kulmanopeudesta, kulmakihtyvyydestä, lineaarisesta nopeudesta, voimantuottomatkasta, reaktivoimista, sekä nivelkulmista (Neal & Mason 2007.) Golfiin puolella ajoitusta kuvaillaan näin: Jotta kehon distaalisimman segmentin nopeus voidaan maksimoida, liikkeen tulee alkaa suurimmista kehon segmenteistä (alaraajat, keskivartalo) ja jatkaa kohti pienempiä segmenttejä (yläraajat, sormet). Golflyönti on monimutkainen koko kehon liike, jossa lihakset ja nivelet toimivat tietyssä järjestyksessä, jotta tarkkuus ja nopeus voidaan maksimoida (Hume ym.2005.)

5.4 Massakeskipiste

Massakeskipiste kuvaa kappaleen massan keskimääristä paikkaa. Anatomisessa perusasennossa seisovalla ihmisellä massakeskipisteen esitetään sijaitsevan L2-S2- nikamien etupuolella. Massakeskipisteen paikka muuttuu kehon vartalon asentojen muuttuessa, joka tekee sen tarkasta arvioimisesta hankalaa (Kauranen 2022.)

Toimintavaiheessa jalkojen tulisi sijoittua oletetun massakeskipisteen ulkopuolelle ja massakeskipiste jää jalkojen väliin, jotta lantiosta saadaan vakaa alusta yläraajan kiihtyvyydelle. Mikäli voima tuotetaan alustaan ennen kuin lihastuki massakeskipisteen ympärillä on valmis, tämä voi johtaa heiton tasapainon menettämiseen (Hume ym.2005.)

5.5 Reaktivoimat

Missä tahansa heitto tai lyöntiliikkeessä suurempi heitto- tai lyöntinopeus voidaan saavuttaa vain, jos pelaajan liike-energia liikkuu kohti suunniteltua heittoa välineen kohdetta (Hume ym. 2005). Reaktivoimat ovat seurausta heittäjän maahan tuottamasta voimasta vauhdinoton ja tukiaskeleen askelkontaktien aikana. Latausvaiheen aikana heittäjä siirtää oman kehon massaa kohti heittoa suuntaa ja tukijalan koskiessa maata tukijalka toimii eksentrisesti jarruttaen, joka edistää voimantuottoa kineettisessä ketjussa ylöspäin (Pryhoda & Sabick 2022.)

Lisätäkseen reaktivoimia tukijalalle tullessa heittäjän jalan täytyy painua tukevasti maata vasten ennen kuin yläraajan segmentit alkavat kiihtyä (Hume ym. 2005). Baseball syöttäjillä kovempien maahan kohdistuvien reaktivoimien on osoitettu vaikuttavan syöttönopeuteen (Ramsey & Crotin 2019). Suuremmat reaktivoimat eivät kuitenkaan välttämättä johda kovempaan heittonopeuteen, vaan voi johtaa heiton kontrollin menettämiseen ja liian suuriin voimiin, joka johtaa segmenttien rotaationopeuksien heikkenemiseen (Leppilahti 2019).

Ramsey & Crotin (2019) mukaan baseball syötössä tukijalan reaktivoimat kasvavat n.1,5x kehonpainoa ja Hume ym.(2005) kertovat golfissa etujalan reaktivoimien kasvavan n.1.6-2x kehonpainosta. Frisbeegolfista ei ole vielä

saatavilla tietoa reaktiovoimien suuruudesta, mutta ajatuksen tasolla kovissa heitoissa reaktiovoimat voisivat olla huomattavasti suurempia, koska heitossa on mukana vauhdinotto ja etenemisnopeus. Vauhtia voidaan ottaa heittoon 4-5 m matkalta riippuen avausheiton heittopaikasta. Reaktiovoimien suuruus riippuu frisbeegolfissa myös heiton tehontuoton riippuvuudesta eli kuinka pitkä heitto joudutaan toteuttamaan. Suuremmat reaktiovoimat lisäävät myös heittäjän fyysisiä vaatimuksia, jotta lineaarinen etenevä liike pystytään pysäyttämään, kyetään muuttamaan rotaatioksi (pyörimisliikkeeksi) ja siirtämään kiekon lineaarisesti liikkeeksi.

5.6 Kineettinen ketju

Heittolajien mekaniikan perusainekset ovat monissa lajeissa hyvin samanlaiset. Heitossa tapahtuu aina liike-energian siirtymistä kehosta yläraajaan ja siitä pelivälineeseen (Peltokallio 2003 s.739.) Heittoliike vaatii koko keholta oikea-aikaista aktivaatiota, jotta heittoliikkeen teho ja tarkkuus voidaan optimoida (Chu ym.2016). Kehon eri segmentit muodostavat yhdessä kineettisen ketjun. Liike yhdessä kehonosassa vaikuttaa myös muihin kehon osiin. Segmentit jaetaan tyypillisesti kolmeen kategoriaan: alaraajat, keskivartalo ja yläraajat (Ellenbecker & Aoki 2020.) Tukijalan jalkaterä koskettaa ensimmäisenä alustaan, jonka jälkeen heittoliike alkaa kiihtyä. Alaraajat muodostavat vakaan tukipisteen yläraajalle ja heittokädelle (Peltokallio 2003 s.734). Monissa heittolajeissa alaraajat ja lantio toimivat tukipisteenä keskivartalon rotaatiolle, sekä heittokäden kiihtyvyydelle. Keskivartalo ja heittokäsi tuottavatkin esimerkiksi n.80% baseball syötön lähtönopeudesta (National Pitching Assosiation 2006). Tehokas ja taloudellinen heittoliike vaatii hyviä voimantuotto ominaisuuksia, lajinomaista liikkuvuutta, motorista kontrollia sekä lihasten oikea-aikaista aktivoitumista (Chu ym.2016.)

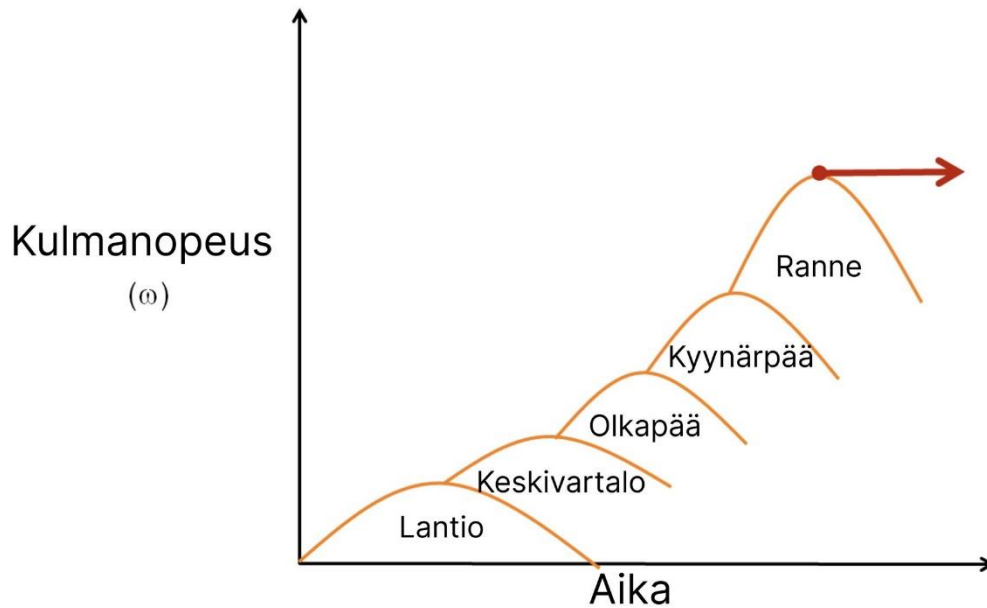
5.7 Kineettisen ketjun toimintahäiriö

Valmentajan tai terapeutin on tärkeä ymmärtää heittoliikkeen kinematiikkaa. Syvempi heittoliikkeen ja kineettisen ketjun ymmärtäminen voi auttaa vähentämään kehoon kohdistuvia voimia, jos teoria saadaan vietyä käytäntöön (Mayes ym.2022.) Kineettisen ketjun toimintahäiriö vähentää heiton tehokkuutta, sekä voi lisätä selkärankaan, sekä heittokäden niveliin kohdistuvia voimia, joka voi altistaa erilaisille tuki- ja liikuntaelinsairauksille (Ellenbecker &

Aoki 2020.) Kibler ja Chandler (1995) mukaan heittoliikkeessä 20% voimantuoton lasku lantiosta ja keskivartalosta vaatii 34% enemmän voimantuottoa olkapäältä tuottaa sama voima heitettävään välineeseen. Yleisin kinemaattinen virhe heittoliikkeessä on lantion ja rintakehän rotaatioiden huonot kulmanopeuksien ajoitukset toimintavaiheessa, mikä voi lisätä lannerangan, olkapään ja kyynärpään stressiä. Heikkoihin segmenttien ajoituksiin voi liittyä vähentynyt liikkuvuus, motorisen kontrollin puute ja heikot voimaominaisuudet alaraajan, lantion ja keskivartalon seudulla, mikä rajoittaa rintakehän aksiaalista rotaatiota. Jos heittäjällä on mainittuja puutteita lantion ja rintakehän alueella tulisi keskittyä ensisijaisesti harjoittamaan fyysisiä ominaisuuksia heittämisen ohella (Diffendaffer ym.2022.) Vähentynyt segmenttien kineettinen stressi heittoliikkeessä voi ehkäistä vammoja, sekä parantaa heittokäden olkapään sekä kyynärpään kestävyyttä ja terveyttä (Seroyer ym.2010).

5.8 Proksimaali-distaali järjestys

Optimaalisessa heittoliikkeessä, liike etenee toimintavaiheessa segmentti kerrallaan kehon proksimaalisista osista distaaliin osiin tietyssä järjestyksessä (PD-järjestys). Tämä mahdollistaa suuren liikenopeuden kehon distaalisissa osissa (Leppilahti 2019). Ilmiötä on tutkittu monissa urheilulajeissa mukaan lukien baseball, kriketti, keihäänheitto, tennis sekä käsipallo (Serrien & Baeyens 2018). PD-järjestyksen mukaan oletetaan, että lantion kulmanopeus tapahtuu ennen ylävartaloa, joka mahdollistaisi tehokkaamman yläraajan nopeuden (Serrien & Baeyens 2018). Heittoliikkeessä tämä liikejärjestys alkaa lantion kierrosta, jota seuraa keskivartalon kierto, jonka jälkeen vastaliike siirtyy yläraajan kautta heitettävään välineeseen (Serrien & Baeyens 2018). Eri heittosuoritukset eivät kuitenkaan aina etene PD-järjestyksen mukaan, mikä voi johtua heittäjän taitotasosta (Leppilahti 2019). Kineettinen ketju, proksimaali-distaali järjestys, segmenttien kiihtyvyyttä-jarrutus käsitteet kuvaavat kehon segmenttien monimutkaista vuorovaikutusta, jossa työskentelevät kehonosat muodostavat toiminnallisen liikesarjan (Ellenbecker & Aoki 2020).



Kuva 3. Kineettinen ketju. Mukailtu (King 2016)

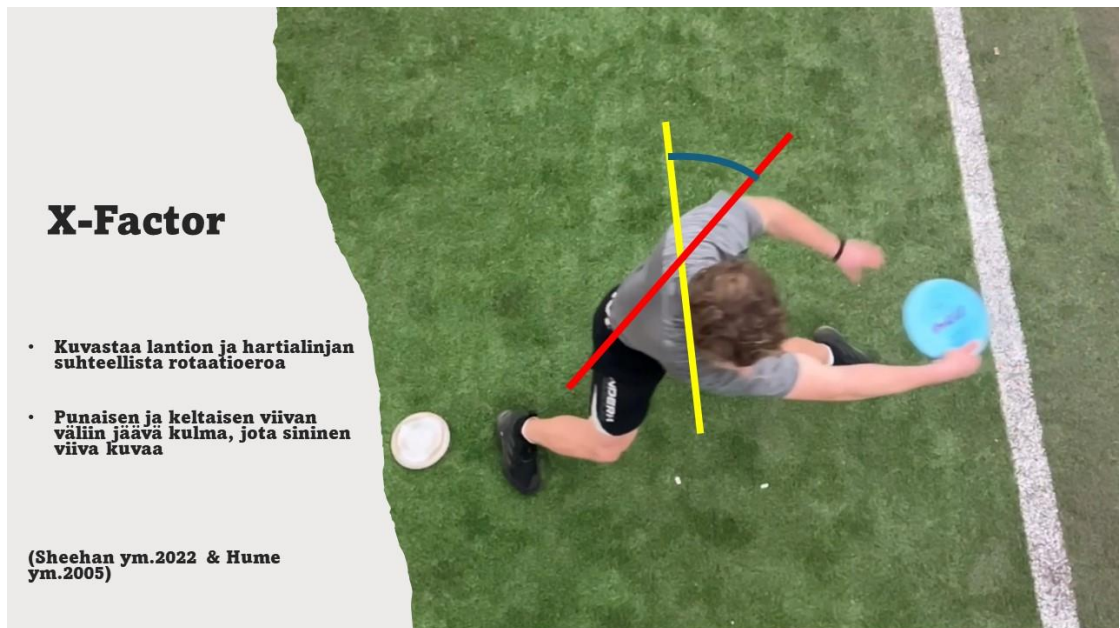
5.9 Noudattaako frisbeegolfin rystyheitto proksimaali-distaali järjestystä?

PD-järjestyksen periaate koskee nivelten maksimaalisia kulmanopeuksia, eikä niinkään segmenttien kiihtyvyyksien alkamisen ajoitusta, joka mahdollisesti myös on olennaista suorituksen kannalta (Leppilahti 2019). Leppilahti (2019) tutkimuksessa nivelen maksimaalisten kulmanopeuksien ajoitusten perusteella frisbeegolfin rystyheitto noudattaa proksimaali-distaali järjestystä, mutta olkapään ulkokierron kiihtyessä vielä kiekon irrotuksen jälkeenkin. Leppilahti (2019) tutkimuksessa jokaisella tutkimukseen osallistuvalla heittäjällä maksimaalisten kulmanopeuksien ajoitukset tapahtuivat järjestyksessä rintakehä, kyynärpää ja ranne ja olkavarren ulkorotaatio, lukuun ottamatta tutkimuksen koehenkilöillä T3 ja T4 joilla heittoliike tapahtui PD-järjestyksen mukaisesti. Olkapäätä tarkasteltiin vain yhdestä liikesuunnasta, joka oli tutkimuksen yksi heikkouksista. Leppilahti (2019) tutkimuksessa tarkasteltiin kovimman lähtönopeuden omaavaa pelaajaa olkapään osalta kaikista liikesuunnista. Tutkimuksessa kävi ilmi, että olkapään loitonnuksen kulmanopeuden kiihtyminen tapahtui rintakehän ja kyynärpään välissä, joka tukee PD-järjestystä, mutta olkapään ulkokierron ja loitonnuksen kulmanopeus kiihtyi maksimaaliseen kulmanopeuteen kiekon irrottua. Leppilahti (2019) mukaan frisbeegolfin rystyhei-

ton liike-energian siirtyminen tapahtuu PD-järjestyksen mukaisesti, kun proksimaalisten segmenttien kulmanopeudet kasvavat suuremmaksi, mitä distaalisempänä nivel heittoliikkeessä on.

5.10 Mitkä tekijät mahdollisesti selittävät suurempaa kiekon lähtönopeutta?

Heitettävän objektin lähtönopeuteen vaikuttaa lukuisat muuttujat mm. ikä, antropometria, heittäjän taitotaso, heittomekaniikka ja fyysiset ominaisuudet (Huang ym.2022.) Baseballin puolella kovempaa pallon lähtönopeutta näyttää selittävän heittäjän ikä, pituus, lantion ja rintakehän erotuskulma toimintavaiheessa, sekä askelpituus ja reaktiovoimat (Sgroi ym.2015.) Golfiin puolella kovempaa mailan pään nopeutta näyttää selittävän suurempi x-factor. X-factor kuvastaa lantion ja torsion erottamista lataus ja toimintavaiheessa. Toimintavaiheessa lantio kääntyy ensin kohti kohdetta, jolloin ylävartalo pysähtyy hetkeksi lyönnin alkaessa, joka lisää x-factoria. Tämän on osoitettu vaikuttavan positiivisesti rotaationopeuksiin, joka korreloi positiivisesti mailan pään nopeuteen (Sheehan ym.2022.) Frisbeegolfissa Leppilahti (2019) mukaan keskivartalon segmenttien liikelaajuudet ja kulmanopeudet selittävät kiekon lähtönopeutta melko hyvin. Rintakehän liikelaajuuden kasvu voi mahdollistaa pidemmän voimantuottoajan. Liikelaajuuden kasvu voisi selittää suurempaa maksimaalista kulmanopeutta, mutta rintakehän rotaationopeus ei välttämättä ole riippuvainen lantion rotaatiosta (Leppilahti 2019.) Näkisin, että alaja keskikropan osalta frisbeegolfista voisi löytyä samankaltaisia аспектеja kuin golfista ja baseballista, mutta yläraajan osalta homma on aivan eri, joka muuttaa kinematiikkaa huomattavasti. Heittokäden horisontaalitason loitonuus eroaa huomattavasti golfin ja baseballin yläraajan mekaniikasta, joka odottaa vielä tutkimuksia frisbeegolf heiton saralta.



Kuva 4. X-Factor määritelmä. Mukailtu (Sheehan ym.2022 & Hume ym.2005)

6 POHDINTA

Frisbeegolfin rystyheitto on monimutkainen kokokehon liike ja tietoa yksilöiden välisistä muuttujista on todella vähän. Heittoliikkeen mekaniikka on kyllä kaikille sama, mutta eri heittotyylejä näkee radoilla huomattavan paljon. Frisbeegolf on vielä lajina alkutekijöissä, vaikka laji on mennyt hurjasti eteenpäin viimeisen viiden vuoden aikana. Tutkimustietoa lajista on todella vähän ja se näkyy myös valmennuskentällä. Tutkimustyötä on varmasti tarkoitus tehdä tulevina vuosina. Lajin pariin tarvitaan myös lisää osaajia, jotta pelaajien suorituskykyä saadaan nostettua ja pelaajat pidettyä terveenä kentällä. Myös nuorten ohjaus ja opastus tulee olemaan isossa osassa lajin tulevaisuutta miettien.

Lajissa on esiintynyt huomattavan paljon erilaisia vammoja ja tämänkin saralla tarvitaan lisää ohjeistusta, sekä tutkimustyötä. Olen törmännyt huomattavan paljon nuorten lannerangan stressireaktioihin, sekä rasitusmurtumiin. Toinen hyvin tyypillinen vamma on olkapään, sekä kyynärpään erilaiset jänteiden rasitusvammat.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista, mutta todella aikaa vievää. Luin aluksi hurjan määrän tutkimuksia, joista omasta mielestä otin työhön kaikki laadukaimmat. Aiheeseen olin jo valmiiksi perehtynyt hyvinkin paljon, mutta laajemman katsauksen tekeminen oli kyllä antoisaa. Toivottavasti työni herättää kiinnostusta ja herättää ajatuksia lajin parissa toimivien kesken. Nähdään radoilla.

LÄHTEET

Deborah L.King. 2016. Biomechanics of overarm throwing. Ithaca College, Department of exercise and sport science. Saatavissa: <https://www.thompsonhealth.com/Portals/0/Health%20Care/Sports%20Medicine/Sports%20Medicine%20Symposium/Handouts%20Biomechanics%20of%20Overarm%20Throwing.pdf>

Diffendaffer AZ, Bagwell MS, Fleisig GS, Yanagita Y, Stewart M, Cain EL Jr, Dugas JR, Wilk KE. The Clinician's Guide to Baseball Pitching Biomechanics. *Sports Health*. 2023 Mar-Apr;15(2):274-281. doi: 10.1177/19417381221078537. Epub 2022 Apr 23. PMID: 35465789; PMCID: PMC9950989.

Ellenbecker TS, Aoki R. Step by Step Guide to Understanding the Kinetic Chain Concept in the Overhead Athlete. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2020 Apr;13(2):155-163. doi: 10.1007/s12178-020-09615-1. PMID: 32172436; PMCID: PMC7174497.

Huang, J. H., Chen, S. H., & Chiu, C. H. (2022). Correlation of pitching velocity with anthropometric measurements for adult male baseball pitchers in tryout settings. *PloS one*, 17(3), e0265525. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265525>

Hume PA, Keogh J, Reid D. The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Med*. 2005;35(5):429-49. doi: 10.2165/00007256-200535050-00005. PMID: 15896091.

Jaakkola, T. 2016. Juokse, hyppää, heitä, ota kiinni!: Perusliikuntataitojen opettaminen lapsille ja nuorille. Jyväskylä: PS-kustannus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.223243?sid=4210711224> [viitattu 22.3.2024].

Jaakkola, T. (2019). Nonlineaari pedagogiikka liikuntataitojen opettamisen viitekehystenä. *Liito : Liikunnan ja terveystiedon opettaja*, 2019(1), 16-18.

Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. 2017. Liikuntapedagogiikka. 2., uudistettu painos. Jyväskylä: PS-kustannus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.223190?sid=4206905316> [viitattu 21.3.2024].

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2022. Liikkumisen biomekaniikkaa. [Helsinki]: Liikuntatieteellinen Seura

Kibler WB, Chandler J. Baseball and tennis. In: Griffin LY, ed. *Rehabilitation of the Injured Knee*. St. Louis, MO: Mosby; 1995:219-226.

Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa, LIITU-tutkimuksen tuloksia, 2022. Liikuntaneuvosto.fi

Lee, T. D., & Schmidt, R. A. (2014). PaR (Plan-act-Review) Golf: Motor Learning Research and Improving Golf Skills. *International Journal of Golf Science*, 3(1), 2–25. | DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/ijgs.2014-0004>

Leppilahti Olli-Pekka: Frisbeegolfin rystyheiton kinemaattinen analyysi. Biomekaniikan kandidaatintutkielma, Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän yliopisto, 2019.

Mayes M, Salesky M, Lansdown DA. Throwing Injury Prevention Strategies with a Whole Kinetic Chain-Focused Approach. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2022 Apr;15(2):53-64. doi: 10.1007/s12178-022-09744-9. Epub 2022 Apr 7. PMID: 35389192; PMCID: PMC9076771.

Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S., Häkkinen, K. & Aarresola, O. 2016. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, E-kirja. Saatavissa; <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.229263?sid=4208372748> [viitattu 21.3.2024]

Mitä on frisbeegolf? WWW-documentti. Saatavissa: <https://frisbeegolfra-dat.fi/frisbeegolf/> [viitattu 27.3.2024]

National Pitching Association (NPA) 2006, *NPA Velocity Study conducted 2005-2006*, National Pitching Association, San Diego, CA. Saatavissa: www.nationalpitching.net [Viitattu 22. toukokuuta 2024].

Nelson, J. T., Jones, R. E., Runstrom, M. & Hardy, J. 2015. Disc Golf, a Growing Sport. Description and Epidemiology of Injuries. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*,. 3(6):2325967115589076. | DOI: 10.1177/2325967115589076.

Neuvonen, M., Lankia, T., Kangas, K., Koivula, J., Nieminen, M., Sepponen, A.-M., Store, R. & Tyrväinen, L. 2022. Luonnon virkistyskäyttö 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki

Näin aloitat kilpailemisen. Suomen Frisbeegolfliitto ry. WWW-documentti. Saatavissa: <https://frisbeegolfliitto.fi/nain-aloitat-kilpailemisen/> [viitattu 27.3.2024]

PDGA Elite Series Schedule. 2024. WWW-documentti. Saatavissa: <https://www.pdga.com/elite-series/> [viitattu 28.3.2024]

PDGA Stats. 2024. WWW-documentti. Saatavissa: <https://www.pdga.com/players/stats/> [viitattu 28.3.2024]

PDGA introduction. 2024. WWW-documentti. Saatavissa: <https://www.pdga.com/introduction> [viitattu 28.3.2024]

Peltokallio, P. 2003. Tyypilliset urheiluvammat: Osa 1. [Espoo]: Medipel.

Pryhoda MK, Sabick MB. Lower body energy generation, absorption, and transfer in youth baseball pitchers. *Front Sports Act Living*. 2022 Sep 21;4:975107. doi: 10.3389/fspor.2022.975107. PMID: 36213448; PMCID: PMC9532595.

Rantanen, J. 2023 Frisbeegolf media oy. WWW-documentti. Saatavissa: <https://frisbeegolfmedia.fi/tilastot/eniten-palkintorahaa-kaudella-2023-tienanneet-suomalaiset-frisbeegolfaajat/> [Viitattu 28.3.3034]

Ramsey, D. K. and Crotin, R. L. (2019) 'Stride length: the impact on propulsion and bracing ground reaction force in overhand throwing', *Sports Biomechanics*, 18(5), pp. 553–570. doi: 10.1080/14763141.2018.1442872.

Rahbeck, M. A. & Nielsen, R. O. 2016. Injuries in disc golf – A descriptive cross-sectional study. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, vol 11(1):132–140

Suomen frisbeegolfliitto ry. 2024. WWW-documentti. Saatavissa: <https://frisbeegolfliitto.fi/nain-aloitat-kilpailemisen/> [Viitattu 28.3.3034]

Sheehan WB, Bower RG, Watsford ML. Physical Determinants of Golf Swing Performance: A Review. *J Strength Cond Res*. 2022 Jan 1;36(1):289-297. doi: 10.1519/JSC.0000000000003411. PMID: 31868818.

Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. The kinetic chain in overhand pitching: its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*. 2010 Mar;2(2):135-46. doi: 10.1177/1941738110362656. PMID: 23015931; PMCID: PMC3445080.

SgROI T, Chalmers PN, Riff AJ, et al. Predictors of throwing velocity in youth and adolescent pitchers. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(9):1339-1345. doi:10.1016/j.jse.2015.02.015

7 KUVALUETTELO

Kuva 1. Tilastoja ja lukuja. Suomen frisbeegolfliitto. 2023. WWW-documentti.

Saatavissa: <https://frisbeegolfliitto.fi/tilastoja-ja-lukuja/> [Viitattu 28.3.2024]

Kuva 2. Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S., Häkkinen, K. & Aarresola, O. 2016. Huippu-urheiluvalmennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, E-kirja. Saatavissa; <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.229263?sid=4208372748> [viitattu 21.3.2024]

Kuva 3. Deborah L.King. 2016. Biomechanics of overarm throwing. Ithaca College, Department of exercise and sport science. Saatavissa: <https://www.thompsonhealth.com/Portals/0/Health%20Care/Sports%20Medicine/Sports%20Medicine%20Symposium/Handouts%20Biomechanics%20of%20Overarm%20Throwing.pdf>

Kuva 4. Sheehan WB, Bower RG, Watsford ML. Physical Determinants of Golf Swing Performance: A Review. J Strength Cond Res. 2022 Jan 1;36(1):289-297. doi: 10.1519/JSC.0000000000003411. PMID: 31868818.

Hume PA, Keogh J, Reid D. The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. Sports Med. 2005;35(5):429-49. doi: 10.2165/00007256-200535050-00005. PMID: 15896091.

