



Universitetet
i Stavanger

FAKULTET FOR UTDANNINGSVITENSKAP OG HUMANIORA

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram: Idrettsvitenskap

Vår semesteret, 2023

Kandidat nr.: 4002

Veileder: Håvard Myklebust, førsteamanuensis ved fakultetet for utdanningsvitenskap og humaniora
Institutt for grunnskolelærerutdanning, idrett og spesialpedagogikk

Tittel på bacheloroppgaven: Sammenheng mellom styrke og spenst hos utvalgte volleyballspillere sammenlignet med tidligere litteratur

Engelsk tittel: Correlation between strength and vertical jump in chosen volleyball players compared to previous literature.

Emneord: IDR 200 1

Antall ord: 7274

Antall vedlegg/annet: 1

Stavanger, 02.05.2023.

SAMMENDRAG

Bakgrunn

Bakgrunn for valg av tema er at designet til denne studien er godt egnet til å se på sammenheng mellom styrke og spenst.

Hensikt

Hensikten med denne oppgaven var å se på første divisjons volleyballspillere og sammenhengen mellom styrke og spenst hos de utvalgte volleyballspillerne sammenlignet med tidligere litteratur.

Metode

I oppgaven ble det benyttet en kvantitativ deduktiv tilnærming da dette opplevdes som mest hensiktsmessig for denne type oppgave. Metoden brukt for gjennomførelse av forsøkene var å bruke 1080 Quantum (1080motion, Västerås, Sverige) for å måle styrke og den valide applikasjonen (Haynes et al., 2018) MyJump2 (Carlos Balsalobre, Madrid, Spania) for å måle spenst. Den utvalgte litteraturen benyttet seg av kvantitativ metode. Litteraturen ble brukt for å sammenligne resultatene presentert i artiklene, med resultatene av forsøkene i dette prosjektet.

Resultater

Funnene viser at uerfarne hoppere sammenlignet med forsøkspersonene i denne oppgaven gjennomsnittlig hadde en lavere hopphøyde. Når vi ser på resultater av hopphøyde hos forsøkspersonene sammenlignet med erfarne hoppere er resultatene varierende og inkonklusive. Når det gjaldt styrke presterte forsøkspersonene noe dårligere enn forsøkspersonene i den valgte litteraturen, men forsøkspersonene sine resultater motstridet også med noen av korrelasjonene som ble trukket.

Nøkkelord: Styrke, spenst, volleyball, CMJ, Kraft-hastighetsprofil, Hills kurve, knebøy, 1080 Quantum, MyJump2

Innhold

1.0 Innledning.....	6
1.1 Problemstilling	7
2.0 Teori	8
2.1 Teori rundt styrke og spenst	8
2.1.1 Styrke.....	8
2.1.2 Spenst	9
2.1.3 Spesifisitetsprinsippet.....	10
2.2 Teori Kraft-hastighetsprofil.....	10
2.3 Teori volleyball	12
3.0 Metode.....	14
3.1 Design.....	14
3.2 Utvalg	14
3.3 Prosedyre.....	14
3.4 Utstyr/Instrumenter	15
3.5 Analyse av data	15
3.6 Etske overveielser	16
4.0 Resultater.....	17
4.1 Resultater fra datainnsamling	17
4.2 Kraft-hastighetsprofil figur.....	18
5.0 Diskusjon.....	22
5.1 Resultatdiskusjon.....	22
5.1.1 Diskusjon rundt forsøkspersonenes resultater	22
5.1.2 Sammenligning av resultater opp mot tidligere litteratur	23
5.1.2.1 Sammenligning av styrke og kraft-hastighetsprofil.....	23
5.1.2.2 Sammenligning av spenst.....	24
5.2 Metodediskusjon	26
5.3 Utvalg	27
5.4 Skaderisiko	28
5.5 Praktiske implikasjoner og videre forskning.....	28
5.5.1 Praktiske implikasjoner	28
5.5.2 Videre forskning.....	29
6.0 Konklusjon	30
Litteraturliste	31
Vedlegg 1: Samtykkeskjema	

Forkortelser:

AS: Arm sving

CMJas: Svikthopp med fri armsving

CMJ m/a: Svikthopp med fri armsving

DJ: Drop jump (hoppe ned fra en elevert gjenstand, hvor man eksploderer i bunn av repetisjonen)

Fp: Forsøksperson

FV: Kraft-hastighet

F_0 : Teoretisk maksimal kraft

HSL: Hang, snatch, lift

M/s: Meter per sekund

N: Newton

RFD: Rate of force development

SJ: Knebøy hopp

V_0 : Teoretisk maksimal hastighet

1RM: En repetisjon maksimum

1.0 Innledning

Volleyball er en sport som startet i 1895, og er i dag en av verdens mest populære sporter (Reeser & Bahr, 2003, s. 9). I VM for herrer i 2022 var det 24 land som deltok (Volleyballworld, 2022). I Norge derimot er volleyball en liten sport sammenlignet med fotball. Norges Fotballforbund hadde rett under 300 000 aktive spillere i 2020 (Pedersen & Holm, 2020) sammenlignet med Norges Volleyballforbund som kun hadde 21 000 aktive spillere i 2022 (Lillesvangstu, 2022). For å spille tradisjonell volleyball kreves det 12 spillere, seks spillere på hver side av nettet. Netthøyden er satt til 243cm, for herrer, noe som gjør at det er en fordel å være høy, hoppe høyt eller helst både være høy og hoppe høyt.

Styrke og spenst er sentrale faktorer i volleyball, ettersom man skal kunne utøve mest mulig kraft mot bakken raskest mulig. At det er sammenheng mellom styrke og spenst er noe som allerede er fastslått gjennom tidligere litteratur (Bobbert et al., 2023, s. 8), men det som er ukjent, er spesifikt i hvilken grad det påvirker utøvelse hos volleyballspillere i Norge. I masteroppgaven til Solstad (2012) skriver han at gjennomsnitts rekkevidden (rekkevidde + hopp) til mannlige elitespillere i Norge er 325cm. Det vil da si at kravet for vertikal spenst på elitenivå vil være gjennomsnittlig 61cm i hopp med armsving (Solstad, 2012, s. 7). Dette er interessant for dette forskningsprosjektet ettersom det er 1. divisjonsspillere det ses på her, og hvordan stiller de utvalgte forsøkspersonene seg i forhold til kravet som blir satt her?

Styrke er som nevnt tidligere, en viktig faktor i volleyball, men gjerne enda viktigere er hvor fort man klarer å produsere kraft i nedre ekstremiteter. Kraften man utvikler har lite å si hvis RFD og akselerasjon ikke er til stede. Det betyr at man må kunne utvikle en kraft med slik hastighet at man løftes fra bakken.

Specifically, in the recent years, a new paradigm supports the fact that although ballistic performance such as jumping height is largely determined by maximal power output (P_{max}) that lower limbs can generate, it is also influenced by the individual combination of the underlying force and velocity mechanical outputs, known as force-velocity (F-v) profile. (Jimenez et al., 2023, s. 2)

Kraft-hastighetsprofilering kan være et verktøy for å individualisere treningsprogrammer til utøvere som ønsker bedre spenst, og Jimenez et al. (2023) konkluderer med at det er en bedre måte å lage treningsprogram til utøvere, sammenlignet med tradisjonell styrketrening (Jimenez et al., 2023, s. 10).

Sporten stiller store krav til både biomekanikken og fysiologien til utøverne (Reeser & Bahr, 2003, s. 9). Siden disse kravene er satt for å lykkes i volleyball, vil dette forskningsprosjektet se nærmere på sammenhengen mellom styrke og spenst og kraft-hastighetsprofiler hos utvalgte volleyballspillere i en lokalklubb sammenlignet med tidligere litteratur.

1.1 Problemstilling

Sammenligne styrke og spenst hos noen lokale volleyballspillere i en førstedivisjonsklubb med resultater fra tidligere litteratur

2.0 Teori

2.1 Teori rundt styrke og spenst

2.1.1 Styrke

«Med muskelkraft eller muskelstyrke menes en muskel eller muskelgruppes evne til å utvikle kraft» (Refsnes, 1996, s.4). Det finnes ulike metoder for å utvikle kraft i en viss muskel eller muskelgruppe. Eksempelvis plyometrisk trening og eksentrisk kontraksjon. Ulike idretter holder ulike krav for hvilken form for styrke som er mest aktuell. I noen idretter vil det være mest aktuelt med en eksplosiv muskelstyrke i en enkelt øvelse, mens andre idretter krever en mer utholdende muskelstyrke. Andre idretter derimot krever gjerne en kombinasjon av begge disse formene for styrke. Et eksempel på dette er volleyball. I volleyball er vertikalt hopp en sentral komponent i spillet. Dette krever at muskelgruppene evner å utvikle kraften raskt i form av eksplosiv muskelstyrke. Samtidig vil man måtte opprettholde kraften over lang tid hvis man er midt i en lang ballveksling (Refsnes, 1996, s.4).

Styrke er et bredt tema, som kan måles på ulike måter. En måte er å teste 1RM som innebærer å øke belastning til man ikke klarer vekten lengre, med hovedfokus på den muskelgruppen man ønsker å teste. Eksempler er å teste brystmuskulaturen ved å ta benkpress, fremre lår ved å ta knebøy og skuldre ved å ta militærpress. Når man ønsker å trene styrke, vil man bruke øvelser som treffer muskelgruppene man ønsker å bli sterkere i. Den minste delen av musklene våre som kan kontraheres kalles for sarkomer. Sarkomer er bygget opp av flere proteiner, men viktigst av alle er aktin og myosin (Kraemer & Vingren, 2007, s. 4).

Styrketrening kan trenes på ulike måter, for å stimulere muskulaturen på forskjellige måter. Isokinetisk trening betyr at hastigheten på bevegelsen er satt, men belastningen er ikke (Kramer & Vingren, 2007, s. 28). Dette er relevant for dette forskningsprosjektet ettersom 15cm/s repetisjonen i 1080 Quantum, er en isokinetisk repetisjon, der hastigheten er satt til 15cm/s og utøverne ble bedt om å presse alt de kunne. Andre måter å trene styrke på er eksentrisk, konsentrisk, isometrisk og plyometrisk. Eksentrisk trening betyr at muskelen holder igjen mens den forlenges, eksempelvis når man setter seg ned i en knebøy. Konsentrisk trening betyr at muskelen jobber mot belastningen for å kontraheres, for eksempel når man skal reise seg fra bunnen i en knebøy. Isometrisk styrke betyr at muskelen jobber, men den hverken forkortes eller forlenges, for eksempel det å sitte i 90° vinkel mot en vegg (Kraemer & Vingren, 2007, s. 24). Det vil stå mer om plyometrisk trening under [2.1.2](#).

2.1.2 Spenst

Newtons 3. lov sier at kraft=motkraft. Det vil si at når et objekt presses mot et objekt, presses samme kraften tilbake. For spenst vil det da si at for at en person skal kunne hoppe, vil kraften personen utvikler mot bakken også «dytte» tilbake på personen. Personen må også kunne utvikle denne kraften med en viss akselerasjon for å kunne lette fra bakken (Elmer, 1970, s. 829). Dette gjør at musklene må kontraheres raskest mulig, for å hoppe høyest mulig. Dette kalles rate of force development. «The relationship between the ability to generate muscle force rapidly defined as the rate of force development» (Turpeinen et al., 2020, s. 2). Rate of force development (RFD) er sentral i enhver eksplosiv øvelse.

“The VJ performance is determined by a complex interaction among several factors, including the maximal force developed by the musculature involved, the rate at which force can be developed, and the neuromuscular coordination of the upper- and lower-body segments” (McLellan et al., 2011). Det viser at det er flere faktorer som spiller inn i hvor godt man presterer når det kommer til vertikalt hopp. Det er sammensatt, og det er ikke nok å bare ha en faktor til stede hvis man skal prestere bra. Det viser igjen til at hvis man skal forbedre spenst må man ha et treningsprogram som inneholder forskjellige øvelser som kan styrke de ulike komponentene i utførelsen av et vertikalt hopp.

I Markovic (2007) presiseres det at spenst er en kritisk hovedkomponent i å lykkes når det kommer til atletisk prestasjon. Han viser også til at hoved valget av trening som forbedrer vertikal spenst er plyometrisk trening, og at dette også bidrar til å øke muskel styrke i beina. Statistikken i artikkelen viser til at plyometrisk trening forbedret vertikal hopp høyde med mellom 4,7-8,7%, hvor det varierte noe mellom hvilken øvelse de testet i (Markovic, 2007, s.349).

Spenst er en sentral komponent i blant annet volleyball. Idretten setter krav til spenst i det man hopper opp for å slå ballen over nettet, blokkerer motstanderen sitt slag, hvis man hopp server i starten av ett sett, og når man satser for å nå en ball. For å lykkes med å få ballen over nettet og over en eventuell blokkering fra motstander, kreves det altså en viss spenst.

I Vaverka et al. (2016) testet de effekt av armsving i CMJ hos elite volleyballspillere.

Armsvingen i vertikalt hopp er essensiell hos en volleyballspiller. Den brukes i hovedsak i serve, blokk og angrep. Armsving bevegelsen starter med at armene blir svunget så langt bak som mulig, før de ekstenderes og blir dratt frem og opp, for å hjelpe med å lette fra gulvet (Vaverka et al., 2016, s. 41). I artikkelen bestod utvalget av 18 mannlige volleyballspillere som alle spilte på elite lag i Tsjekkia. “Jump height was 38% higher with an AS than without,

which indicated that using the arms was highly effective at enhancing the jumping performance in elite volleyball players” (Vaverka et al., 2016, s. 47).

2.1.3 Spesifisitetsprinsippet

Det er som nevnt ovenfor flere måter å øke spensten på, og styrketrening spiller en stor rolle i det. Her er spesifisitetsprinsippet også gjeldende. Spesifisitetsprinsippet går ut på at man trener spesifikt til sporten man driver med, i form av at det er biomekaniske likheter mellom styrkeøvelsen og hoppeteknikken. Et eksempel kan være «quarter squats» der man kontrollerer eksentriske fasen av bøyen, går bare ned 45° og eksploderer opp. Denne øvelsen er hensiktsmessig for vertikalt hopp, ettersom man veldig sjeldent bøyer seg ned noe mer en 45°. «For training specificity, it is important to quantify the appropriate training techniques that provide similar reaction forces as these sport actions» (Cappa et al., 2011, s. 1). I Canavan et al. (1996) fant de stor likhet i kinetisk energi mellom «hang, snatch, lift» og vertikalt hopp (Canavan et al., 1996, s. 129). Kinetisk energi betyr bevegelsesenergi, altså energien man utvikler i det olympiske løftet HSL, vil være lik energien man utvikler i et vertikalt hopp. Noe som gjør det hensiktsmessig for utøvere i eksplosive sporter å trene styrke, men med bruk av spesifisitetsprinsippet.

2.2 Teori Kraft-hastighetsprofil

En kraft-hastighets profil ser på hastigheten av en repetisjon ved en viss belastning. Med kraft-hastighets profilering kan man se hvor sterke og hvor eksplosive utøvere er. Man ser at ved høy belastning vil hastigheten være lav, og vice versa med høy hastighet vil belastningen være lav. I et forskningsprosjekt gjort av Lindberg et al. (2021b), undersøkte de kraft-hastighets profilering i SJ, CMJ, sprint, 1RM knebøy, og benpress på landslagsnivå utøvere i ishockey, fotball og håndball. I starten av artikkelen nevner de hvordan “Force-velocity profiling” har fått en økende oppmerksomhet som et verktøy til å gi treningsprogrammer til utøvere (Lindberg et al., 2021b, s. 2).

I kraft-hastighets profilering kan man noenlunde regne ut hva 1RM i for eksempel knebøy er, gjennom å danne en lineær linje fra punktene i kurven, og derav lage et treningsprogram individualisert for utøverne ut ifra 1RM. I prosjektet til Lindberg et al. (2021b) skriver de også at man kan regne ut en utøvers maks hopp høyde ut ifra kraft-hastighetsprofilen. «The concept of FV-profiling is based on the fundamental properties of skeletal muscles, where there is an inverse relationship between force and velocity” (Lindberg et al., 2021a, s. 2). Lindberg (2021a) sier her hva en kraft-hastighetsprofil er basert på.

Bobbert et al. (2023) sier også hvordan den dannes. En kraft-hastighetsprofil dannes ved at resultatene fra flere hopp/repetisjoner blir plottet inn i et program. Hver repetisjon har forskjellig belastning/hastighet. Etter dataen er plottet inn, danner man en lineær linje til resultatene, og strekker ut linjen for å finne den teoretiske maksimale hastigheten (V_0) uten belastning, men også den maksimale belastningen uten hastighet (F_0) (Bobbert et al., 2023, s. 4).

Som tidligere nevnt, kan man bruke kraft-hastighetsprofilering i flere øvelser. Et eksempel på dette er Lindberg et al. (2021a) hvor de tester reliabiliteten av kraft-hastighetsprofilering hos utøvere i forskjellige øvelser som SJ, CMJ og benpress (Lindberg et al., 2021a, s. 12). I deres forskningsprosjekt viste resultatene til “[...] only the leg press showed acceptable reliability for the four FV-variables (CV: 3.7–8.3%, ICC: 0.82–0.98)” (Lindberg et al., 2021a, s. 7).

Det er flere måter å måle hopp høyde hos individer. Det kan gjøres ved kraftplattform, kraftmatte, sargent reach test eller videobasert måling av svevtid for å estimere hopp høyde. Det kan også gjøres gjennom utregning slik som Bobbert et al. (2023) forklarer her; “For every jump, the vertical displacement of the center of mass in the airborne phase is determined and used to calculate the gain in effective mechanical energy during the push-off” (Bobbert et al., 2023, s. 4). Videre forklarer de hvordan tyngdepunktet sin vertikale hastighet er lik den totale endringen fra starten av hoppet til toppen av hoppet. Slik dannet Bobbert et al. (2023) en prikk på kraft-hastighetsprofilen. Dette gjorde de for alle hoppene brukt i forskningsprosjektet, og her også stipulerte de en linje for å kunne si noe om teoretisk maksimal hastighet ved null belastning og vice versa.

Ifølge Bobbert et al. (2023) manipulerer man hverken kraft eller hastighet, men man manipulerer belastning i en kraft-hastighetsprofilering (Bobbert et al., 2023, s.7). På lik linje som det er flere måter å måle hopp høyde, er det også flere måter å få ut en kraft-hastighetsprofil. Bobbert et al. (2023) manipulerte belastning med hvert hopp, men slik som ved bruk av 1080 Quantum kan man manipulere hastighet, og se hvilken kraft man utvikler ved den satte hastigheten. Slik som 15cm/s repetisjonen i dette forskningsprosjektet. Andre måter å få en kraft-hastighetsprofil på, er ved bruk av kraftplattform, eller bruk av «linear position transducer encoder» som festes til løftestangen (Lindberg et al., 2021a, s. 5). Med bruk av disse instrumentene får man data ved hver repetisjon, og med variabler i enten kraft eller hastighet, vil man kunne lage en kraft-hastighetsprofil.

Forholdet mellom kraft og hastighet er koblet direkte til koblingen mellom myosin og aktin filamentene i muskulaturen vår (Bobbert et al., 2023, s. 7). Aktin og myosinfilamenter er to typer filamenter som er ansvarlige for kontraksjonen av muskulatur i kroppen. Begge filament typene er en type protein (Miland, 2022). Yamauchi og Ichii (2007) skriver at kraft-hastighet og maksimale isometriske styrken i nedre ekstremitetene er direkte tilknyttet muskelfiber typer og vertikale hopp egenskaper hos individer (Yamauchi & Ichii, 2007, s. 1).

2.3 Teori volleyball

Volleyball er en utholdende sport i form av at man har «working period» der man kjemper om et poeng og «resting period» der man venter på at neste person skal serve, eller at man venter på et angrep mot seg (Reeser & Bahr, 2003, s. 11). Dette gjør at volleyball stiller krav til å raskt restituere mellom poeng og sett, altså et høyt krav til aerob ytelse. Det er en sport som stiller høye krav til presisjon, eksplosivitet og samarbeid mellom hver enkelt spiller. « [...] volleyball traditionally has been described as a high power, predominantly anaerobic sport» (Reeser & Bahr, 2003, s. 11). Det er en anaerob sport fordi det som sagt krever eksplosivitet, men det er også en aerob sport. Dette er fordi det krever utholdenhet i form av at det er et spill som varer over en gitt tid, ikke bare en enkelt øvelse som kun krever maksimal ytelse i det konkrete øyeblikket. «A sound anaerobic system that is grounded in a solid aerobic fitness base is therefore critical to the success of the modern volleyball athlete» (Reeser & Bahr, 2003, s. 16).

Det er i likhet med mange andre idretter et utvalg av skader som dominerer i sporten.

Studier har kommet frem til at forstuet ankel er den vanligste skaden man ser i volleyball, og det vises også til at det var en gjentakende skade for 78% av dem (Bahr & Bahr, 1997, s.166). I Bahr et al. (1997) kom de frem til at det var « $1,7 \pm 0.2$ acute injuries per 1000 player hours in volleyball» (Bahr & Bahr, 1997, s.169). De konkluderte med at forstuede ankler utgjorde halvparten av disse skadene og at det å forstue ankelen utgjorde en risikofaktor for å kunne forstue den på nytt igjen.

En annen studie bekrefter mye av dette og viser til at de vanligste volleyball skadene er; «ankle sprains, patellar tendinopathy, and shoulder overuse» (Reeser et al., 2006, s.594).

Patellar tendinopati/ «jumper's knee» affekterte rundt 50% av mannlige volleyballspillere, og oppstod ofte i fasen hvor man går fra «junior» til «senior» spiller, da intensiteten av treningen ofte økte for brått (Reeser et al., 2006, s.597).

Som nevnt tidligere var overbelastning av skuldre også en av de vanligste skadene innenfor denne idretten. Faktisk er den såpass vanlig at den står for «8–20% of all volleyball injuries» (Reeser et al., 2006, s.597). Det ble anbefalt at man bør gjøre eksentrisk motstandstrening med fokus på skulderledd, året rundt, for å vedlikeholde styrke og funksjon i muskler og ledd for å unngå denne type skade (Reeser et al., 2006, s.598).

3.0 Metode

3.1 Design

Dette forskningsprosjektet har brukt en kvantitativ deduktiv tilnærming.

3.2 Utvalg

Utvalget var et bekvemmelighetsutvalg, det vil si at forskningsprosjektet hadde tilgang til et spesifikt nivå av volleyballspillere i Norge. Utvalget bestod av 4 mannlige volleyballspillere fra samme lag i første divisjon. Forsøkspersonene måtte oppgi vekt for beregning av hopp høyde, men dette er utelatt i oppgaven med hensyn til personvern.

3.3 Prosedyre

Dette forskningsprosjektet målte styrke og spenst hos noen utvalgte førstedivisjons volleyballspillere. Dette ble gjort ved bruk av 1080 Quantum (se 3.4) for å måle styrke og den valide applikasjonen (Haynes et al., 2018) MyJump2 (se 3.4) for å måle spenst. Forsøkspersonene fikk utdelt informasjonsskriv der all informasjon rundt forskningsprosjektet ble presentert (se vedlegg 1).

For å teste styrke skulle forsøkspersonene gjennomgå 10 repetisjoner av knebøy på 1080 Quantum, hvorav 8 av de 10 repetisjonene hadde en økende belastning på 14 kg per sett. Laveste belastning var på 36kg og høyeste belastning var på 134kg. De to siste repetisjonene besto av en «time under tension»-repetisjon, der stangen gikk maksimalt 15cm/s i den konsentriske fasen og en «eccentric boost» repetisjon, der forsøkspersonene ble presset ned med 138kg i 2 sekunder. På de to siste repetisjonene var fokus på hvor mye kraft de utviklet. Gjennomsnittskraft ble målt av 1080 Quantum. I de 8 første repetisjonene ble dataen oppgitt i m/s, og målet var å løfte stangen raskest mulig. Dybden på repetisjonene var satt med en fysisk blokada på maskinen, der de skulle senke seg kontrollert ned til blokaden, for og så eksplodere opp. Det er viktig å nevne at forsøkspersonene ble informert om at de skulle gi maksimal innsats i hver eneste repetisjon.

For å teste spenst skulle forsøkspersonene gjennomgå totalt 6 repetisjoner av Counter-movement jump (CMJ), der 3 av hoppene skulle være med hendene låst på hofta, og de 3 siste skulle være med fri armsving. Her ble hopp høyde målt med appen MyJump2.

3.4 Utstyr/Instrumenter

Av utstyr ble 1080 Quantum og MyJump2 benyttet.

1080 Quantum (1080motion, Västerås, Sverige) er en type smith maskin der man kan sette en valgt belastning gjennom programmet deres (Version: 5.7.16.0). En metalltråd ble festet loddrett opp rundt løftestangen. Maskinen har da en grunn belastning på 36kg. «1080 Quantum is the only system of its kind where both speed and resistance can be instantly and dynamically controlled within a single repetition” (1080motion, u.å.).

MyJump2 (Carlos Balsalobre, Madrid, Spania) er en applikasjon (v. 6.1.7) som måler hopphøyde gjennom svevtid. Applikasjonen stiller krav til at man må kunne nøye velge momentet utøveren letter fra bakken og lander. Applikasjonen spør deretter om utøverens kroppsvekt i kg, og gjennom denne informasjonen måler den hopphøyde. Applikasjonen er blitt testet flere ganger på både reliabilitet og validitet. I forsøket til Rogers et al. (2019) konkluderte de med at «There were *extremely high* agreements between the force platform and MyJump2 for assessing jump height in the CMJ [...] meaning outcomes estimated from *MyJump2* had no predisposition to overestimate or underestimate jump performance” (Rogers et al., 2019, s.72). Haynes et al. (2018) testet også validiteten og reliabiliteten til MyJump2 ved testing av DJ, CMJ, SJ. «Furthermore, near perfect agreement was seen in measures of jump height (ICC = 0.96; 95% CI: 0.96-0.99; P < 0.001)” (Haynes et al., 2018, s. 7). Resultatene viser til en ICC – Intra class correlation verdi på 0.96 og en P-verdi under 0.001. Den lave P-verdien her sier at det er usannsynlig at det ikke er sammenheng mellom applikasjonen og kraft plattform, og når ICC verdien er høy, er reliabiliteten sterk.

3.5 Analyse av data

All data for å lage kraft-hastighetsprofil kom fra å se på gjennomsnitts hastigheten i den konsentriske fasen ved hver belastning i knebøy. Gjennomsnitts hastighet på repetisjonene ble plottet inn i Excel (Microsoft Office 365, v. 2303) etter hver repetisjon. Det samme gjaldt dataen fra MyJump2.

Kraft-hastighets variabler ble uthentet fra 1080motion (v. 5.7.16.0). Dataen blir hentet med «sample rate» av 333Hz. Dataen ble deretter analysert og plottet inn i et punktdiagram. Lineær linje ble formet i Excel for å vise til en lineær nedgang i hastighet ved økt belastning. Formelen for en lineær modell ble funnet ved å åpne innstillinger på diagrammet, og deretter vis formel.

Hoppøyde ble oppgitt i cm i applikasjonen MyJump2 (v. 6.1.7). MyJump2 applikasjon bruker formelen «Hoppøyde=Svevtid/Bakkekontakt tid» (Haynes et al., 2018, s. 7). Gjennomsnittets hoppøyde for hver forsøksperson ble regnet ut i Excel.

3.6 Etiske overveielser

I prosessen med å samle inn data til denne oppgaven var det visse etiske overveielser som måtte tas. Dette var spesielt viktig da oppgaven krevde fysisk deltakelse av forsøkspersoner, som da måtte få informasjon om oppgaven og hva det innebar. For å ivareta dette ble det skrevet et informasjonsskriv med spørsmål om deltakelse i prosjektet, hvor det ble forklart formålet med oppgaven, ansvarlig for prosjektet og hvilke krav oppgaven stilte til dem som forsøkspersoner. Dette gir forsøkspersonen en innsikt og forståelse i omfanget av oppgaven.

Det ble også informert om i skrivet at det var frivillig for forsøkspersonene å delta og at samtykket kunne trekkes tilbake når som helst underveis, uten at de måtte oppgi grunnlag for det. Det ble også informert om at et eventuelt fratrekk av samtykke ikke ville ha noen negative konsekvenser for forsøkspersonen i etterkant.

Det ble gjort etiske overveielser i forhold til behandling av personvern hvor det ble informert om at alle personopplysninger ville bli slettet dersom forsøkspersonen trakk seg fra prosjektet. Det ble beskrevet hva personopplysningene ble brukt til og hvem som hadde tilgang til disse opplysningene. For å sikre konfidensialitet ble også dataen til forsøkspersonene anonymisert ved at de fikk tildelt hver sitt tall istedenfor navn. Det ble også informert om hva som ville skje med personopplysningene i etterkant av endt prosjekt. Skrivet inneholdt en opprømsing av forsøkspersonenes rettigheter i forhold til oppgaven.

Skrivet avsluttes med kontaktinformasjon til personvernombudet på Universitetet i Stavanger, og kontaktinformasjon til bachelor veilederen, dersom forsøkspersonene hadde flere spørsmål.

Det som også var aktuelt å tenke på av etiske overveielser var dette med risiko for skader under testing. I og med at prosjektet tester maksimal hastighet og setter store krav til styrke og eksplosivitet er det en risiko for å pådra seg skader underveis. Derfor ble forsøkspersonene muntlig informert om mulige risikoer ved gjennomførelse av testingen, før gjennomførelse av øvelsene, og måtte samtykke til gjennomførelsen.

4.0 Resultater

4.1 Resultater fra datainnsamling

Resultatene etter test av metode viser til hastighet på knebøy med økende belastning og counter-movement jump. Hopp høyde viser til en trend, der hopp høyden økte for hver repetisjon, med noen unntak. Forsøkspersonene viser også til høyere hopp høyde med armsving sammenlignet med uten armsving.

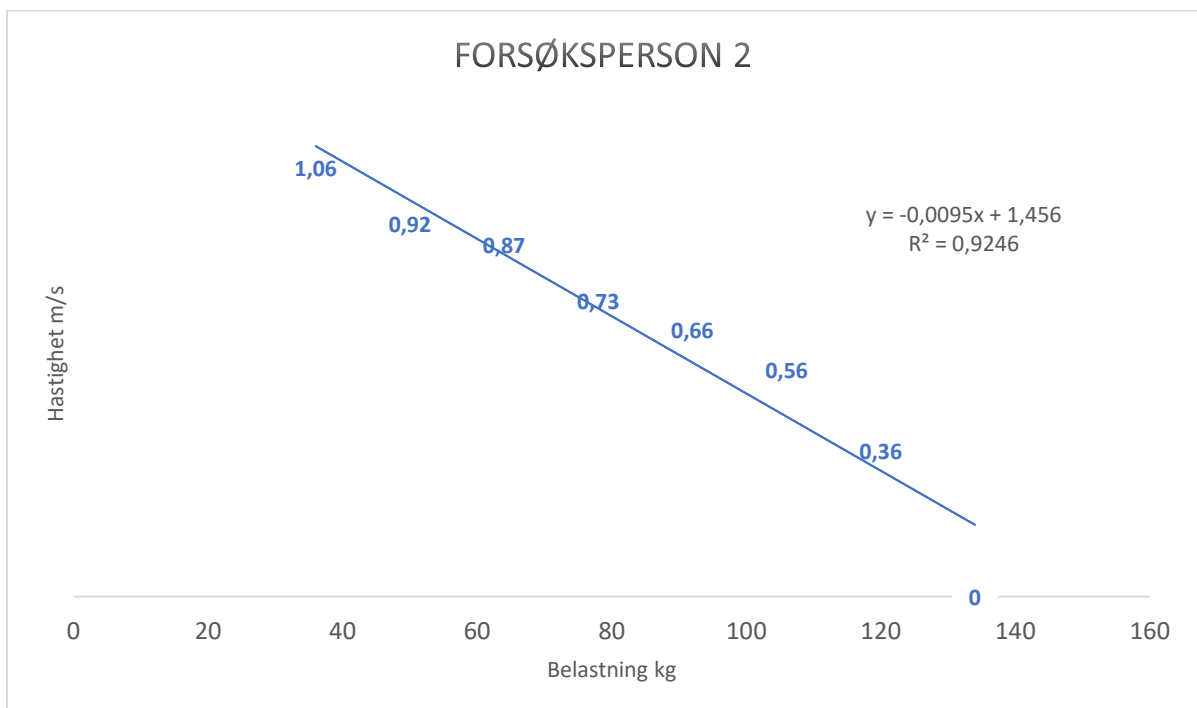
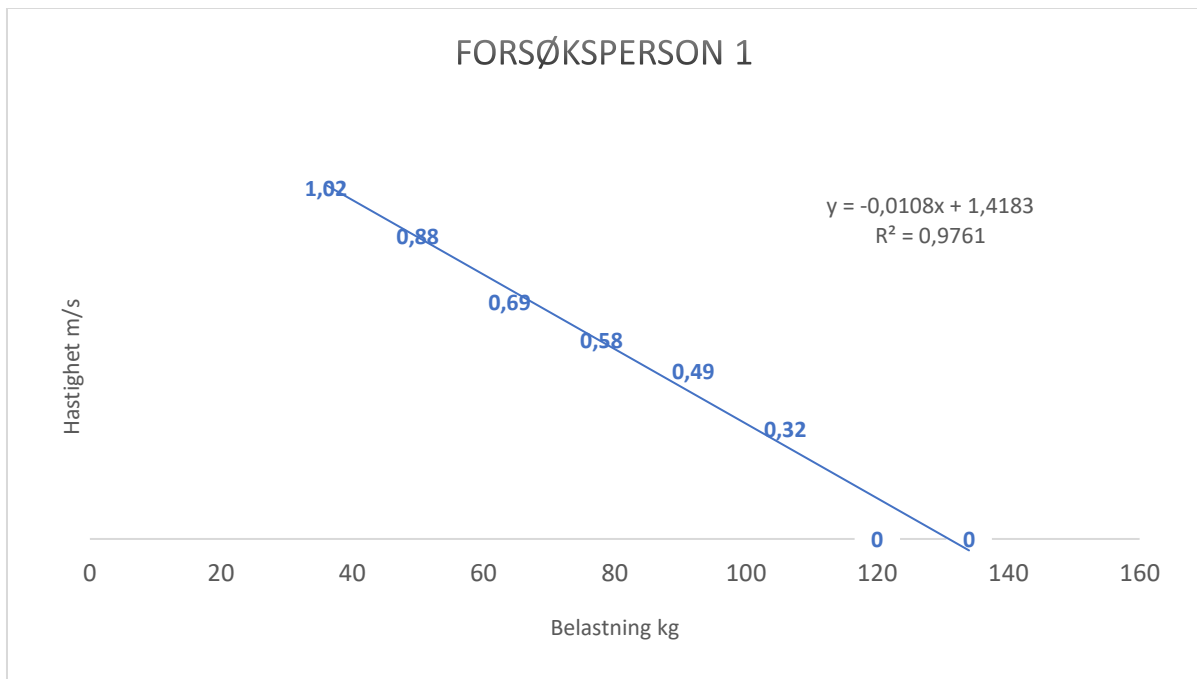
Tabell 1.

Fp/ Belastning	36kg	50kg	64kg	78kg	92kg	106kg	120kg	134kg	15 cm/s kons	Eccentric boost
Nr.1	1,02m/s	0,88 m/s	0,69 m/s	0,58 m/s	0,49 m/s	0,32 m/s	-	-	1228N	867N
Nr.2	1,06 m/s	0,92 m/s	0,87 m/s	0,73 m/s	0,66 m/s	0,56 m/s	0,36 m/s	-	1191N	850N
Nr.3	0,81 m/s	0,95 m/s	0,82 m/s	0,73 m/s	0,57 m/s	0,65 m/s	0,47 m/s	0,47 m/s	1703N	820N
Nr.4	1,06 m/s	0,87 m/s	0,85 m/s	0,77 m/s	0,68 m/s	0,57 m/s	-	-	1770N	1348N
Fp/ Hopp høyde	CMJ	CMJ	CMJ	CMJ m/a	CMJ m/a	CMJ m/a				
Nr.1	36,98 cm	40,43 cm	36,42 cm	37,55 cm	41,01 cm	39,84 cm				
Nr.2	48,41 cm	50,36 cm	47,14 cm	56,35 cm	55,66 cm	57,12 cm				
Nr.3	44,58 cm	45,88 cm	45,19 cm	47,14 cm	50,29 cm	51,61 cm				
Nr.4	38,11 cm	41,61 cm	40,37 cm	46,51 cm	44,64 cm	46,51 cm				

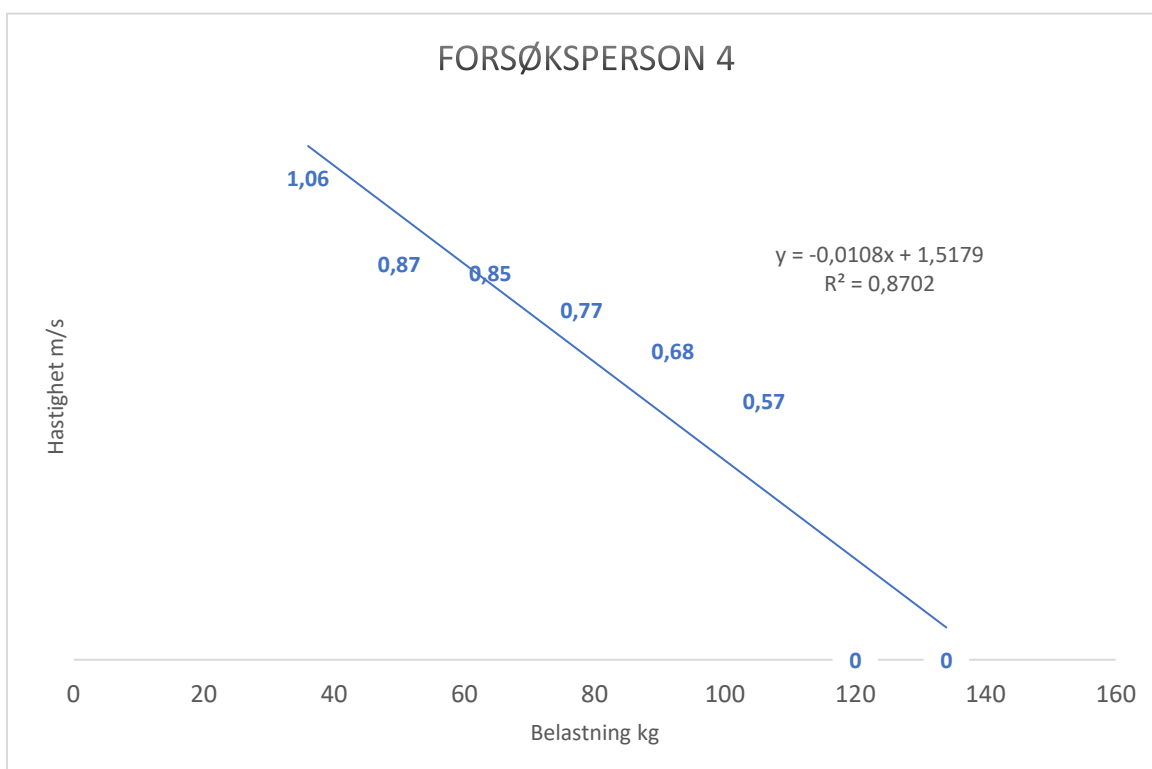
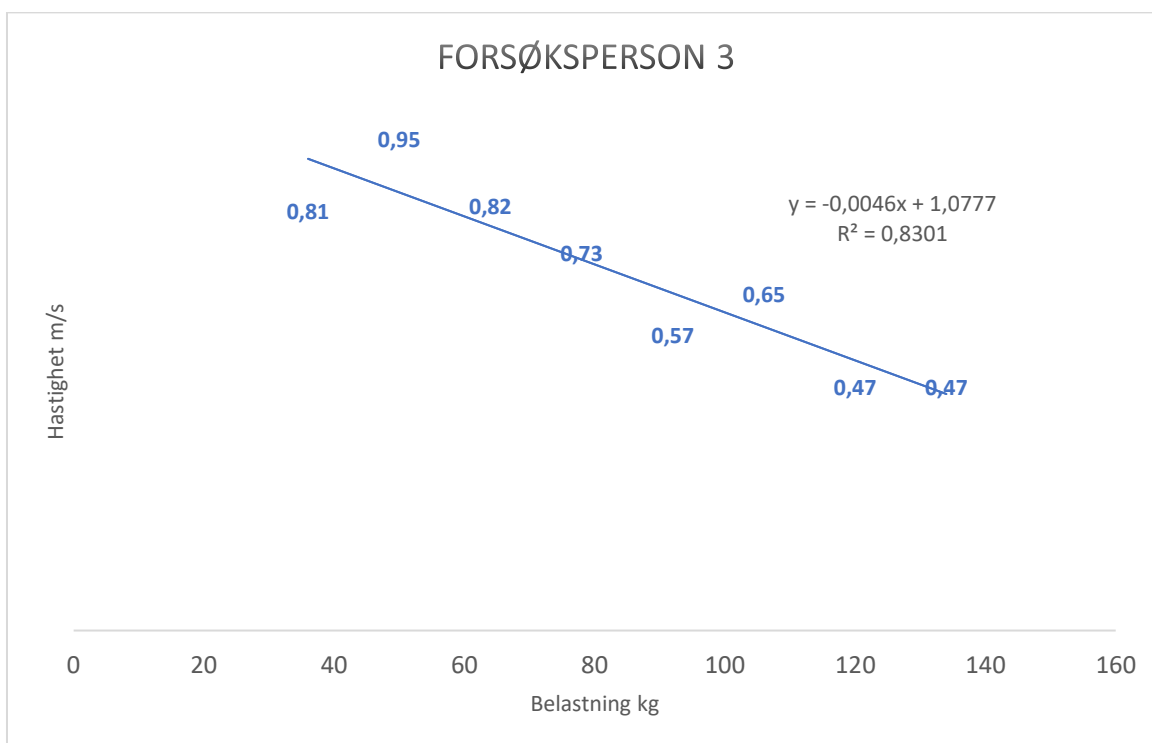
4.2 Kraft-hastighetsprofil figur

Kraft-hastighetsprofilene hos forsøkspersonene viser hvordan hastigheten synker, samtidig som belastningen økes. Figurene er noenlunde like, men forsøksperson 3 skiller seg ut, ettersom hastigheten på repetisjonene holdt seg gjennom alle repetisjonene.

Figur 1 og 2.

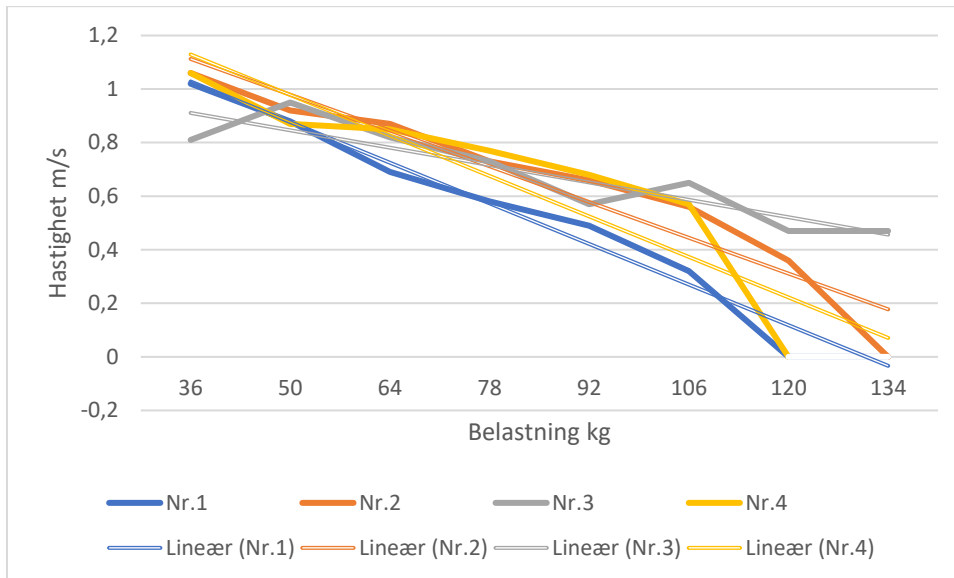


Figur 3 og 4.



Figur 5 viser en sammenligning av differansen på kraft-hastighetsprofilene til forsøkspersonene.

Figur 5.



I tabell 2 ser man gjennomsnittshastigheten på knebøy repetisjonene til forsøkspersonene. I tabell 3 ser man gjennomsnittshopp høyde i cm til forsøkspersonene.

Tabell 2.

Gjennomsnitt: Hastighet knebøy ved hver belastning (oppgitt i m/s)	
36kg	0,99
50kg	0,91
64kg	0,81
78kg	0,7
92kg	0,6
106kg	0,53
120kg	0,21
134kg	0,12

Forsøksperson 3 har høyest gjennomsnittshastighet på knebøy repetisjonene sine, og forsøksperson 2 har høyest gjennomsnittshopp høyde på repetisjonene sine.

Tabell 3.

Gjennomsnitt: Hopp høyde CMJ og CMJ m/a (oppsett i cm)		
Forsøksperson 1	37,94	39,47
Forsøksperson 2	48,64	56,38
Forsøksperson 3	45,22	49,68
Forsøksperson 4	40,03	45,89

Tabell 4.

Gjennomsnittshopp høyde for alle fp. (cm)	
CMJ	42,96
CMJ m/a	47,85

5.0 Diskusjon

5.1 Resultatdiskusjon

5.1.1 Diskusjon rundt forsøkspersonenes resultater

Det som er interessant å se på i dette forskningsprosjektet er forskjellen mellom styrke og spenst, og hvordan dette forholdet påvirker hastigheten av repetisjonene i knebøy, og hvordan hastigheten på knebøy repetisjonene spiller en rolle i hvor høyt en hopper. På den ene siden ser man at forsøksperson 4 utvikler enormt mye mer kraft i «eccentric boost» repetisjonen, og utvikler en kraft på 1348N, tilsvarende 137,4kg. Likevel klarte ikke personen å presse hverken 120kg eller 134kg konsentrisk. På den andre siden kan vi se på forsøksperson 3, som utvikler en kraft på 820N, tilsvarende 83,5kg i «eccentric boost» repetisjonen, men presser 134kg konsentrisk med en hastighet på 0,47m/s. På en side er dette kontraintuitivt, ettersom personen utvikler mindre kraft eksentrisk sammenlignet med konsentrisk. På den andre siden, hvis man ser på forsøksperson 4, gir det mening, ettersom Hills Kurve tilsier at man er sterkere eksentrisk enn konsentrisk (Abbot & Wilkie, 1953, s. 1). Kraft hastighetsprofilene er et praktisk eksempel på Hills Kurve, der Y-aksen er satt til hastighet, og X-aksen er satt til belastning. Grunnen til dette er fordi det gir en god forståelse av hvordan hastigheten på repetisjonene synker etter hvert som belastningen øker.

Forsøksperson 4 skilte seg ut fra de tre andre med at han presset enormt mye mer i **både** 15cm/s konsentrisk og eccentric boost repetisjonene. På eccentric boost repetisjonen, lå fp 1, 2 og 3 på rundt 800N. Det er flere grunner til at de kan ha utført denne repetisjonen dårligere enn de andre, men som nevnt tidligere, fikk alle klar beskjed om at de skulle gi maksimal innsats. Fp 4 presset med en kraft på 1348N, godt over 500N mer enn de andre. Til tross for dette skilte ikke fp 4 seg ut fra resten når det kom til hopphøyde.

I tabell 1 ser man at forsøksperson 1 og 4 ikke klarte repetisjonene med 120kg og 134 kg. Siden det ikke er gjort noe signifikans test er det vanskelig å si noe om det er en signifikant forskjell mellom forsøkspersonene. Som det vises i tabell 1 presset forsøksperson 3 120kg og 134kg med samme hastighet, sammenlignet med de andre forsøkspersonene som ikke klarte gjennomføre løftet. Her ser man klart at forsøksperson 3 er den sterkeste og mest eksplosive i knebøy av forsøkspersonene. Derimot er det ikke forsøksperson 3 som hopper høyest i CMJ hverken med eller uten armsving. Som nevnt tidligere, ser man også at forsøksperson 1 holder lavest hastighet i gjennomsnitt, med unntak av en repetisjon. Ellers, ser man at resultatene til

forsøksperson 2 og 4 holder seg noenlunde like gjennom alle repetisjonene, frem til repetisjonen med en belastning på 120kg.

Hvis man kun ser på resultatene fra styrken kunne man konkludert med at forsøksperson 3 er den som hopper høyest. Etersom hastigheten på de tunge knebøy repetisjonene er høyere sammenlignet med de andre forsøkspersonene. Når man sammenligner data for knebøy og CMJ i tabell 1 for fp 3, ser man at dette ikke stemmer. Gjennomsnitts hopp høyde til forsøksperson 3 kom på 47,4cm, mens gjennomsnitts hopp høyde til forsøksperson 2 kom på 52,5cm. 5cm i forskjell på hopp høyde i gjennomsnitt kan utgjøre en enorm forskjell i kamp. For å holde forsøket anonymt, er hverken fp høyde eller armlengde oppgitt. 5cm i forskjell på hopp høyde, kan være forskjellen på blokk, blokk touch eller det å slå ballen over blokken i volleyball. Erfaringsmessig er blokk reach lavere i cm sammenlignet med spike reach. Hvis man bestemmer at begge forsøkspersonene er like høye, og har like lange armer, vil den som har 5cm ekstra i hopp høyde vinne mesteparten av duellene, enten det er blokk eller angrep.

5.1.2 Sammenligning av resultater opp mot tidligere litteratur

5.1.2.1 Sammenligning av styrke og kraft-hastighetsprofil

For å sammenligne resultatene fra dette forskningsprosjektet med Lindberg et al. (2021a) sitt, ser man som nevnt tidligere at CMJ hastighet i forskningsprosjektet til Lindberg et al. (2021a) er opp imot 4m/s, mens benpress er på rett over 2m/s ved null kraft. Ben press og knebøy er relativt like øvelser, som begge bruker mye av den samme muskulaturen. Man kan derfor sammenligne resultatene fra dette forskningsprosjektet med Lindberg et al. (2021a) sin kraft hastighetsprofil (Lindberg et al., 2021a, fig. 4). Kraft-hastighetsprofilen i Lindberg et al. (2021a) viser til en stipulert lineær linje, ikke ved hver repetisjon. I tillegg er kraft satt på Y-aksen mens hastighet er satt på X-aksen, motsatt av dette forskningsprosjektet. For å gjøre det lettere å sammenligne, utelukkes kraft over 2000N, ettersom ingen av forsøkspersonene i dette forskningsprosjektet presser over 2000N. Hvis man ser på hastigheten 1m/s, ligger kraften noenlunde rundt 1600-1700N. Sammenlignet med forsøkspersonene i dette forskningsprosjektet, som ved 1m/s er på 36kg, tilsvarende 353N. På en side kan dette skyldes at Lindberg et al. (2021a) hadde flere forsøkspersoner, fra håndball og is hockey, som er kontaktsporter og derfor krever en del styrke. På den andre siden var forsøket gjort med keisers benpress maskin, altså at de slipper tyngdekraften.

Hvis man ser på hastighet rundt 15cm/s, ser man at gjennomsnittskraften til forsøkspersonene i Lindberg et al. (2021a) sitt forsøk er rundt 3000N. Igjen, er dette uten tyngdekraft, og uten at

de må holde igjen på den eksentriske fasen av løftet, slik som i knebøy. Noe som betyr at de kan yte fullt fra første sekund av repetisjonene.

Light (2019) utførte et forskningsprosjekt der han testet kraft-hastighet karakteristikk hos unge mannlige studenter, med tidligere historikk med belastnings trening. Målet hans var å finne ut om kraft-hastighet hadde en påvirkning på 1RM hos disse mennene.

«These results indicate that load-velocity characteristics of the back squat cannot necessarily be positively related to strength level in the movement [...]» (Light, 2019, s. 3). Light (2019) kunne ikke konkludere med at høy hastighet på knebøy korrelerte med tung 1RM. Dette er interessant for dette forskningsprosjektet, ettersom at hvis man kun ser på forsøksperson 3 så kunne man ha konkludert med det motsatte. Igjen, viser forsøksperson 4 til noe annet, nettopp fordi han presset langt over de andre i eccentric boost repetisjonen. Eccentric boost repetisjonen fungerer slik at man blir presset ned med den belastningen som er satt. Hvis man presser mer enn den belastningen som er satt, vil eccentric boost repetisjonen avslutte, på samme måte som den ikke vil avslutte før den fysiske blokaden hvis man ikke presser mer enn belastningen satt. Forsøksperson 4. fikk presset 1348N, og her valgte maskinen å avslutte repetisjonen. Dette var interessant for forsøket, ettersom han ikke klarte presse hverken 120kg eller 134kg konsentrisk. Forsøksperson 3 og 4 skilte seg også ut i den 15cm/s konsentriske repetisjonen, der de begge to presset over 1700N. Ifølge Light (2019) sin konklusjon ville forsøksperson 4 kanskje passe bedre, mens resultatene til forsøksperson 3 motstrider det Light (2019) kom frem til.

5.1.2.2 Sammenligning av spenst

Gjennomsnitts hopp høyde på de 4 forsøkspersonene lå på 45,4cm. Der fp 1 og 4 lå under gjennomsnittet og fp 2 og 3 lå over. Som nevnt ovenfor, lagde Prue et al. (2009) et forskningsprosjekt der de så på en gruppe med erfarne utøvere og en gruppe uerfarne utøvere, samtidig som de utførte en longitudinell studie på uerfarne hoppere. I begge studiene så de på effekten av trening på CMJ. Gjennomsnitts høyde på CMJ til de erfarne utøverne lå på 58cm (Prue et al., 2009, s. 182). Hvis vi sammenligner de erfarne utøverne med utøverne i dette forskningsprosjektet, er gjennomsnittet mye høyere hos Prue et al. (2009) sine forsøkspersoner. Det er kun fp 2 som er noenlunde lik i hopp høyde som disse. Dette kan skyldes at Prue et al. (2009) sine erfarne utøvere, drev med amerikansk fotball eller friidrett, sammenlignet med dette forskningsprosjektet der det er fire førstedivisjons volleyballspillere. De uerfarne hopperne viste til en gjennomsnitts hopp høyde på 43cm (Prue et al., 2009, s.182). Dataen til Prue et al. (2009) viser til at de uerfarne hopperne kun har 2cm lavere

gjennomsnittets hopphøyde sammenlignet med forsøkspersonene i dette forskningsprosjektet, til tross for at forsøkspersonene er volleyballspillere. Resultatene fra den longitudinelle studien viser til enda større forskjeller mellom uerfarne hoppere og volleyballspillerne i dette forskningsprosjektet. Etter en 12 ukers treningsperiode, viste de uerfarne hopperne seg å ha en gjennomsnittets hopphøyde på 52cm. Hvis man sammenligner resultatene til Prue et al. (2009), med resultatene til en norsk studie gjort av Lindberg et al. (2021a) finner man store forskjeller i resultatene. Det var 82 forsøkspersoner i Lindberg et al. (2021a) sitt forskningsprosjekt, og gjennomsnittets hopphøyde i CMJ var 38cm. Forsøkspersonene varierte fra internasjonalt nivå til regionalt nivå, med stor variasjon i hvilken idrett de drev med, derav volleyball. Allikevel var gjennomsnittets hopphøyde i CMJ lavere sammenlignet med denne studien. Dette kan ha noe med antall forsøkspersoner, ettersom det var 82 forsøkspersoner i Lindberg et al. (2021a), sammenlignet med dette forskningsprosjektet der det bare var 4 forsøkspersoner.

I Solstad (2012) testet han volleyballspillere, både kvinner og menn, fra ulike lag fra 4. til 1. divisjon, i blant annet i CMJ og CMJas. Disse resultatene vil være sammenlignbare med resultatene fra denne oppgaven fordi det er utøvere innen samme idrett, som mest sannsynlig vil ha flere like egenskaper. Forskjellen her er nivå forskjell i divisjoner og at Solstad (2012) har blandet kvinner og menn i sine forsøksgrupper. I dette avsnittet henvises det til gruppen MST når det står gruppe 1, og MST+EST som gruppe 2. Når man sammenligner Solstad (2012) sin oppgave med denne oppgaven, vil det være mest aktuelt å sammenligne pre treningsresultatene istedenfor post resultatene. Dette er fordi forsøkspersonene i denne oppgaven ikke ble testet for å se forbedring av spenst gjennom å utføre ulike styrketreningsprogram, men heller hvilket utgangspunkt de hadde generelt. Når det gjaldt CMJ resultater i Solstad (2012) var gjennomsnittresultatet i den første gruppen 33,8cm og 33,1cm i den andre gruppen (Solstad, 2012, s.32). Sammenlignet med denne studien der gjennomsnittets hopphøyde var på 42,96 cm. Dette utgjør en forskjell på omtrent 9,5 cm.

Forsøkspersonene i Solstad (2012) hadde også et gjennomsnittresultat i CMJas på 41,1 cm i gruppe 1 og 37,7 cm i gruppe 2, sammenlignet med denne oppgaven hvor gjennomsnittet var 47,85 cm (Solstad, 2012, s.32). Igjen utgjør det en forskjell på 8,45 cm. Det vil si at når vi sammenligner spenst hos lokale volleyballspillere i en førstedivisjonsklubb i denne oppgaven, med resultatene fra Solstad (2012) kan vi se at forsøkspersonene i denne oppgaven gjennomsnittlig har en bedre spenst. Til tross for dette må man også ha i baktanke at forsøkspersonene i denne oppgaven utgjør et mindre antall forsøkspersoner enn i Solstad (2012), som kan gi et unøyaktig bilde på den reelle gjennomsnittsspensten hos

forsøkspersonene. Det er heller ikke tatt i betraktning kjønnsforskjeller og divisjonsforskjeller.

Volleyball, amerikansk fotball, friidrett (kule, sprint og diskos for å nevne noen) er alle eksplosive idretter der det er et stort krav om å produsere mye kraft raskest mulig. Nuzzo et al. (2008) testet friidrettsutøvere og amerikanske fotballspillere i 1RM knebøy og CMJ. I studien ser de korrelasjon mellom hopp høyde, peak velocity, peak power og peak force i CMJ. Størst korrelasjon fant de mellom maksimal hopp høyde og peak velocity, altså den høyeste hastigheten gjennom hele CMJ bevegelsen (Nuzzo et al., 2008, s. 703). I dette forskningsprosjektet ser man gjennomsnittshastigheten i knebøy ved gitte belastninger. Ved de gitte belastningene kunne man valgt å se på peak velocity, altså maksimal hastighet gjennom bevegelsen. Men etter testing av metode i forkant av test dag, ble det bestemt at det var mer hensiktsmessig å se på gjennomsnittshastigheten gjennom hele bevegelsen. Dette var fordi at det ble observert at man i siste delen av knebøy repetisjonen, skjøt opp i en hastighet mye større sammenlignet med hastigheten dypere i repetisjonen. Noe som kan gi falsk fremstilling av resultatene, som videre ville gitt en falsk fremstilling av kraft-hastighetsprofilene.

5.2 Metodediskusjon

Som nevnt tidligere i oppgaven ble 1080 Quantum og MyJump2 brukt for å måle styrke og spenst. I dette forskningsprosjektet ble det bestemt å bruke disse instrumentene fordi det finnes lite tidligere forskning gjort med akkurat disse. Til tross for dette er det flere instrumenter som kunne ha blitt benyttet. Eksempler på dette kan være kraftplattform, både for styrke og spenst delen, men også Keisers benpress kan brukes for å måle styrke. Det er diskutert om 1080 Quantum er den beste måten å teste maksimal styrke. Det som kunne blitt gjort i stedet, var å teste 1RM i vanlig knebøy. I artikkelen til Zghal et al. (2015) skriver de om hvordan utmattelse påvirker trening hos atleter. Her skriver de «The decline of the maximal voluntary force potentially involves processes at all levels of the motor pathway from the brain to the skeletal muscle» (Zghal et al., 2015, s. 2). Dette sier noe om hvor utmattelsen kommer fra, og hvorfor. Dette kan forklare hvorfor 1RM knebøy ikke ble benyttet i forskningsprosjektet. Problemet med 1RM knebøy er at det stiller krav til tidligere erfaring innen styrkeløft, både for at nervesystemet til personen skal være klar for belastningen, men også for at teknikken skal være innarbeidet for å sikre at forsøkspersonene klarer å presse med alt de har. Dette er en av grunnene til at 1080 Quantum falt som et bedre valg, fordi det setter mindre krav til teknikk, ettersom at stangen er ankret fast til stativet. Det krever også mindre

bruk av støttemuskulatur og balanse, og igjen setter mindre krav til forsøkspersonen. I et forskningsprosjekt av Prue et al. (2009) så de på kraft-hastighetsprofiler i CMJ hos erfarne og uerfarne utøvere, sammenlignet med dette forskningsprosjektet der kraft-hastighetsprofilene er til knebøy i smith maskin. Hadde kraft plattform blitt benyttet i stedet for MyJump2 applikasjonen kunne noenlunde like profiler blitt laget. Dette hadde vært hensiktsmessig for å vite hvor mye kraft utøverne utviklet i CMJ og denne dataen kunne blitt sammenlignet med kraften de utviklet i knebøy. I forskningsprosjektet til Lindberg et al. (2021a) brukte de kraft-hastighetsprofil for å demonstrere resultatene deres der de dannet flere ulike linjer, som representerte øvelsene de hadde benyttet seg av. Squat Jump, Counter-movement jump og benpress var de stipulerte linjene. I benpress ser man at kraft utviklet er større sammenlignet med SJ og CMJ, men også hastighet er lavere. Sammenlignet med CMJ, der den totale kraften er lavere enn både SJ og benpress, men hastigheten ved lav belastning er derimot mye større. Opp imot 4 m/s, sammenlignet med benpress på rett over 2 m/s og SJ på 2,5 m/s (Lindberg et al., 2021a, s. 12).

I Ziv og Lidor (2010) beskriver de korrelasjonen mellom isometrisk styrke og VJ. « It was suggested that this correlation may show that the development of muscular strength could be of importance for explosive-type jumping performance» (Ziv & Lidor, 2010, s. 334). På en side kunne det vært hensiktsmessig å teste maksimal isometrisk styrke og sammenligne resultatene til forsøkspersonene med maksimal hopphøyde, og deretter sett på korrelasjon. På den andre siden er isometriske øvelser og dynamiske øvelser såpass forskjellige i form av biomekanikken og vinkelen på leddene (spesifisitetsprinsippet), at det er mer hensiktsmessig å bruke øvelser som ellers deler de biomekaniske kravene som stilles av vertikalt hopp (Thomas et al., 2015, s. 2177).

5.3 Utvalg

Gruppen med forsøkspersoner var et bekvemmelighetsutvalg. Det vil si at forskningsprosjektet kun hadde tilgang til et spesifikt nivå av volleyballspillere i Norge, hvorav de endelige forsøkspersonene bestod av 4 mannlige volleyballspillere som spilte på samme lag i 1. divisjon. Totalt var 7 forsøkspersoner rekruttert til å delta i testingen, men 3 forsøkspersoner trakk seg før testingen startet. I utgangspunktet var de 7 forsøkspersonene tilfeldig inndelt i to grupper, hvorav gruppe 1 bestod av 4 forsøkspersoner og gruppe 2 bestod av 3 forsøkspersoner. Dette var for å forsikre seg om at forsøkspersonene ikke ble «kalde» mens de ventet på å utføre repetisjonene, i og med at de hadde vært gjennom oppvarming før gjennomførelse. Det var forsøkspersonene i gruppe 2 som trakk seg før gjennomføring av

testingen. Alle forsøkspersonene var friske og skadefri. Ingen hadde trent et felles styrketreningsprogram før utførelsen, men de hadde alle deltatt på de samme volleyball treningene før testingen. Alle forsøkspersonene fikk informasjon og samtykket til deltakelse i testingen ved oppmøte.

5.4 Skaderisiko

Under testingen i dette forskningsprosjektet var det en viss skaderisiko for forsøkspersonene. Knebøy utgjør en stor belastning på blant annet korsrygg. Dette bekreftes i Yanagisawa et al. (2021) hvor de presiserer at “[...] the barbell back squat places high mechanical stress on the lumbar intervertebral disk (IVD)” (Yanagisawa et al., 2021, s. 350). De nevner dog at det hovedsaklig er snakk om høy belastnings knebøy over tid, ikke i engangstest, som igjen kan føre til «[...] increase the risk of the IVD degeneration and herniation» (Yanagisawa et al., 2021, s. 350). Likevel gir dette oss en indikasjon på hvor belastende øvelsen kan være, og hvilke skader og risikoer den kan utgjøre. Det er da viktig å vite at ingen av forsøkspersonene har noen ryggskader fra før, som gjerne kan forverres selv om de bare gjør øvelsen et par ganger. Det er også viktig å passe på at teknikken og utførelsen av øvelsen er riktig, slik at belastningen treffer de riktige muskelgruppene. Mange av forsøkspersonene hadde ikke utført denne øvelsen med denne type vekt og belastning, og det ble derfor presisert at man måtte kjenne etter på egne grenser og ikke overstige dette i risiko for å pådra seg skader.

Når det gjaldt CMJ øvelsen vil det være en skaderisiko for å trække over i landingsfasen. Ellers vil man som regel ikke se andre skader enn dette så lenge det er snakk om at forsøkspersonene kun utfører 6 repetisjoner. Slik som i He et al. (2022) kommer de frem til at å gjennomføre 100 repetisjoner med CMJ kan forårsake muskel utmattelse i ekstensor musklene (He et al., 2022, s. 2). Man kan da gjerne tenke at med utmattelse i musklene er musklene sårbare for ustabilitet som igjen kan føre til for eksempel overtråkk eller andre akutte skader.

Forsøkspersonene ble informert om risikoene med skader, og hvordan de eventuelt kunne unngå enkelte skader som kunne oppstå under testing.

5.5 Praktiske implikasjoner og videre forskning

5.5.1 Praktiske implikasjoner

For volleyballspillere kan dette forskningsprosjektet gi en god forståelse om hvordan styrke og spenst henger sammen, og hvordan det kan brukes i praksis for volleyball. Det kan gi et fokusområde på hvordan trenere skal legge opp treningene deres. Oppgaven har også gitt en

grunnleggende forklaring i kraft-hastighetsprofilering, og hvorfor det kan være hensiktsmessig å gi individualiserte treningsprogrammer ut ifra kraft-hastighetsprofilene til utøverne man trener, eller til seg selv (Jimenez et al., 2023, s. 2). Siden dette forskningsprosjektet tester metode, vil det være vanskelig å si noe om de praktiske implikasjonene fremover i tid.

5.5.2 Videre forskning

Av videre forskning kan det være hensiktsmessig å sammenligne kraft-hastighetsprofiler i CMJ og i knebøy, i stedet for kun i knebøy slik som i dette forskningsprosjektet. Det kan også være hensiktsmessig å se på effekten av armsvingen i CMJ, sammenlignet med en full «approach» i volleyball, ettersom man som oftest er i bevegelse før hoppet.

6.0 Konklusjon

For å oppsummere er det vanskelig å konkludere med et konkret svar på om forsøkspersonene i dette prosjektet presterte høyere eller lavere når det gjaldt spenst og styrke, sammenlignet med tidligere litteratur. Dette er fordi at de ulike forsøkspersonene presterte forskjellig, og resultatene fra tidligere litteratur også var varierende sammenlignet med resultatene i denne oppgaven. I Lindberg et al. (2021a) produserte forsøkspersonene i artikkelen en høyere kraft enn forsøkspersonene i denne oppgaven, mens det i Light (2019) ble konkludert med at høy hastighet på knebøy ikke korrelerte med tung 1 RM, og det ble motbevist av en av forsøkspersonene i dette prosjektet.

Når det gjaldt spenst var det også variasjon i resultatene mellom forsøkspersonene i tidligere litteratur sammenlignet med forsøkspersonene i denne oppgaven. Til tross for dette kan vi sikkert konkludere med at sammenlignet med uerfarne hoppere i den utvalgte tidligere litteraturen, så hadde forsøkspersonene i dette prosjektet gjennomsnittlig bedre spenst og høyere hopphøyde. Resultatet sammenlignet med mer erfarne hoppere varierte dog fra artikkel til artikkel, men det var også andre faktorer som spilte inn slik som variasjon av kjønn i gruppene, variasjon av idrett forsøkspersonene drev med og ikke minst variasjon i hvilket nivå de spilte på.

Det er derfor vanskelig å trekke en endelig konklusjon da det er variasjon i resultatene i den tidligere litteraturen, og dette prosjektet hadde få forsøkspersoner.

Litteraturliste

Abbott B., C. & Wilkie D., R. (1953). The relation between velocity of shortening and the tension-length curve of skeletal muscle. *J Physiol*, 120(1-2), 214-23.

<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1953.sp004886>

Bahr, R. & Bahr, I. A. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(3), 166–171. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00134>.

Bobbert, M., F., Lindberg, K., Bjørnsen, T., Solberg, P. & Paulsen, G. (2023). The Force-Velocity Profile for Jumping: What it Is and What it Is Not. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003147>

Elmer, L. O. (1970). Physics and the Vertical Jump. *American Journal of Physics*, 38(7), 829-836. <https://doi.org/10.1119/1.1976478>

Kraemer, W., J. & Vingren, J., L. (2007) Muscle Anatomy 101. I L. E. Brown (Red.), *Strength Training*. (s. 3-28) Human Kinetics.

Canavan, P. K., Garrett, G. E. & Armstrong, L. E. (1996). Kinematic and Kinetic Relationships Between an Olympic-Style Lift and the Vertical Jump. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10(2) 127-130. https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1996/05000/Kinematic_and_Kinetic_Relationships_Between_an.14.aspx

Cappa, D, F. & Behm, D., G., (2011). Training Specificity of Hurdle vs. Countermovement Jump Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2715-2720. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318208d43c>

Haynes, T., Bishop, C., Antrobus, M. & Brazier, J. (2018). The validity and reliability of the MyJump2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.59(2), 253-258. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29589412/>

Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M. & Morin, J.-B. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7(677). <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>

Light, T. J. (2019). The Influence of Strength in Load-Velocity Relationships in the Back Squat. [Dissertation of thesis, East Tennessee state university]. ProQuest Dissertations

Publishing. <http://ezproxy.uis.no/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/influence-strength-load-velocity-relationships/docview/2456844998/se-2>

Lillesvangstu, R, F. (2022, 29. august) Norges Volleyballforbund. I Store norske leksikon. https://snl.no/Norges_Volleyballforbund

Lindberg, K., Solberg, P., Bjørnsen, T., Helland, C., Rønnestad, B., R., Frank, M., F., Haugen, T., Østerås, S., Kristoffersen, M., Midttun, M., Sæland, F. & Paulsen, G. (2021a). Force-velocity profiling in athletes: Reliability and agreement across methods. *PLoS ONE* 16(2): e0245791. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245791>

Lindberg, K., Solberg, P., Rønnestad, B., R., Frank, M., T., Larsen, T., Abusdal, G., Berntsen, S., Paulsen, G., Svein, O., Seynnes, O. & Bjørnsen, T. (2021b). Should we individualize training based on force-velocity profiling to improve physical performance in athletes? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(12), 2161-2355. <https://doi.org/10.1111/sms.14044>

Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 349–355. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.035113>

McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The Role of Rate of Force Development on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 379–385. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be305c>

Miland, Å., O. (2022, 19. april). Muskelveg. I Store norske leksikon. <https://snl.no/muskelveg>

Pedersen, O, P. & Holm, J. (2020, 23. januar). Norges Fotballforbund. I Store norske leksikon. https://snl.no/Norges_Fotballforbund

Reeser, J. C., & Bahr, R. (2008). *Volleyball*. Wiley-Blackwell.

Prue, C., McBride, J. M., McCaulley, G. O. (2009). Power-Time, Force-Time, and Velocity-Time Curve Analysis of the Countermovement Jump: Impact of Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 177-186. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181889324>

Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I. & Bahr, R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(7), 594. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018234>

Refsnes, P. E. (1996). *Styrketrening: Hefte 7A*. Norges idrettshøgskole/Forsvarets Institutt
<https://www.nb.no/items/6d3764db4515302379daec4084938470?page=0&searchText=styrketrening>

Rogers, S. A., Hassmén, P., Hunter, A., Alcock, A., Crewe, S. T., Strauts, J. A., Gilleard, W. L. & Weissensteiner, J. R. (2019). The Validity and Reliability of the MyJump2 Application to Assess Vertical Jumps in Trained Junior Athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 23(1), 69–77. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2018.1517088>

Solstad, T. E. (2012). *Virkningen av ulike styrketreningsmetoder på maksimal styrke, effekt og vertikal spenst hos volleyballspillere i sesong*. [Masteroppgave] Høgskolen i Telemark

Thomas, C., Jones, P., A., Rothwell, J., Chiang, C., Y. & Comfort, P. (2015). An Investigation Into the Relationship Between Maximum Isometric Strength and Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29(8), 2176-2185.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000866>

Turpeinen, J., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Ángel, Jordan, M. J. & Aagaard, P. (2020). Contractile rate of force development after anterior cruciate ligament reconstruction—a comprehensive review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(9), 1572–1585. <https://doi.org/10.1111/sms.13733>

Vaverka, F., Jandačka, D., Zahradník, D., Uchytíl, J., Farana, R., Supej, M. & Vodičar, J. (2016). Effect of an Arm Swing on Countermovement Vertical Jump Performance in Elite Volleyball Players: FINAL. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 41-50.
<https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0009>

Volleyballworld. (2022) *Final standings*. Hentet 02. April 2023 fra
<https://en.volleyballworld.com/volleyball/competitions/men-world-championship-2022/final-standings/>

Yamauchi, J. & Ishii, N. (2007). Relations Between Force-Velocity Characteristics of the Knee-Hip Extension Movement and Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 703-709. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17685704/>

Zghal, F., Cottin, F., Kenoun, I., Rebaï, H., Moalla, W., Dogui, M., Tabka, Z. & Martin, V. (2015). Improved tolerance of peripheral fatigue by the central nervous system after

endurance training. *European Journal of Applied Physiology*, 115(7), 1401-1415.

<https://doi.org/10.1007/s00421-015-3123-y>

Ziv, G. & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3),

332–339. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>

1080motion. (u.å). *It's All About Power*. Hentet 2. April 2023 fra

<https://1080motion.com/products/1080-quantum/>

Vedlegg 1: Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Sammenheng mellom styrke og spenst hos utvalgte førstedivisjons volleyballspillere sammenlignet med tidligere litteratur»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å *se på sammenhengen mellom styrke og spenst hos **utvalgte** førstedivisjons volleyballspillere **sammenlignet med tidligere litteratur***. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med prosjektet er å se om det er korrelasjon mellom styrke og spenst hos første divisjons volleyballspillere. Dataen skal også sammenlignes med tidligere litteratur.

Partisipantene skal ta 10 repetisjoner med knebøy i 1080 Kvantum og 6 repetisjoner med hopp filmet med MyJump2.

Dette forskningsprosjektet er til en bacheloroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Veileder: Håvard Myklebust, Fakultet for utdanningsvitenskap og humaniora

Institutt for grunnskolelærerutdanning, idrett og spesialpedagogikk

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta i denne studien, ettersom du spiller på første divisjonslag i Norge.

Hva innebærer det for deg å delta?

- *Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du utfører 10 repetisjoner med knebøy i 1080 Quantum, og seks hopp filmet med applikasjonen MyJump2. Det vil ta deg ca. 2 timer, slik at alle får testet.*
- *Dataen samles inn fra 1080 Quantum og MyJump2. Dataen blir lagret elektronisk i Excel.*

Jeg vil ikke samle annen data en resultatene fra testene vi gjør.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- *Det er bare forskningsprosjekt ansvarlig og veileder som har tilgang til dine opplysninger.*
- *For å holde dataen konfidensiell, vil hver forsøksperson bli tildelt et tall.*

Forsøkspersoner vil ikke kunne bli gjenkjent i offentlighet. Informasjon om at alle i gruppen spiller på samme lag vil derimot være tilgjengelig for alle å se.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil avsluttes 02.05.23. Det er ingen personopplysninger i dette forskningsprosjektet.

Dersom datamaterialet med personopplysninger skal arkiveres/lagres for f.eks. videre forskning må du ha med følgende informasjon:

- *Hvorfor datamaterialet skal lagres videre (for eksempel for videre forskningsformål og/eller undervisning, etterprøvnbarhet)*
- *Hvor datamaterialet skal lagres (ved for eksempel behandlingsansvarlig institusjon, et forskningsarkiv)*
- *Hvem kan få tilgang til datamaterialet (f.eks. studenter og andre forskere)?*

- *Hvor lenge skal datamaterialet lagres? [Skriv inn ca. dato for anonymisering, eller, hvis aktuelt, presiser at personopplysningene skal lagres på ubestemt tid.]*

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Universitetet i Stavanger* har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- *Førsteamanuensis i Idrettsvitenskap ved Universitetet i Stavanger, Institutt for grunnskolelærerutdanning, idrett og spesialpedagogikk ved Håvard Myklebust, +47 51834504.*
- Vårt personvernombud: *Rolf Jegervatn, personvernombud@uis.no (?)*

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.