

# **Sammenhengen mellom 20 meter sprintprestasjon, og kraft eller hastighetsegenskaper i Keiser beinpress**

**Martin Andre Jakobsen**

## **VEILEDERE**

Thomas Bjørnsen og Kolbjørn Lindberg

## **Universitetet i Agder, 2022**

Fakultet for Helse- og Idrettsvitenskap  
Institutt for idrettsvitenskap og kroppsøving



# Oppgavens struktur

<b>Del 1 -</b>	Forord
<b>Del 2 -</b>	Forkortelser
<b>Del 3 -</b>	Sammendrag
<b>Del 4 -</b>	Abstract
<b>Del 5 -</b>	Sammenbinding
<b>Del 6 -</b>	Artikkel
<b>Del 7 -</b>	Vedlegg

## Del 6 – Vedlegg

1	Informasjonsskriv/Samtykkeerklæring
2	Etisk godkjenning
3	NSD godkjenning

## FORORD

Jeg er nok ikke alene om at pandemien med covid-19, mye hjemmekontor, og veiledning over nett har vært en utfordrende del av siste året som student. Vi har vært utrolig heldig som har fått lov til å praktisere et forskningsprosjekt på idrettsutøvere i denne perioden, og jeg sitter igjen med mye lærdom og masse erfaring.

Først og fremst så ønsker jeg å rette en stor takk til mine veiledere Thomas Bjørnsen og Kolbjørn Lindberg. Etter mange spørsmål og utfordrende tider har jeg fått svar på det jeg lurte på, god veiledning, og ikke minst jobbet med to dyktige fagpersoner.

Jeg ønsker også å takke mine medstudenter for mange fine minner! Det har blitt mange timer på lesesalen sammen, morsomme sosiale sammenkomster, og ikke minst venner for resten av livet. Min tid som idrettsstudent ved UiA er en tid jeg ikke ville vært foruten.

Mai, 2022

## Forkortelser

$F_0$ –	Maksimal kraft
$V_0$ –	Maksimal hastighet
$K_v$ –	Kroppsvekt
$B_m$ -	Bodymass
F.eks –	For eksempel
1RM –	En repetisjon maks
Fett% -	fettprosent
$P_{max}$ –	Maksimal power
$K_g$ –	kilogram
$R^2$ –	determinantkoeffisient
$p$ –	p verdi
* -	Korrelasjonen er signifikant ved level 0,05 (2-tailed)
** -	Korrelasjonen er signifikant ved level 0,01 (2-tailed)
$m$ –	meter
$n$ –	utvalg
$N$ -	Newton
$cm$ –	centimeter
$x$ –	multiplikasjon
Grf –	bakkereaksjonskraft (ground reaction force)
TE% -	Typical error

## Sammendrag

**Hensikt:** I en kampsituasjon både i fotball og håndball foregår det mange korte repeterende spurter, og viktigheten av å være rask tyder på å være essensiell. Maksimal power er et produkt av både kraft og hastighetsegenskaper, men hva er egentlig viktigst for sprintprestasjon? Denne studien har derfor som mål å undersøke sammenhengen av både kraft- og hastighetsegenskaper i Keiser beinpress, sammenlignet med 20 meter sprintprestasjon.

**Metode:** 83 utøvere fra Norge deltok, fordelt på idrettene fotball og håndball (kjønn: 53 menn og 30 kvinner, alder:  $22 \pm 3,8$ , høyde:  $183 \pm 10$  cm, vekt baseline:  $85 \pm 15$  kg). Fysiske tester ved baseline, og etter intervensjonsperiode ble gjennomført (20 meter sprint, Keiser beinpress, dexta scan og 1RM knebøy). Korrelasjonsanalyser for baseline og % endring fra baseline ble gjennomført, samt multipl regressjonsanalyse.

**Resultater:** Sterkeste sammenhengen ved baseline ble observert mellom 20 meter sprintprestasjon og  $P_{\max}$  (maksimal power)/kv ( $-0.761$ ,  $p < 0.001$ ). Ved multipl regressjon korrelerte  $F_0$  (maksimal styrke) noe sterkere enn  $V_0$  (maksimal hastighet) ved baseline, kontrollert for høyde og vekt med i beregningen ( $r^2$  henholdsvis  $0.458^{**}$  &  $0.371^{**}$ ).

**Konklusjon:** Denne studien observerte at både maksimal kraft og hastighet målt i beinpress, hadde en sterk sammenheng med 20 meter sprintprestasjon ved baseline (henholdsvis  $0.484^{**}$  &  $-0.554^{**}$ ). Relativ «power» ( $(P_{\max}) W/kv$ ) som korrelerte sterkest ved baseline, og som består av både kraft og hastighetsegenskaper, kan være en god parameter å trene mot ved ønske om forbedring i sprintprestasjon.

**Nøkkelord:** Kraft, hastighet, power og sprintprestasjon

## Abstract

**Purpose:** In a match situation in both soccer and handball, there are many repeated sprints, and being fast seems to be essential. Maximum power is a product of both force and velocity, but what is most important for sprint performance? This study therefore aims to investigate the association of both force and velocity properties during pneumatic leg press, with 20-meter sprint performance.

**Method:** 83 athletes from Norway participated, divided into the sports football and handball (gender: 53 men and 30 women, age:  $22 \pm 3.8$ , height:  $183 \pm 10$  cm, weight baseline:  $85 \pm 15$  kg). Physical tests at baseline and after the intervention period were performed (sprint, Keiser leg press, dexa scan and 1RM squat). Correlation analyzes for baseline and % change from baseline were performed, as well as multiple regression analysis.

**Results:** The strongest relationship at baseline was observed between 20-meter sprint performance and  $P_{\max}$  (maximum power)/bm ( $-0.761$ ,  $p < 0.001$ ). In multiple regression,  $F_0$  (maximum force) correlated more strongly than  $V_0$  (maximum velocity) at baseline with height and weight included as a covariate ( $r^2$  0.458 & 0.371, respectively).

**Conclusion:** This study observed that both maximum force and velocity measured in leg press, had a significant correlation with 20-meter sprint performance at baseline ( $-0.484^{**}$  &  $-0.554^{**}$ , respectively). Relative "power" ( $(P_{\max}) W / bm$ ) which correlated strongest at baseline, and which consists of both force and velocity properties, can be a good parameter to train against if there is a desire for improvement in sprint performance.

**Keywords:** Force, velocity, power and sprint performance

# Sammenbinding

# Innholdsfortegnelse

<b>1.0 Introduksjon</b> .....	<b>9</b>
1.1 Overordnet mål ved studien.....	10
<b>2. TEORI</b> .....	<b>11</b>
2.1 Faktorer for sprintprestasjon.....	11
2.2 Muskelstyrke .....	14
2.3 Faktorer som avgjør vår muskelstyrke .....	15
2.3.1 Rekruttering av motoriske enheter .....	15
2.3.2 Fyringsfrekvens.....	16
2.3.3 Fibertypesammensetning .....	17
2.3.4 Kraftutvikling (RFD) .....	17
2.4 Kraft-hastighetsprofilering .....	18
2.5 Styrke og powertrening .....	19
2.5.1 Styrketrening hos utøvere .....	20
2.5.2 Powertrening hos utøvere.....	20
2.6 Styrke og powertrenings effekt på sprintprestasjon.....	21
2.6.1 Sprinttrening med motstand .....	22
2.7 Oppsummering.....	24
<b>3.0 Metode</b> .....	<b>25</b>
3.1 Studiedesign.....	25
3.2 Deltakere.....	25
3.3 Treningsintervensjonen.....	26
3.4 Testprosedyrer .....	30
3.4.1 DEXA scan .....	30
3.4.2 Keiser beinpress .....	30
3.4.3 Svikthopp .....	30
3.4.4 Sprint .....	31
3.5 Statistisk analyse.....	31
<b>5.0 Metodediskusjon</b> .....	<b>33</b>
5.1 Metodiske styrke og svakheter .....	33
5.1.1 Design .....	33
5.1.2 Intervensjonen .....	34
5.1.3 Utvalget.....	34
5.1.4 Målemetoder .....	35
5.1.5 Statistisk analyse.....	37
<b>Referanseliste</b> .....	<b>38</b>



## 1.0 Introduksjon

Det er kanskje ikke noe nytt at sprintprestasjon er avgjørende i veldig mange idretter (Haugen et al., 2019). I fotball er det vist at både god akselerasjon (Barnes et al., 2014) og maksimal hastighet (Faude et al., 2012) er helt avgjørende for kampprestasjon (Ishøi et al., 2020). Det vil derfor være interessant å undersøke forskjellige faktorer innenfor sprint, og sammenligne hva som har størst effekt på sprintprestasjon. Hvis viktigheten av sprint, akselerasjon og topphastighet er såpas kjent, vil det være naturlig å undersøke dette mer. Det som gjør løping og sprintprestasjon så spesielt er at det ikke fins et par styrkeøvelser, eller ballistiske øvelser som alene forbedrer disse egenskapene. Sprint er en bevegelse som er definert av mange ulike parametere og en veldig sammensatt øvelse. Så det å beskrive hvorfor noe er bedre enn annet og hvorfor, er svært krevende. Ikke minst beskrive hva som må gjøres for å bli bedre. Det er derfor et ønske i denne oppgaven å se nærmere på hva som kjennetegner sprintprestasjon.

Teorien om hastighetsspesifisitet i styrketrening antyder at tilpasninger etter trening maksimeres ved, eller nær bevegelseshastigheten som brukes under trening (Caiozzo et al., 1981; Coyle et al., 1981; Kanehisa & Miyashita, 1983; Kaneko, 1983; Lesmes et al., 1978; Moffroid & Whipple, 1970; Narici et al., 1989). Det fins også en annen teori der treningstilpasninger er teoretisert til å bli påvirket i større grad av intensjonen om å bevege seg raskest mulig, uavhengig av den faktiske bevegelseshastigheten (Behm & Sale, 1993). Disse motstridende teoriene har skapt usikkerhet og forvirring rundt den praktiske delen av powertrening, og hvordan dette skal legges opp for å være mest mulig effektivt. Utviklingen av et powerprogram, for eksempel rettet mot sprintprestasjon, bør inkludere og vurdere den faktiske bevegelseshastigheten i treningsøvelsen(e) (Cormie et al., 2011b).

Tidligere forskning har vist en interessant korrelasjon mellom korte sprintprestasjoner og absolutt styrke i beina, målt gjennom øvelsen knebøy med frivekter (Comfort et al., 2012; Comfort et al., 2014; Kirkpatrick & Comfort, 2013; McBride et al., 2009; Meir et al., 2001; Wisløff et al., 2004). Det er også rapportert sammenligninger mellom relativ beinstyrke (1RM (en repetisjon maksimum) / kroppsvekt) og sprintprestasjon, og en metaanalyse fra 2014 konkluderer med at forbedringer i beinstyrke kan overføres til forbedringer i sprintprestasjon (<30m) (Seitz et al., 2014). Plyometrisk trening er også en treningsmetode som blir snakket om i sammenheng med spenst, - og sprintprestasjon da den kan ha sine fordeler rundt dette

som omhandler hastighet og skadeforebyggende trening sammenlignet med andre treningsmetoder (bl.a. tradisjonell styrketrening) (Rössler et al., 2014; Stevenson et al., 2015).

## 1.1 Overordnet mål ved studien

Å undersøke om økning i kraftegenskaper eller hastighetsegenskaper kan være med på å øke kunnskapen om sprintprestasjon, og hva som er mest fordelaktig for å forbedre sprinttid uavhengig idrett eller idrettsbakgrunn. Derfor hadde denne studien som mål å undersøke sammenhengen mellom kraft- og hastighetsegenskaper målt i Keiser beinpress opp mot 20 meter sprintprestasjon.

## 2. TEORI

### 2.1 Faktorer for sprintprestasjon

*«Evnen til å reagere hurtig, utvikle stor kraft raskt og oppnå maksimal løpshastighet med en hensiktsmessig teknikk er viktig for egenskapen hurtighet. Både tilførsel av energimengde (biokjemisk forhold), nevromuskulære forhold og biomekaniske forhold påvirker prestasjonen i idretter og øvelser som krever god hurtighet» (Gjerset et al., 2015, s. 447)*

#### Reaksjon og akselerasjonsfasen

Den første delen av en sprint er reaksjon og akselerasjonsfasen. Reaksjonstiden hos toppidrettsutøvere ligger på om lag 0,17-0,18 ± 0,03 sekunder, og det er funnet en svak signifikant korrelasjon mellom reaksjonstid og 100 meter tid for både menn og kvinner (Tønnessen et al., 2013). Fra *The Science of Speed* nevnes det at vertikal kraft bør minimeres med tanke på en god akselerasjonsfart og gunstig skrittfrekvens, og påpeker viktigheten rundt horisontal kraftproduksjon (Majumdar & Robergs, 2011). Det vil også være viktig under akselerasjonsfasen å ha en fremover lent stilling, som tilsvarer at kroppens sentrum, og tyngdepunktet er så fremover som mulig for å tillate en fremover akselerasjon (Majumdar & Robergs, 2011). Muskelmasse vil og være en viktig faktor i akselerasjonsfasen, hvor det handler om å unngå treghet og øke lengden på skrittene (Brown. et al., 2008).

#### Kraftproduksjon

I det ønsket å skulle produsere mest mulig hastighet, kan det vise seg viktig å kunne skape store mengder kraft (Sleivert & Taingahue, 2004; Wisløff et al., 2004). Økt tilgjengelighet av kraft i muskelkontraksjon og relevante muskelgrupper kan resultere i økt akselerasjon og hastighet i bevegelser som å snu, sprinte og temposkifte i ulike idretter (Wisløff et al., 2004). I studien til Wisløff og kollegaene (Wisløff et al., 2004) observerte de at 1RM i halv-knebøy hadde en sterk korrelasjon for sprintytelse hos fotballspillere på elitenivå ( $r= 0.94$ ). Dette kan ha noe med at sprintprestasjon og akselerasjonsfasen domineres i stor grad av muskelkontraksjoner, og dens kraftproduksjon (Mann & Sprague, 1980). Kraftproduksjonen virker også å være viktig i akselerasjonsfasen, da tidligere studier har påpekt viktigheten av kraft særlig de 5 første meterne i et løp (Sleivert & Taingahue, 2004). Korrelasjonsstyrken mellom kraft og akselerasjonsfasen samsvarer med Newtons andre lov av bevegelse, som sier

at når ett legeme blir påvirket av én eller flere krefter, vil det få en akselerasjon i den retningen kreftene virker (Grøn, 2021). Føttene vil produsere store bakover krefter, og skape en strekk av leggmuskulaturen som følge av belastningen (Majumdar & Robergs, 2011). Dette kan forklare noe av viktigheten rundt kraftproduksjon og forbedret sprintprestasjon og akselerasjon. Forskere har også observert at sprintakselerasjonsprestasjon avhenger og korrelerer med netto kraft produsert på bakken i horisontal antero-posterior retning (bakover slik at reaksjonen rettes fremover) (Samozino et al., 2021). Betydningen av dette kan altså være at kraftproduksjon er viktig for å oppnå god akselerasjon, og som et resultat av gjennomgangen av nåværende litteratur skriver Samozino at  $P_{\max}$  (maksimal power) tyder på å være hovedfaktoren for sprintakselerasjonsprestasjon (Colyer et al., 2018; Morin et al., 2012; Morin et al., 2011; Rabita et al., 2015).

Tidligere forskning har og vist interesse rundt ground reaction force (grf) og sprintprestasjon (Morin et al., 2012). Morin og med kollegaer kunne vise til en sterk korrelasjon mellom mengde horisontal grf målt på stigende sprint på tredemølle, og 100 meter sprintprestasjon (Morin et al., 2011). Funnene til Morin og kollegaene bekrefter også tidligere forskning (Cronin & Sleivert, 2005; Cronin & Hansen, 2005; Harris et al., 2008; Sleivert & Taingahue, 2004). Som nevnt i avsnittene over, så virker det essensielt med utvikling av kraft per skritt for en god sprintprestasjon. Grf er altså en måte å måle denne kraften på, og viser å korrelere godt med sprintprestasjon. Evnen til å påføre store mengder horisontal grf er godt beskrevet av det lineære kraft-hastighetsforholdet (Morin et al., 2011), noe som kommer av at mekanisk kraft er produktet av kraft og hastighet.

### Skrittlengde, skrittfrekvens og kroppsmasse

Ellers under selve løpet er det særlig to parametere som påvirker løpshastigheten, skrittlengde og skrittfrekvens (Majumdar & Robergs, 2011). Akkurat hvordan dette trenes er omdiskutert, men det er foreslått via tidligere litteratur at løpstrening på tredemølle med høy intensitet kan være en god metode. Målet med denne metoden er å trigge adaptasjoner i skrittfrekvensen ved å forsterke muskelaktivering i de nedre ekstremitetene og powerproduksjonen i leddene (Majumdar & Robergs, 2011). Kroppsmasse og høyde vil også spille inn på skrittlengden og frekvensen, uavhengig av personens fysiske form (Geyer et al., 2006). Kroppshøyden tyder på å ha en større innvirkning på å opprettholde farten og skrittlengde. Det er vist at raskere menn ofte er høyere enn trege (Paruzel-Dyja et al., 2006). En forklaring på dette kan være at jo høyere man er, samsvarer med hvor lange ben man har. Derimot kroppsmasse spiller en viktig

rolle i den akselererende fasen av løpet, hvor det er essensielt å overvinne treghet og øke lengden på skrittene (Brown et al., 2008). Men den faktoren som er den som virker å ha størst innvirkning på sprint prestasjon er skrittlengde. I en studie gjort på et stort utvalg elite 100m sprintere, viste det seg at skrittlengde var den faktoren blant menn som hadde den mest dominerende innvirkningen på suksess hos sprinterne (Paruzel-Dyja et al., 2006). Det interessante med denne analysen var at for kvinner så var det omvendt. Her var altså skrittfrekvens den mest avgjørende faktoren. Muskelmasse var også en viktig faktor som nevnt i avsnittet over med tanke på akselerasjonsfasen, mens når det gjelder topphastighet og maksimal løpshurtighet så korrelerer det mer med observert beinstivhet og spenst hos utøverne. Den elastiske komponenten i beina kan gi den ekstra kraften som kreves for å opprettholde høy hastighet under løp, og nå maksimale hastighetsverdier. Ved å bruke arbeidet som er absorbert i leggmusklene (negativt arbeidet) i høy hastighet, kan dette brukes for å frigjøre ytterligere kraft og dermed øker power (Chelly & Denis, 2001).

#### Metabolske faktorer

Metabolske faktorer har også en innvirkning på sprintprestasjon (Van Praagh & Doré, 2002). Det antas at 50% av variansen i kortsiktig anaerob prestasjon kommer fra genetikken (Newton & Kraemer, 1994). Sprint er en anaerob dominerende øvelse, som innebærer fysiologisk at mitokondriell respirasjon har et minimalt bidrag til energien som skapes under løpet. Anaerob defineres ofte som den maksimale omsetningen av adenosintrifosfat (ATP) i kroppen under en kort maksimal tidsperiode (Majumdar & Robergs, 2011). Det mest dominerende energisystemet har derfor vist seg å være kreatinfosfat systemet (Majumdar & Robergs, 2011). Dette er et energisystem som er sterkt avhengig av lagrede kreatinfosfat, og fungerer på den måten at kreatinkinase bryter ned kreatinfosfat, og overfører uorganisk fosfat (Pi) fra kreatinfosfat til adenosindifosfat (ADP) for å danne ATP (Majumdar & Robergs, 2011). I en studie gjort i 1987 (Hirvonen et al., 1987) så de på sammenhengen mellom energiomsetning og sprint. Studien forteller at maksimal sprintytelse avhenger av utøverens evne til å katalysere høyenergi fosfater. Det ble gjort målinger på 40, 60, 80 og 100 meter, og vurdert i etterkant at en reduksjon i løpshastighet oppstår når kroppen nesten er tom for kreatinfosfat, og går over til glykolytisk metabolisme for energi (Hirvonen et al., 1987).

## Utstyr og fasiliteter

Det er ikke å se bort ifra at utstyr og fasiliteter kan ha hatt en påvirkning innenfor løping de siste 50 åren. Med utstyr og fasiliteter handler det i all hoved sak om baneforhold og underlag, samt utviklingen av skotøy. Hvis man ser på løping med et historisk perspektiv, så har tidene på herresiden endret seg betydelig gjennom de siste tiårene (Majumdar & Robergs, 2011). Den 18 utgaven av OL i Japan var siste OL som arrangerte 100m sprint på underlag av slagg. Siden denne gang har 100m i OL blitt arrangert på syntetiske materiale. At det nye underlaget kan ha hatt en positiv effekt på løpstidene er ikke til å se bort ifra (Majumdar & Robergs, 2011). Piggsko ble heller ikke brukt i konkurranse før 1868 i en konkurranse i London. Pigger under skoene var ikke eneste forandringene med skotøyet. Løpsskoene ble også stadig stivere, noe som har vist seg å være fordelaktig for løpsprestasjon (Stefanyshyn & Fusco, 2004). Til tross for fremskritt innen utstyr, teknologi og fasiliteter er dette noe utøvere har begrenset kontroll over. Stort sett har alle utøvere lik tilgang, og akutte differensieringene mellom løpstider kan kanskje derfor forklares mer av fysiske prestasjoner i stedet for utstyr og fasiliteter (Majumdar & Robergs, 2011).

## 2.2 Muskelstyrke

«Muskelstyrke er den maksimale kraften eller det dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet og type av muskelaktivering» (Gjerset et al., 2015, s. 369). En muskels evne til å utvikle kraft er avhengig av mange forskjellige faktorer, hvorav de vanligste er: utgangsposisjon, forlengelseshastighet, forkortelseshastighet, eksentrisk startfase, typer muskelfibre, antall motoriske enheter aktive samtidig, tverrsnitt av muskelen, impulsfrekvens og substrat tilgjengelig for muskeløvelsen (Hoff & Helgerud, 2004). Muskelstyrke er ikke bare viktig i forbindelse med konkurranse, men også i fasene forebygging, rehabilitering, og et generelt helseperspektiv (Gjerset et al., 2015). Med viktigheten i konkurranse så kan dette for eksempel være muskelstyrkekravet til en vektløfter, styrken i beina som trengs for å løpe fort på fotballbanen, eller kraftutviklingen til en roer. Kravet for muskelstyrke er nok ikke like stort hos en bordtennisspiller som en vektløfter, men de fleste utøvere tar i bruk styrketrening i treningsplanleggingen av både prestasjonsmessige årsaker, men også for skadeforebygging og rehabilitering (Gjerset et al., 2015).

De to muskelaksjonene som er mest relevant i denne oppgaven er maksimal og eksplosiv styrke. «Maksimal muskelstyrke handler om den største kraften vi klarer å utvikle ved eksentriske, konsentriske eller isometriske muskelaksjoner» (Gjerset et al., 2015, s. 370). «Eksplosiv styrke er evnen til å utvikle kraft hurtig. I en bevegelse kan dette uttrykkes som den største hastigheten man kan oppnå med en relativt lett motstand» (Gjerset et al., 2015, s. 370). Det er kanskje ikke noe nytt at styrketrening er en viktig del for å oppnå tilstrekkelig fysisk ytelse i enhver sport for utvikling av styrke, spenst og hurtighet. Men muligens den mest relevante formen for styrke i både lag og individuelle idretter er eksplosiv styrke (Melián Ortiz et al., 2021), da det i mange idretter settes store krav til å være rask og eksplosiv i ulike settinger for å prestere best mulig.

## 2.3 Faktorer som avgjør vår muskelstyrke

Den kraftproduksjonen et individ klarer å utvikle vil sannsynlig bli påvirket av flere faktorer, for eksempel rekruttering av motoriske enheter, fyringsfrekvens, fibertypesammensetning og rate of force development (RFD).

### 2.3.1 Rekruttering av motoriske enheter

Kraften som produseres av en muskel er relatert til antall og type motoriske enheter som er rekruttert. Rekrutteringsrekkefølgen på motoriske enheter har en systematisk rekkefølge under frivillige sammentreninger med økende kraft med henhold til størrelsesprinsippet (Henneman et al., 1974; Henneman et al., 1965). Relativt små motoriske enheter som innebærer type 1 muskelfibre, vil i utgangspunktet aktiveres ved lav kraft. Progressivt vil større motoriske enheter med type 2a og 2x muskelfibre aktiveres da disse oppleves å ha en høyere kraftterskel, og derfor aktiveres etter de trege motorenhetene (Burke, 1981; Henneman et al., 1974; Henneman et al., 1965). Som tidligere nevnt så er størrelsesprinsippet hovedregelen for rekruttering, men dette gjelder ikke bare for langsomme kontrollerte kontraksjoner, men også for isometriske (Milner-Brown & Stein, 1975) og ballistiske sammentreninger (Desmedt & Godaux, 1978). Men når man sammenligner langsomme, graderte sammentreninger, så er terskelen for rekruttering av motoriske enheter typisk lavere ved ballistiske bevegelser, på grunn av den raske styrkeakselerasjonen til høye nivåer

(Desmedt & Godaux, 1978; Van Cutsem et al., 1998). Det kan derfor se ut til at kraften som skapes under en bevegelse påvirkes av hvilke motoriske enheter som er rekruttert. Evnen til å rekruttere høyterskel motoriske enheter påvirker den maksimale muskelpraften, da dette virker å være svært gunstig for kraftproduksjon siden de innerverer et relativt stort antall av høye RFD (rate of force development) kraftproduserende muskelfibre (Enoka & Fuglevand, 2001).

### 2.3.2 Fyringsfrekvens

Fyringsfrekvens er nevralt impulser som overføres fra a-motorenheter til muskelfibrene (Cormie et al., 2011a). Fyringsfrekvensen til en motorenheter kan påvirke evnen til en muskelfiber til å skape kraft på to måter. Det å øke fyringsfrekvensen øker kraften som skapes i en sammentrekning. Det er observert en økning i kraft opp mot 300-1500% når fyringsfrekvensen går fra det laveste til høyeste (Cormie et al., 2011a). For det andre påvirker fyringsfrekvensen for en motorenheter RFD`en til en muskelkontraksjon (Cormie et al., 2011a). Derfor, ved å ha sin påvirkning på både kraft og RFD i en muskelkontraksjon, spiller fyringsfrekvensen en rolle i utvikling av maksimal muskelstyrke (Cormie et al., 2011a).

Det har blitt foreslått en treningsindusert forbedring av maksimal fyringsfrekvens, som en mulig mekanisme som kan være positivt for nevro-muskulær ytelse (Cracraft & Petajan, 1977). Nyere forskning som involverer intramuskulær EMG (elektromyografi) har vist at treningsintervensjoner kan øke fyringsfrekvensen for motorenheter under maksimale sammentrekninger (Kamen & Knight, 2004; Patten et al., 2001; Van Cutsem et al., 1998). Disse funnene ble observert etter styrketreningsintervensjoner med maksimale isometriske sammentrekninger. Blant annet i Van Cutsem og hans kollegaer sin studie (Van Cutsem et al., 1998), fant de en forbedret ytelse i fyringsfrekvens etter 12 uker med ballistisk styrketrening. I studien konkluderte de også med at maksimal fyringsfrekvens kan forbedre kraft- og powergenerering, spesielt i den tidlige fasen med trening (Van Cutsem et al., 1998). Det ble også rapportert at den ballistiske treningsintervensjonen økte prosentandelen av dublettutladninger (en motorenheter som avfyrte to påfølgende utladninger i et intervall på 5 millisekunder eller mindre) ved begynnelsen av en ballistisk sammentrekning. Det ble rapportert at dette bidrar til økninger i RFD, og tid til toppkraft under ballistiske sammentrekninger (Van Cutsem et al., 1998).



### 2.3.3 Fibertypesammensetning

Muskelfibertypologi er i stor grad avhengig av genetisk disposisjon, og overgang mellom type 1 og type 2 antas å skje i noe mindre grad ved trening (Ingalls, 2004). I idrettssammenheng har forskning tidligere rapportert en signifikant korrelasjon ( $r= 0.69$ ) mellom andelen type 2 fibre og 100m sprinttid og knebøyhopp (Mero, 1981). Dette kan tyde på at muskelfibertypologi kan være en viktig faktor for kraftproduksjonskapasiteten i ekstremitetene. I en studie gjennomført i 1976 (Costill et al., 1976) ble det observert et forhold på 50/50 mellom raske (type 2a og 2x) og trege (type 1) muskelfibre hos utrente personer. Derimot hos eliteutøvere hadde lang- og mellomdistanseløpere en fordeling på 60-70% trege fibre (type 1), mens sprintere ble observert å ha en fordeling på 80% raske muskelfibre (type 2a og 2x) (Costill et al., 1976). Hvorfor det oppstår en slik variasjon hos ulike utøvere i ulike idretter kommer tydeligere frem ved å se på egenskapene hos de ulike muskelfibrene. Type 1 har blitt observert å ha både større volumtetthet i mitokondrie, og kapillærlengde sammenlignet med type 2 (Costill et al., 1976). Type 2a og 2x har derimot vist å ha 10 og 6 ganger større peak av powerproduksjon enn type 1, samt 3-4 ganger større kontraktilhastighet enn type 1 (Costill et al., 1976).

### 2.3.4 Kraftutvikling (RFD)

Den maksimale stigningshastigheten i muskelkraft har viktige funksjonelle konsekvenser ettersom den bestemmer kraften som produseres i den tidlige fasen av en muskelkontraksjon (0 – 200-400 ms) (Aagaard et al., 2002). I en rekke idretter som involverer eksplosive bevegelser, for eksempel sprint og hopp, er tiden til å produsere kraft begrenset. I visse idretter kan derfor en høy RFD produsert i den innledende fasen av en muskelkontraksjon være en avgjørende faktor for vellykket ytelse (Andersen & Aagaard, 2006). RFD kan påvirkes av nevralt aktivering (Grimby et al., 1981), muskelstørrelse og fibertypesammensetning (Harridge, 1996). Det er antatt og observert at via ballistisk trening fremkalles det tilpasninger i nevralt drift, hastighet på nevralt aktivering og intramuskulær koordinasjon som er spesifikke for bevegelser som vanligvis oppstår i sport. Dette er tilpasninger som er antatt å bidra til observasjoner av økt RFD, og resulterer i evnen til å generere mer kraft innenfor en kortere tidsperiode (Cormie et al., 2011b).

## 2.4 Kraft-hastighetsprofilering

Å skape en stor mengde kraft ved en høy sammentrekningshastighet er essensielt for mange eksplosive bevegelser, og er en sentral rolle i mange idretter (Bellinger et al., 2021). Tidligere forskning har vist at maksimal power for nedre ekstremiteter er en av de viktigste enkeltstående variabelen som skiller mellom elite nivå og divisjonen under i National Rugby League i Australia og New Zealand (Baker & Newton, 2008). Gitt at maksimal power er direkte påvirket av den underliggende muskelstyrken og hastigheten som produseres, har forholdet mellom kraft og hastighet blitt brukt for å profilere den maksimale mekaniske outputen i både hopp og sprint (Morin & Samozino, 2016; Samozino et al., 2016). Samozino publiserte nylig en artikkel som så for seg optimal mekanisk kraft-hastighetsprofil for sprint akselerasjon prestasjon. Med en optimal profil så handler det om den optimale fordelingen mellom kraft og hastighet (Samozino et al., 2012).

Kraft-hastighetsprofilering er ikke bare et verktøy for å observere utøverens kvaliteter, men også et verktøy som er forsøkt brukt for å individualisere treningen. Denne metoden for individualisert trening har fått økt oppmerksomhet siste årene (Jiménez-Reyes et al., 2016; Samozino et al., 2014; Samozino et al., 2012), og er bygd på et teoretisk konsept om en optimal kraft-hastighetsprofil (Samozino et al., 2010; Samozino et al., 2012). Det er vist at en forskjell mellom den optimale teoretiske kraft-hastighetsprofilen, og den faktiske profilen som er målt (kraft-hastighetsubalanse), er både teoretisk og eksperimentell relatert til hoppytelse (Samozino et al., 2014; Samozino et al., 2010; Samozino et al., 2012). Det kan derfor tenkes, samtidig som at nylig forskning har vist, at det å trene på den minst utviklede ferdigheten i kraft-hastighetsprofilen kan være en effektiv strategi for å forbedre hoppytelsen (Álvarez et al., 2019; Jiménez-Reyes et al., 2016; Jiménez-Reyes et al., 2019; Simpson et al., 2021).

Et spørsmål i forbindelse med det teoretiske rammeverket om kraft-hastighetsindividualisering, er om denne metoden er god for utvikling av hurtighet og akselerasjon. Effekten av den mekaniske kraft-hastighetsprofilen på ytelse i sprint, uavhengig av powerkapasitetene, har blitt studert i ballistiske øvelser som for eksempel hopp. Den maksimale starthastigheten i sprint viste å avhenge av underekstremitetens maksimale powerproduksjon (i forhold til kroppsmasse), og kraft-hastighetsprofil (Samozino et al.,

2021). Jo høyere maksimal power, og jo lavere forskjell mellom faktisk og optimal kraft-hastighetsprofil, jo høyere hoppytelse (Morin & Samozino, 2016; Samozino et al., 2014; Samozino et al., 2012). På grunn av de ulike bevegelsesmodalitetene mellom hopp og løp så er korrelasjonen ikke overførbart til sprintakselerasjon, og en optimal profil virker fortsatt ukjent for sprint. Interessen er derfor stor blant forskere for å bedre forstå de mekaniske avgjørende faktorene for sprintakselerasjonsprestasjon (Samozino et al., 2021).

Konseptet med overføringsverdien av kraft-hastighetsprofilering fra hopp til sprint virker derfor uklart, men ved å kalkulere kraft-hastighetsprofil via løp, og dermed konkretisere kalkulasjonen enda mer inn mot sprintakselerasjonsprestasjon må undersøkes nærmere. Det var dette Samozino gjorde i sin studie, og fant ut at sprintakselerasjonsprestasjon avhenger av både maksimal horisontal powerproduksjon, og individuell kraft-hastighetsprofil med det utgangspunktet om en individuell optimal profil som tilsvarer den beste balansen mellom horisontal kraft, og hastighetskapasitet (Samozino et al., 2021). Det er også verdt å nevne at andre studier finner andre resultater angående individualiserte treningsprogram basert på kraft- hastighetsprofilering. Blant annet en nylig studie publisert i 2022 (Lindberg et al., 2022) fant ingen bedre effekt på fysisk funksjon med individualisert treningsprogram basert på kraft- hastighetsprofil sammenlignet med generell power trening som bestod av både tung og lett belastning (Lindberg et al., 2022).

## 2.5 Styrke og power trening

Akutte treningsvariabler kan bli manipulert, for eksempel valg av type trening, rekkefølge, intensitet, volum, varighet, frekvens og hviletid (Mangine et al., 2015). Maksimal styrke er en sentral determinant som påvirker power prestasjon. En økning i 1RM, vil ofte øke relativ styrke, som igjen vil forbedre power (Hoff & Helgerud, 2004). En signifikant sammenheng har blitt observert mellom 1RM, og akselerasjon og bevegelses hastighet (Bangsbo, 1998). Det er derfor mulig å definere forholdet mellom styrke og power som fundamentalt, noe som indikerer at en ikke kan produsere et høyt nivå av power uten å være relativt sterkt (Cormie et al., 2011b). Utførelsen og kjennetegnene mellom styrke og power trening er likevel litt ulike.

### 2.5.1 Styrketrening hos utøvere

Styrketrening hos utøvere er ikke uvanlig, og kan være et effektivt verktøy for blant annet å stimulere muskelhypertrofi, og forbedre styrke (Mangine et al., 2015). I flere eksempler kommer det frem at styrke og power egenskaper er viktige determinanter for idrettslig prestasjon (Iodice et al., 2020). Det er derfor naturlig at styrketrening hos idrettsutøvere er ganske vanlig hos de fleste (Hoff & Helgerud, 2004). Ett lag som ofte kvalifiserte seg til den gjeve turneringen Champions League i fotball, viste en gjennomsnittlig verdi på 164kg +/- 21,8 i en 1RM test i knebøy 90 grader (Hoff & Helgerud, 2004). Dette kan tyde på en strukturert styrketreningsplan over tid, med tanke på deres høye gjennomsnittlige verdi. En gjengående trend i styrketreningsgjennomføring hos eliteutøvere er ofte tung styrke opp mot 80-90% av 1RM, dette med håp om å forbedre styrken. Blant annet i en studie gjennomført av Helgerud i 2003 (Helgerud et al., 2003) på et Premier League lag i England, gjennomførte en treningsintervensjon på 8 uker, to ganger i uken, med styrketrening opp mot 90% av 1RM. Tradisjonell styrketrening og tung belastning foreskrives ofte i forbindelse med hovedmålet om å forbedre maksimal styrke.

### 2.5.2 Powertrening hos utøvere

Powertrening hos utøvere handler om på lik måte som styrketrening, et ønske om å oppnå adaptasjoner og forbedringer man kan ta med seg ut i konkurranse, og hjelpe med best mulig idrettslig prestasjon. Maksimal styrke har en fundamental rolle innenfor maksimal power produksjon (Cormie et al., 2011b). Utførelsen av powertrening har ofte kjennetegn som krever at individene akselerer med maksimal innsats gjennom hele bevegelsesmønsteret, i motsetning til tradisjonell styrketrening som ofte gjennomføres kontrollert og «sakte» (Cormie et al., 2011b). Innenfor powertrening har man to metoder som ofte nevnes, ballistisk og plyometrisk trening. Vanligvis utføres ballistiske øvelser med en belastning på 0-80% av 1RM. Det er mange forskere og trenere som anbefaler ballistisk trening i stedet for/ i tillegg til tradisjonell styrketrening da treningsmetoden ofte er mer sportsspesifikk for ulike idretter, og tanken om en større overføringsverdi til idrettsprestasjon (Cormie et al., 2011b). Når det gjelder plyometrisk trening så er dette øvelser som ofte er preget av raske strekk – forkortningshastigheter (Wathen, 1993). Vanligvis utføres plyometrisk trening med liten eller ingen ytre belastning, i form av kun kroppsvekt eller en medisinball. Belastning kan økes i plyometrisk trening ved å overbelaste strekk-forkortningsfasen ved å for eksempel øke fallhøyden på svikthoppet (Villarreal et al., 2009).

Det er vist at power er maksimert ved ca. 30% av maksimal kraft i enkelte muskelfibre og enkeltledds bevegelser (Bottinelli et al., 1999; Haan et al., 1989; Duchateau & Hainaut, 1984; Taji et al., 1995; Toji & Kaneko, 2004; Toji & Kaneko, 2007; Toji et al., 1997; van Leeuwen, 1991), men varierer veldig ut ifra hvilke øvelse som gjennomføres, og fra individ til individ. Derimot belastningen som maksimerer power i flerleddsøvelser eller sportsspesifikke bevegelser varierer avhengig av hvilken type bevegelser det er snakk om. Grunnen til at optimale belastninger er essensielt å ta betraktning til handler om at trening skal gi en effektiv stimuli for å fremkalle økninger i maksimal power for den spesifikke bevegelsen (Cormie et al., 2011b). Grunnen til at de «optimale» belastningene varierer handler om de ulike bevegelsesmønstrene, og fordi kraften er påvirket av bevegelsens natur (Cormie et al., 2011b).

## 2.6 Styrke og powertrenings effekt på sprintprestasjon

Som tidligere nevnt er det observert at individer med høyere styrkenivåer har markante fordeler for powerproduksjon enn de med lavere styrkenivåer (Baker & Newton, 2006; Baker & Newton, 2008; Cormie et al., 2009; Cormie et al., 2010; McBride et al., 1999; Stoessell et al., 1991; Stone et al., 2003; Ugrinowitsch et al., 2007). Det er også vist at tung styrketrening på individer som er utrente til moderat trente, ikke bare resulterer i styrkefremgang, men også en forbedring i power produksjon. Men selv om styrketrening er en grunnleggende faktor for power produksjon, så er ikke forholdet direkte overførbart med tanke på treningsstatus på individet. Dette vil si i praksis at graden av styrke og dens påvirkning på power avtar noe når utøveren opprettholder et svært høyt styrkenivå (Cormie et al., 2011b). Ettersom den maksimale styrken økes over tid, vil man kunne forvente en mindre økning i styrketilpasninger. Det kan derfor tyde på at power produksjonsutbytte av en styrketreningsintervensjon kan være noe lavere hos sterke individer, da endringene først og fremst vil påvirke kraftforholdene i en powerprofil (Häkkinen, 1989; Häkkinen et al., 1987; Häkkinen et al., 1988; Newton & Kraemer, 1994; Newton et al., 1999; Wilson et al., 1997). Men det er uansett viktig å ta i betraktning at individets nåværende styrkenivå vil alltid kunne diktere den øverste grensen av power som er mulig å produsere, da evnen til å produsere kraft raskt er vanskelig hvis maksimal styrke er lav (Wilson et al., 1997).

Når effekten av styrketrening er undersøkt for sprintprestasjon, er resultatene noe varierende. Wilson og kollegaene (Wilson et al., 1993) observerte at eksplosiv styrketrening med en

belastning på ca. 30% av 1RM resulterte i en signifikant forbedring av sprintprestasjon. Det er også observert en 10% nedgang i sprinttid ved et 6 ukers isokinetisk styrketreningsprogram, på hastigheter mellom 180-300 grader i sekundet (Smith & Melton, 1981). Plyometrisk trening er også observert å forbedre sprintprestasjon, mere konkret forbedret akselerasjon over de første 10 meterne. Denne type trening kombinert med sprinttrening, er også signifikant observert å øke maksimal sprinthastighet (Delecluse et al., 1995). Studien til Chaouachi og kollegaene (Chaouachi et al., 2014) hadde også noen interessante funn ang effekten av to typer powertrening kontra tradisjonell styrketrening. Funnene i studien observerte bedre effekt av både olympiske løft og plyometrisk styrketrening kontra tradisjonell styrketrening på svikthopp. Det er verdt å nevne at dette ikke er sprintprestasjon, og nødvendigvis ikke har en konkret overføringsverdi. Men det er likevel interessant det som studien til Behm forteller (Behm et al., 2017), at trenings spesifisitet kan vise seg å være viktig, når hastighet og utførelse på treningen ligner mest mulig på den påfølgende aktiviteten man ønsker forbedring i.

### 2.6.1 Sprinttrening med motstand

Et alternativ som kan gi god effekt på sprintprestasjon er sprinttrening med motstand (Alcaraz et al., 2018; Alcaraz et al., 2014; Bachero-Mena & González-Badillo, 2014; Cahill et al., 2019; Cross et al., 2018; Kawamori, Newton, Hori, et al., 2014; Morin et al., 2017; Pareja-Blanco et al., 2021; Spinks et al., 2007). Hovedtanken og formålet ved å bruke motstand under sprint er at metoden kan være med å påvirke og forbedre den maksimale horisontale kraften som utøveren produserer (Alcaraz et al., 2008; Kawamori, Newton, & Nosaka, 2014). Det er blitt brukt mange forskjellige motstander i denne type trening, i håp om å forbedre sprintprestasjonen. En voksende trend er interessen for tung motstand under løpet. Det fins ingen definisjon på «tung» motstand, men i forskning er motstand som senker maksimal hastighet med over 10% (Alcaraz et al., 2008), og motstand som består av 7,5-15% av kroppsvekten, metoder som er brukt. Metoden som inneholder motstanden på 7,5-15% av kroppsvekten oppleves i forskning som mindre presis, da den kan være meget partisk mot underlagsfriksjonen, og utelater utøverens relative styrke (Cross et al., 2019).

Forskning som tar i bruk motstandsløp med tung belastning har vist varierende resultater, noe som kan komme av ulik bruk av metode. Av de studiene som viser positiv effekt, så virker det å være en trend at effekten kommer tidlig i løpet (akselerasjonsfasen) (Bachero-Mena &

González-Badillo, 2014; Cahill et al., 2020; Kawamori, Newton, Hori, et al., 2014; Morin et al., 2017), mens en annen studie viste mellomtidsforbedringer mellom 10 og 30 meter (Pareja-Blanco et al., 2021). En studie publisert i 2020 så nettopp på dette med motstandsløp utført i 2 forskjellige grupper med 2 ulike belastninger, og effekten av dette opp mot en kontrollgruppe. Den ene intervensjonsgruppen hadde motstand på sprintene som tilsvarte -60% hastighetstap, mens gruppe nummer to hadde -50% hastighetstap. Hovedresultatene fra studien var at begge belastningsgruppene hadde forbedring på sprinttid, men -50% var eneste gruppen som viste signifikante endringer sammenlignet med kontrollgruppen. Det kan derfor indikere at sprinttrening med motstand kan være gunstig for å forbedre sprintprestasjonen. Det trengs også mer forskning på feltet, men ut ifra denne forskningen virket -50% hastighetstap mer fordelaktig enn -60% (Lahti et al., 2020).

En annen metaanalyse gjort i 2018 tok også for seg effekten av motstandsløp på sprintprestasjon. Studien endte opp med 13 ulike artikler, både med og uten kontrollgruppe, som ønsket å undersøke effekten av motstandsløp. Metaanalysen oppsummerer med at på grunn av deres mange variabler som kan bli påvirket (belastning, avstand, friksjon, osv.) gjør undersøkelsen vanskelig, og ikke minst finne en optimal protokoll på hvordan treningen bør gjennomføres. Uansett så var hovedfunnene ved studien at motstandsløp for sprintytelse hovedsakelig forbedrer løpsprestasjonen i akselerasjonsfasen. Effekten var derimot triviell eller lav på makshastighet eller i spurter på 20m eller lenger. Det ble heller ikke observert noe ekstra fordel når motstandsløp ble sammenlignet med tradisjonelle løp uten motstand, i de studiene hvor dette ble sammenlignet (Alcaraz et al., 2018). En tanke for videre forskning kan være å sammenligne motstandsløp med annen styrketrening. Rent praktisk vil konkurranseutøvere ikke bare utføre én øvelse for økt prestasjon, uansett hva det gjelder. Det å derfor se motstandsløp i sammenheng med annen styrketrening kan være spennende (Petrakos et al., 2016).

## 2.7 Oppsummering

Sprintprestasjon er en meget sammensatt bevegelse, og derfor vanskelig å finne enkeltfaktorer som har stor betydning for prestasjon. Ved gjennomgang av nåværende teori er det ingen klar konsensus på hva som er viktigst av kraft- eller hastighetsegenskaper. Litteraturen viser til at kraftproduksjon kan være viktig spesielt de første meterne av en sprint (akselerasjonsfasen) (Sleivert & Taingahue, 2004; Wisløff et al., 2004), samtidig som andre observerer at  $P_{\max}$  er den viktigste faktoren for sprintakselerasjonsprestasjon (Samozino et al., 2021). Powertrening kan oppfattes mer idrettsspesifikt for sprintprestasjon med metodens fokus på hastighet under treningen (Cormie et al., 2011b), men det er usikkert om det er en bedre metode enn tradisjonell styrketrening.



## 3.0 Metode

### 3.1 Studiedesign

Denne oppgaven er en del av et større prosjekt i regi av Universitet i Agder, som undersøkte effekten av et individualisert treningsstimuli ut ifra en kraft-hastighetsprofil. Prosjektet ble gjennomført som en randomisert og kontrollert studie ((RCT) randomized controlled trial). I denne masteroppgaven er data fra baseline brukt, i tillegg til å se på korrelasjoner for endring fra pre til post. Sekundærdata er altså brukt til denne oppgavens interesse, og kommer fra det større forskningsprosjektet som hadde en annen hensikt enn denne masteroppgaven.

Det ble først gjennomført pre test for å klassifisere kraft-hastighetsprofiler. Testene som ble utført var først kroppsanalyse i DEXA scan med ultralyd, etterfulgt av 30 meter sprint, svikthopp, 1RM knebøy, power-test i benkpress og Keiser beinpress. Ut ifra kraft hastighetsprofilen fikk intervensjonsgruppen og kontrollgruppen et treningsprogram som strakk seg over 8 til 12 uker. Intervensjonsgruppen fikk et individualisert treningsprogram som etter sin hensikt skulle optimalisere kraft-hastighetskurven ved å trene på sin svakhet. Kontrollgruppen fikk et balansert treningsprogram med en lik fordeling mellom kraft og hastighet. Treningsintervensjonen avsluttet med en post test for å kartlegge resultatene av perioden, gjort på samme tester som i pre testen.

### 3.2 Deltakere

Deltakerne i studien var i alderen 18 til 32 år ( $22 \pm 3,8$  (gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik)) og bestod av både menn ( $n=53$ ) og kvinner ( $n=30$ ). Utøverne spiller på et høyt nivå i Norge, fordelt på idrettene fotball og håndball. Erfaring innenfor styrketrening var noe varierende. Noen hadde god erfaring, og drev regelmessig med styrketrening 3-5 dager i uken. Mens andre hadde prøvd styrketrening kun et par ganger tidligere. Ingen av utøverne hadde alvorlige skader, og alle var friske med tanke på symptomer som feber, hoste og nedsatt funksjonsevne. For å ikke bli ekskludert fra studien, var utøverne nødt til å gjennomføre minst 75% av styrketreningen.

### 3.3 Treningsintervensjonen

Treningsprogrammet hos både intervensjonsgruppen og kontrollgruppen bestod av 3 økter i uken. En gjengående trend i alle intervensjonsgruppene, var at alle hadde en tung, en lett, og en overkropps økt i løpet av uken.

De tre ulike treningsgruppene man kunne havne i var altså hastighetsfokuseret, kraftfokuseret, eller balansert. Det hastighetsfokuserete treningsopplegget hadde naturligvis et større fokus på eksplosivitet (tabell 1). Dag 1 (tung) hadde totalt 15 arbeidssett, dag 2 (lett) med 13, og dag 3 (overkropp) med 15. Den tunge økten har litt ulik belastning som starter med 3 serier på 1-2 RIR i belastning, etterfulgt av 2 serier på 50% av 1RM. Belastningen med 2 serier på 50% av 1RM er også gjengående i økt 2 (lett). Overkroppsøkten har et ballistisk preg med øvelser som omhandler kast og støt. Belastningen i løpet av økten ligger på vekter mellom 4 og 6 kg, 5+ RIR, og kroppsvekts øvelser.

Når det gjelder treningsprogrammet med kraft som fokus så er oppsettet litt annerledes (tabell 2). Totale arbeidssett ligger på 12 i økt 1 (tung), 10 i økt 2 (lett), og 15 i økt 3 (overkropp). I motsetning til hastighetsgruppen, og sine 2 serier ved 50% av 1RM, er belastningsstyringen litt annerledes i kraftgruppen. Belastningen styres mer via repetisjoner i reserve (reps in reserve (RIR)), og ligger på 1-2 RIR. Økt 2 (lett) har også tunge serier med 1-2 RIR, men antall serier senkes fra 3 serier i økt 1, til 2 i økt 2. Overkroppsøkten har derimot 1-2 RIR i alle 6 øvelsene.

Siste treningsgruppe er de med et balansert fokus mellom hastighet og kraft (tabell 3). Økt 1 (tung) og 2 (lett) har begge 14 arbeidsset, mens overkroppsøkten har 15 set. Belastningen varierer litt mellom det som går igjen hos både kraftgruppen og hastighetsgruppen, med først tung styrke og en belastning på 1-2 RIR, etterfulgt av øvelser med litt mer eksplosivt fokus og belastning på kroppsvekt, og 50% av 1RM.

Tabell 1. Treningsprogram for hastighetsfokuset gruppe

<b>Dag 1 - Tung</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Halve knebøy	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Eksplisvt opp Med strikk, pause i bunn før hvert hopp.
Knebøyhopp	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Negativ	3-4 min	Maks innsats
Trapbar- hopp, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min	Eksplisvt, hopp/opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Step up	5 x 2	5 x 2	5 x 2	10-20kg	3-4 min	Med manualer, alternere per fot
Hoftehev	8 x 3	5 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	En fots, lavt fotfeste
Hopp over list/kosteskaft	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Partner holder eventuelt kosteskaft oppe
Sum antall set:	15	15	15			

<b>Dag 2 - Lett</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Knebøyhopp	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Negativ	3-4 min	Med strikk, pause i bunn før hvert hopp. Maks innsats
Trapbar- hopp, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min	Eksplisvt, hopp/opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Hopp på kasse	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	3-4 min	Med lite tilløp, land med utstrakte bein på kasse
Clean Pull	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min	Alternativt: Knebøyhopp
Trapphopp	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Trapphopp med armsving. 2 hopp i trapp pr repetisjon
Enfots hopp i trapp	10 x 2	10 x 2	10 x 2	Kroppsvekt	1-2 min	Hender på hofte, legghopp
Sum antall set:	13	13	13			

<b>Dag 3 - Overkropp</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Medisinball-støt	5 x 3	5 x 3	5 x 3	4-6kg	2-3 min	Støt medisinball med rotasjon i overkropp
Enarms-roing på benk	8 x 3	6 x 3	3 x 3	5+ RIR	2-3 min	Armer og kne på benk Knestående, kast fra hender over hode,
Medisinball-kast	5 x 3	5 x 3	5 x 3	4-6kg	2-3 min	skrått nedover
Benkpress	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Konvensjonell
Eksplisive pullups	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Strikk til avlastning for å gjøre eksplisvt
Pushups med klapp	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Maks innsats
Sum antall set:	15	15	15			

RIR: Reps in reserve, kg: kilogram, pr: per, 1RM: en repetisjon maksimum, reps: repetisjoner

Tabell 2. Treningsprogram for kraftfokusert gruppe

<b>Dag 1 - Tung</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Markløft	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	
Hoftehev	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	En fots, høyt fotfeste
Bulgarsk utfall	8 x 2	6 x 2	3 x 2	5-6 RIR	2-3 min	Antall reps = pr fot
Frontbøy	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Alternativt beinpress
Trapbar, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	70 % 1RM	3-4 min	Eksplisvt, opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Sum antall set:	12	12	12			

<b>Dag 2 - Lett</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Knebøy	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Så dypt man kommer med god teknikk
Enfots mark	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Bakre fot i bakken for balanse
Bulgarsk utfall	8 x 2	6 x 2	3 x 2	5-6 RIR	2-3 min	Antall reps = pr fot
Trapbar, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min	Eksplisvt, hopp/opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Ettbeins tåhev	10 x 2	10 x 2	10 x 2	5-6 RIR	1-2 min	Smithmaskin / beinpress
Sum antall set:	10	10	10			

<b>Dag 3 - Overkropp</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Benkpress	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Konvensjonell
Pullups- med vekt	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Eventuelt med strikk ved behov. Skal være tungt
Pullover	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Med z-stang eller manualer. På benk
Skråbenk, manualer	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Lett skrå
Enarms roing	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Armer og kne på benk
Skulderpress	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Sittende eller stående
Sum antall set:	15	15	15			

RIR: Reps in reserve, kg: kilogram, pr: per, 1RM: en repetisjon maksimum, reps: repetisjoner

Tabell 3. Treningsprogram for balansertfokusert gruppe

<b>Dag 1 - Tung</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Markløft	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Konvensjonell, stopp i bunn
Frontbøy	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Alternativt beinpress
Bulgarsk utfall	8 x 2	6 x 2	3 x 2	5-6 RIR	2-3 min	Antall reps = pr fot
Hoftehev	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	En fots, høyt fotfeste
Trapbar- hopp, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	2-3 min	Eksplisvt, hopp/opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Trapphopp	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Trapphopp med armsving. 2 hopp i trapp pr repetisjon
Sum antall set:	14	14	14			

<b>Dag 2 - Lett</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Knebøyhopp	5 x 3	5 x 3	5 x 3	Negativ	3-4 min	Med strikk, pause i bunn før hvert hopp. Maks innsats
Trapbar- hopp, lavt håndtak	5 x 2	5 x 2	5 x 2	50 % 1RM	3-4 min	Eksplisvt, hopp/opp på tå. 1-2 sek pause i bunn
Hopp på kasse	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	3-4 min	Med lite tilløp, land med utstrakte bein på kasse
Trapphopp	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Trapphopp med armsving. 2 hopp i trapp pr repetisjon
Enfots hopp i trapp	10 x 2	10 x 2	10 x 2	Kroppsvekt	1-2 min	Hender på hofte, legghopp
Markløft	8 x 3	6 x 3	4 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Konvensjonell, stopp i bunn
Sum antall set:	14	14	14			

<b>Dag 3 - Overkropp</b>	<b>Reps x Set</b>					
<b>Øvelse</b>	<b>Økt 1-3</b>	<b>Økt 4-6</b>	<b>Økt 7-9</b>	<b>Belastning</b>	<b>Pause</b>	<b>Kommentar</b>
Benkpress	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Konvensjonell
Enarms roing	8 x 3	6 x 3	3 x 3	1-2 RIR	2-3 min	Armer og kne på benk
Pullover	8 x 3	6 x 3	3 x 3	5 RIR	2-3 min	Med z-stang eller manualer. På benk. Lett og eksplisvt
Skråbenk, manualer	8 x 2	6 x 2	3 x 2	1-2 RIR	2-3 min	Lett skrå
Eksplisive pullups	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Strikk til avlastning for å gjøre eksplisvt
Pushups med klapp	5 x 2	5 x 2	5 x 2	Kroppsvekt	2-3 min	Maks innsats
Sum antall set:	15	15	15			

RIR: Reps in reserve, kg: kilogram, pr: per, 1RM: en repetisjon maksimum, reps: repetisjoner

## 3.4 Testprosedyrer

### 3.4.1 DEXA scan

Kroppssammensetning ble målt via dEXA scan (General Electric Company, Madison, USA). Utøverne startet med å kle av seg til undertøyet (boxershorts hos menn, eller shorts og sportsbh hos kvinner). Deretter ble to styrofoam biter plassert i armhulen på individet, samt to brikker å legge hendene i. Sistnevnte for å holde armene plassert på sengen. En styrofoamplate ble også brukt til føttene. Borrelås ble festet rundt ankene, samt overkropp og armer for at individets stilling skulle holdes under hele testen. Skanningen varte omtrent 5 minutter.

### 3.4.2 Keiser beinpress

Keiser beinpress (A300, Keiser Corporation, Fresno CA, USA) ble brukt for å måle maksimal- beinpresskraft, beinpresshastighet og power hos utøverne. Sammen med beinpressapparatet ble Keiser sitt eget program brukt for å registrere verdiene, og fremstille en kraft-hastighetsprofil. Før start ble sete stilt inn slik at lårbeinet hadde en vertikal retning. Seteposisjon ble registrert slik at samme sittstilling ble brukt i både pre og post test. Antatt maksimal belastning ble registrert i apparatet før start, og delt opp i 10 belastninger. Utøverne gjennomførte 2 oppvarmingssett for å gjøre seg kjent med øvelsen. Når testen var i gang økte belastningen for hvert sett, i samsvar med pauselengden. Jo tyngre belastning, jo lengre pause. Uansett belastning og nivå ble utøveren instruert til å utføre repetisjonen så raskt og eksplosivt som mulig. Testen var over når utøveren ikke klarte å utføre en fullstendig beinpress.

### 3.4.3 Svikthopp

For å måle spenst ble det tatt i bruk øvelsen CMJ (counter movement jump). For å kunne si noe om hopp høyde ble CMJ utført på en kraftplate, AMTI (Advanced Mechanical Technology, Inc Waltham Street, Watertown, USA) og Kistler 9286BA (Kistler Instrumente AG, Sveits), og analysert via programmene AMTI, Custom Writen Program, BioJump og Mars (Measurement, analysis & reporting software). Testen ble standardisert med at alle måtte utføre hoppet med henda plassert på hoften. Beinbredde og dybde på svikthoppet kunne utøverne styre selv. Dybden på svikthoppet ble derimot målt, for å kunne si noe om arbeidsveien hos hvert enkelt. Før start ble det tatt beinlengde av hver person. Individet ble fortalt om å legge seg på rygg, med beina inntil veggen med utstrakt ankel. Det ble deretter

målt lengde fra veggen, og til toppunktet av hoftekammen for å kunne si noe om total beinlengde.

Testen startet først med 2 til 3 hopp for å kunne kjenne litt på teknikk og utførelse av hoppet. Det ble deretter gjennomført 2 serier med 3 hopp kroppsvekt, 1 serie med 2 repetisjoner på +40kg, og siste serie med 2 repetisjoner på +80kg. Ekstern belastning ble lagt til via vektskiver og en Eleiko 20kg vektstang plassert på toppen av ryggen. Mellom hver serie var det 2 minutter pause, og om lag 10 sekunder pause mellom hver repetisjon. Bestemmelsen av ekstern motstand i serie 9 og 10 kom av hopp høyde på +40kg. Hopp høyde under 15cm resulterte i en sistebelastning på +70kg, 15-25cm på +80kg, og +25cm på +90kg.

#### 3.4.4 Sprint

Sprinttest ble tatt i bruk for å måle hurtighet, eksplosivitet og topphastighet hos utøverne. For å måle individene ble software til MuscelLab og Biorun tatt i bruk, hvorav lasermåling ble gjort hver 5 meter (0-m, 5-m, 10-m, 15-m og 20-m) (MuscleLab, Timing Gate, Optical timing gates (photo cells), IC Control TrackTimer, og Bio.Run Biomekanikk AS). Før start ble det gjennomført 10 minutter rolig jogg, med en avslutning på to til tre stigningsløp på den aktuelle testlengden. Hver utøver skulle deretter igjennom tre testløp med to minutters pause mellom hvert løp. Hadde utøveren progresjon gjennom alle tre løpene, skulle et fjerde løp gjennomføres. For å standardisere og øke reliabiliteten på testen ble det forklart til hver utøver at en løpende start var ikke tillatt. Fremste foten skulle også plasseres på startlinjen, slik at starten ble lik for alle. Om man startet med høyre eller venstrefoten var opp til utøveren.

#### 3.5 Statistisk analyse

Det ble først gjennomført en fordelingssjekk på de aktuelle verdiene, for å sjekke om de var normale, - eller skeivfordelt. Alle variablene var normalfordelt, og det ble derfor gjennomført Pearsons korrelasjonsanalyser for å sjekke samvariasjonen mellom 20 meter sprint og  $F_0$  (maksimal kraft),  $F_0/kv$  (kroppsvekt),  $V_0$  (maksimal hastighet),  $P_{max}/kv$ , Fett% og 1RM knebøy/kv. Videre ble 20 meter sprinttid og de aktuelle faktorene gjort om til % endring fra baseline. Dette ble gjennomført ved å subtrahere post-verdi, med pre-verdi. Deretter ble denne verdien dividert med pre verdi, for så ganget med 100 for å få verdien i %. % endring fra baseline ble også gjennomført i Pearsons korrelasjonsanalyser. Videre ble lineær regresjonsanalyse gjennomført, for å sjekke den observerte  $R^2$  (determinantkoeffisient)

mellom 20 meter sprint og ulike faktorer. Dette ble gjennomført både med pre verdier, og % endring fra baseline. Avslutningsvis ble det gjennomført en multippel regresjonsanalyse mellom 20 meter sprint, maksimal kraft og maksimal hastighet sammen med høyde og vekt, både med pre verdier og % endring fra baseline. Signifikansnivå i oppgaven er satt ved  $p < 0.05$ .



## 5.0 Metodediskusjon

### 5.1 Metodiske styrke og svakheter

#### 5.1.1 Design

Dataen i denne studien ble innhentet gjennom et større forskningsprosjekt, hvor designet var en randomisert kontrollert studie (RCT). Utvalget ble randomisert inn i kontrollgruppe eller intervensjonsgruppe, og testet på like prinsipper ved pre og post. RCT er lenge blitt sett på som gullstandarden for eksperimentelle studier, hvor formålet er å sjekke effekten av noe (Grossman & Mackenzie, 2005). Mye av dette «gullstandard» stempelet kommer fra artikler som har diskutert teknikkene til designet gjennom mange år, og legger mest trykk på metodens fordeler gjennom randomisering, kontrollgruppe, blinding, ekskluderinger etter prøveinngang og tildelingsskjul (Grossman & Mackenzie, 2005). Men som tidligere nevnt så er denne studien kun en del av et større prosjekt. Med hensikten om å besvare sammenhengen mellom styrkeegenskaper og hastighetsegenskaper med sprintprestasjon, er det ikke tatt i bruk noe informasjon rundt effekten på intervensjonsperioden. Variabler er hentet fra pre-verdier, samt endringsprosent mellom sprintprestasjon og andre faktorer. Inndeling av intervensjonsgruppe/kontrollgruppe var ikke essensielt i denne studien. Designet på denne studien blir derfor sett på som en kohortstudie, samt tverrsnittsundersøkelse ved baseline. Det er i hovedsak to måter å innhente data på ved observasjonsstudier, primærdata eller sekundærdata. Primærdata går ut på å innhente data med hensikt til studiens formål. Sekundærdata fungerer derimot slik at dataen allerede har blitt innhentet til et annet formål, men brukes av etterforskeren til å undersøke et nytt forskningsprosjekt (Carlson & Morrison, 2009). Det har derfor vært en sekundær innhenting av data i dette studiet, fordi dataen som tidligere nevnt hentes fra et annet større forskningsprosjekt. Formålet ved en kohortstudie handler om å observere uten å manipulere utvalget. Et klassisk kjennetegn ved observasjonsstudier er å vurdere alternative forklaringer på studieresultatet, noe som blir sett på som primærutfordringen ved observasjonsstudier (Carlson & Morrison, 2009; Mamdani et al., 2005).

Som nevnt i avsnittet over så er det også gjort tverrsnittsundersøkelser i studien. Tverrsnitt er en observasjonsmetode der eksponering og utfall bestemmes samtidig for hvert emne, og beskrives ofte som et øyeblikksbilde av gruppen (Carlson & Morrison, 2009).

Tverrsnittundersøkelse kan oppleves som tidssparende og effektiv, men har også noen utfordringer som er verdt å ta med i betraktningen. Når eksponering og utfall blir vurdert samtidig er det ingen bevis for en tidsmessig sammenheng mellom faktorene. Dette vil altså si at selv om forskeren kan anslå en assosiasjon mellom faktorene, er det ingen bevis for at eksponeringen forårsaket utfallet (årsakssammenheng) (Carlson & Morrison, 2009). I praksis så vil dette si at selv om  $V_0$  hadde en sterk korrelasjon med 20 meter sprintprestasjon, betyr ikke dette at en økning i  $V_0$  garanterer en reduksjon i sprinttid.

### 5.1.2 Intervensjonen

### 5.1.3 Utvalget

Et utvalg i en studie, uavhengig design, vil være viktig av mange grunner. Er populasjonen representativ, er det mulig å generalisere dette utvalget med populasjonen, størrelse på utvalget i studien, osv. Det var i utgangspunktet 83 idrettsutøvere med i studien, noe som er en relativt fin størrelse på et utvalg, da det kan være svært krevende å få med toppidrettsutøvere på intervensjonsstudier. Det oppsto et drop out på totalt 31 personer, hvorav hovedgrunnen hos de fleste var «ikke gjennomført post-test» eller treningsintervensjon ikke gjennomført. Risikoen med drop out er at tapet på personene skaper en viss skjevhet i studien (Carlson & Morrison, 2009). Sentrale grunner for drop out var blant annet sykdommen covid-19, og at studien foregikk i sesong for mange av idrettsutøverne. Intervensjonsperioden var der imot ikke sentralt for denne studiens problemstilling utover at de som er med fikk trent slik at de skapte endringer i variablene, og studien fikk beholdt et godt utvalg på flere av de undersøkte faktorene.

Utvalget fra studien kommer som tidligere nevnt fra en annen større studie, hvor designet er eksperimentelt (randomisert kontrollert studie). Typisk ved utvalg i randomiserte kontrollerte studier er et svært kontrollert miljø, eksponering tildeles før utfallet er fastslått, kan si noe om effekt, og har høy intern validitet (Carlson & Morrison, 2009). Det er vist at et utvalg utelukkende basert på tilpasning av observerte data kan føre til dårligere generalisering (Carlson & Morrison, 2009). Det kan derfor være positivt at studiens utvalg representerer ulike idretter (fotball og håndball), men også ulike nivå og kjønn (toppnivå håndball herrer og første divisjon damefotball).

#### 5.1.4 Målemetoder

##### Keiser

Målemetodene som er tatt i bruk for registrering av data er Keiser beinpress A300, DEXA scan og knebøy med vektstang. Keiser beinpress ble brukt for måling av  $F_0$ ,  $V_0$  og  $P_{max}$ . Det finnes tidligere litteratur som også har brukt tilsvarende Keiser apparat til å danne kraft-hastighetsprofiler på samme utvalg, samt undersøkte validitet og reliabilitet ved testapparatet. Det er observert at Keiser beinpress gir gyldige målinger over et bredt spekter av kraft og hastighetsverdier, også på tvers av ulike enheter (Lindberg et al., 2021). En interessant observasjon som Lindberg og kollegaene fant var at Keiser apparatet undervurderte kraft og power verdiene når utøverne gjennomførte repetisjoner med maksimal innsats på lav motstand (Lindberg et al., 2021). Dette er minst like viktige verdier som de som gjennomføres med maksimal innsats på høy motstand, og burde være en faktor å kontrollere for under forskningsprosjekt hvor Keiser beinpress blir anvendt. Videre, i en annen studie gjennomført av Lindberg m. flere (Lindberg et al., 2022) ble det undersøkt test-retest-påliteligheten for måling av styrke og power hos 100 idrettsutøvere ved Keiser beinpress A300. Det ble observert at måling av power gjennom Keiser beinpress var den eneste målemetoden sammen med spinningssyssel som viste et signal-støy-forhold bedre enn 1, noe som tilsvarer et forhold som innebærer mer signal enn støy ved måling (Lindberg et al., 2022). Den gode påliteligheten oppsummeres også gjennom 2 hovedfaktorer, 1) Ved testgjennomgang i Keiser beinpress ble push-off avstand og leddvinklene fastsatt fra pre- til posttest, noe som førte til en god standardisering og påvirkning på måleverdiene (Lindberg et al., 2022). 2) Testen ble også gjennomført med en 10- repetisjonsprotokoll, inkludert flere forsøk. Ved utførelse av flere repetisjoner har det en tendens til at iboende feil opphever hverandre, noe som gir gunstige effekter med hensyn til testpåliteligheten (Lindberg et al., 2022). Så lenge knevinkel, push-off avstand og grad av support fra forsker/supportere blir standardisert, tyder Keiser beinpress A300 på å være en god målemetode.

##### DEXA-scan

Innføringen av dexta scan på 1980-tallet for vurdering av beinmineralitet var til stor fordel for blant annet leger og forskere (Toombs et al., 2012). Selv om DEXA scan lenge har blitt sett på som en god metode for måling av kroppssammensetning og nøyaktige resultater, er det ofte en metode som er utilgjengelig for befolkningen generelt og dyrt å gjennomføre (Jensky-

Squires et al., 2008). Det er også viktig ved testing av individer via DEXA å standardisere målingene. Med dette så menes det blant annet fasting før måling, komme relativt likt utkvilt per måling, hydreringsstatus, hvor mye plagg som beholdes på under målingen, osv. (A. Nana et al., 2015). Ved gjennomføring av dexa scan hos idrettsutøvere så passer testmetoden for de fleste (fysisk), prosessen er rask (5-15 min), gir et godt bilde på kroppssammensetningen, lav stråledose og trygt for faste målinger, samt at metoden ikke er særlig påtrengende (Nana et al., 2015). Men som tidligere nevnt så er testmetoden dyr å gjennomføre, metoden er stasjonær, flere utøvere kan oppfattes som for store til «sengen» som man ligger på under måling, samt at man er avhengige av testpersonale for gjennomføring (Nana et al., 2015). Men på grunn av dexa scan sin gode presisjon, store tilgjengelighet og lave stråledose, er dexa scan uansett et praktisk og nyttig diagnostisk verktøy for vurdering av kroppssammensetning (Toombs et al., 2012)

### Knebøy

1RM testing ble gjennomført for å måle den maksimale styrken til individet, og blir sett på som gullstandard for måling av muskelstyrke i ikke-laboratoriske situasjoner (Seo et al., 2012). Knebøy er en definert øvelse som tar for seg flere muskelgrupper, og krever til en viss grad innspill av god teknikk for god utførelse. I den nåværende studien var det en kontrollert oppbygging til det aktuelle 1RM forsøket, og samme testperson utførte både pre og post test på utøverne. I en studie publisert i 2012 så de på reliabiliteten til 1RM testing iblant annet knebøy. Det ble funnet en høy ICC verdi (0.994  $p < 0,01$ ) ved test og retest hos både menn og kvinner i alderen 18-35 år, noe som ligner på denne studiens utvalg. I en annen studie ble det funnet en TE% (typical error) på 0,3% til 12,1% ved 1RM test i knebøy (Lindberg et al., 2022). TE% verdien bør i utgangspunktet være så lav som mulig, eller hvert fall lav sammenlignet med størrelsen på endringen i ytelse. Av de 7 testene i studien til Kolbjørn m. flere (Lindberg et al., 2022) ble det observert at 1RM knebøy hadde det største test-retest variasjonen, samt det svakeste forholdet mellom signal og støy. Det tyder altså på at kontrollering i form av dybde, utførelse, protokoll og grad av support er spesielt viktig for test påliteligheten i 1RM knebøy.

## Sprint

Akselerasjon er en viktig faktor for suksess hos lagidrettsutøvere (Duthie et al., 2006), og valg av målemetode er derfor viktig med tanke på reliabilitet og validitet ved målingene. Det opplevdes noen utfordringer med utstyret MuscleLab ved måling av sprint. Eksempel på dette kan være at utøveren begynte å løpe, men når personen var i mål ble ikke løpet registrert. Dette gjorde at enkelte individer måtte gjennomføre ett eller to flere løp enn planlagt, som igjen tapper personen for energi og kan påvirke resultatet. Metoden som består av fotoceller og infrarød stråle som reflekteres i en reflektor kan i tilfeller utløses ved tidlige bevegelser som knær eller armer (Haugen & Buchheit, 2016). Sensorene var også plassert i brysthøyde, noe som fører til at strålingen kan bli brutt ved to tilfeller (armer og torso). Tidligere forskning har diskutert rundt dette, og foreslått at målingen heller burde skje i hodehøyde hvor kun en kroppsdel bryter målingen (Dyas & Kerwin, 1995). Om dette er avgjørende for å unngå målefeil er usikkert, men kan være en detalj å ta med seg til senere forskning.

### 5.1.5 Statistisk analyse

Det er gjennomført Pearson korrelasjonsanalyser for å sjekke samvariasjon mellom sprintprestasjon og ulike faktorer ( $F_0$ ,  $V_0$ ,  $F_0/kv$ ,  $P_{max}$ , Fett% og 1RM Knebøy/kv). En korrelasjonsanalyse studerer om det er en sammenheng mellom 2 observerte variabler, og estimerer styrken til denne sammenhengen (Schober et al., 2018). En vanlig feil ved tolkning av korrelasjonsanalyser er å ikke ta betraktning om en mulig tredjevariabel som har påvirkning på utfallet. Korrelasjonsanalyser kan derfor ikke konkludere med noe årsakssammenheng selv om korrelasjonen er sterk (Hazra & Gogtay, 2016). Det samme gjelder derfor i denne studien, hvorav 20 meter sprintprestasjon ga en korrelasjon på  $-0,761^{**}$  med  $P_{max}/kv$ . En økning i  $P_{max}/kv$  verken forklarer eller garanterer en nedgang i 20 meter sprintprestasjon, men det er observert en sammenheng mellom variablene.

Multipel regresjon er en statistisk metode som kan bli brukt for å analysere relasjonen mellom én avhengig variabel, og flere uavhengige variabler. Multipel regresjon, som alle statistiske analyser basert på korrelasjon, har sin begrensning når det kommer til å forklare årsakssammenhenger (Allison, 1999). Formålet med multipel regresjon var å undersøke påvirkningen kraft og hastighet har på 20 meter sprintprestasjon med høyde og vekt med i betraktningen. Analysen gir altså ikke en årsaksforklaring, men kan bidra med å kontrollere for andre faktorer som påvirker både den avhengige variabelen (Allison, 1999).

## Referanseliste

- Alcaraz, P. E., Carlos-Vivas, J., Oponjuru, B. O., & Martínez-Rodríguez, A. (2018). The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 48(9), 2143-2165.
- Alcaraz, P. E., Elvira, J. L., & Palao, J. M. (2014). Kinematic, strength, and stiffness adaptations after a short-term sled towing training in athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 24(2), 279-290. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01488.x>
- Alcaraz, P. E., Palao, J. M., Elvira, J. L., & Linthorne, N. P. (2008). Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *J Strength Cond Res*, 22(3), 890-897. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816611ea>
- Allison, P. D. (1999). *Multiple regression: A primer*. Pine Forge Press.
- Álvarez, J. A. E., García, J. P. F., Da Conceição, F. A., & Jiménez-Reyes, P. (2019). Individualized training based on force-velocity profiling during jumping in ballet dancers. *International journal of sports physiology and performance*, 15(6), 788-794.
- Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European journal of applied physiology*, 96(1), 46-52.
- Bachero-Mena, B., & González-Badillo, J. J. (2014). Effects of resisted sprint training on acceleration with three different loads accounting for 5, 12.5, and 20% of body mass. *J Strength Cond Res*, 28(10), 2954-2960. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000492>
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2006). Adaptations in upper-body maximal strength and power output resulting from long-term resistance training in experienced strength-power athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 541-546.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *J Strength Cond Res*, 22(1), 153-158.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 153-158.
- Bangsbo, J. (1998). The physiological profile of soccer players. *Sports exercise and injury*, 4(4), 144-150.
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*, 35(13), 1095-1100.
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol* (1985), 74(1), 359-368.
- Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., Chaouachi, A., Prieske, O., & Granacher, U. (2017). Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol*, 8, 423.
- Bellinger, P., Bourne, M. N., Duhig, S., Lievens, E., Kennedy, B., Martin, A., Cooper, C., Tredrea, M., Rice, H., Derave, W., & Minahan, C. (2021). Relationships between Lower Limb Muscle Characteristics and Force-Velocity Profiles Derived during

- Sprinting and Jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 53(7), 1400-1411.  
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002605>
- Bottinelli, R., Pellegrino, M. A., Canepari, M., Rossi, R., & Reggiani, C. (1999). Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. *J Electromyogr Kinesiol*, 9(2), 87-95. [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(98\)00040-6](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(98)00040-6)
- Brown, A. M., Kenwell, Z. R., Maraj, B. K., & Collins, D. F. (2008). "Go" Signal Intensity Influences the Sprint Start. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1142.
- Brown., Kenwell, Z. R., Maraj, B. K., & Collins, D. F. (2008). "Go" signal intensity influences the sprint start. *Med Sci Sports Exerc*, 40(6), 1142-1148.
- Burke, R. (1981). Motor units: anatomy, physiology and functional organization. 1n Handbook of physiology. The nervous system. *Motor control/Ed. Brookhart JM, Mountcastle VB Bethesda, Md.: Amer. Physiol. Soc*, 345.
- Cahill, M. J., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Clark, K. P., Lloyd, R. S., & Cross, M. R. (2019). Sled pushing and pulling to enhance speed capability. *Strength & Conditioning Journal*, 41(4), 94-104.
- Cahill, M. J., Oliver, J. L., Cronin, J. B., Clark, K. P., Cross, M. R., & Lloyd, R. S. (2020). Influence of resisted sled-push training on the sprint force-velocity profile of male high school athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 30(3), 442-449. <https://doi.org/10.1111/sms.13600>
- Caiozzo, V. J., Perrine, J. J., & Edgerton, V. R. (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 51(3), 750-754.
- Carlson, M. D., & Morrison, R. S. (2009). Study design, precision, and validity in observational studies. *J Palliat Med*, 12(1), 77-82.
- Chaouachi, A., Hammami, R., Kaabi, S., Chamari, K., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. *J Strength Cond Res*, 28(6), 1483-1496. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000305>
- Chelly, S. M., & Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 326-333.
- Colyer, S. L., Nagahara, R., Takai, Y., & Salo, A. I. T. (2018). How sprinters accelerate beyond the velocity plateau of soccer players: Waveform analysis of ground reaction forces. *Scand J Med Sci Sports*, 28(12), 2527-2535. <https://doi.org/10.1111/sms.13302>
- Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 26(4), 937-940.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 173-177.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *J Strength Cond Res*, 23(1), 177-186. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181889324>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(8), 1566-1581.

- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011a). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports Med*, *41*(1), 17-38.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011b). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*, *41*(2), 125-146.
- Costill, D. L., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., & Saltin, B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol*, *40*(2), 149-154.
- Coyle, E. F., Feiring, D. C., Rotkis, T. C., Cote, R. W., 3rd, Roby, F. B., Lee, W., & Wilmore, J. H. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, *51*(6), 1437-1442.
- Cracraft, J. D., & Petajan, J. H. (1977). Effect of muscle training on the pattern of firing of single motor units. *Am J Phys Med*, *56*(4), 183-194.
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med*, *35*(3), 213-234.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, *19*(2), 349-357. <https://doi.org/10.1519/14323.1>
- Cross, M. R., Lahti, J., Brown, S. R., Chedati, M., Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Eriksrud, O., & Morin, J. B. (2018). Training at maximal power in resisted sprinting: Optimal load determination methodology and pilot results in team sport athletes. *PLoS One*, *13*(4), e0195477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195477>
- Cross, M. R., Tinwala, F., Lenetsky, S., Brown, S. R., Brughelli, M., Morin, J. B., & Samozino, P. (2019). Assessing Horizontal Force Production in Resisted Sprinting: Computation and Practical Interpretation. *Int J Sports Physiol Perform*, *14*(5), 689-693.
- de Haan, A., Jones, D. A., & Sargeant, A. J. (1989). Changes in velocity of shortening, power output and relaxation rate during fatigue of rat medial gastrocnemius muscle. *Pflugers Arch*, *413*(4), 422-428. <https://doi.org/10.1007/bf00584493>
- de Villarreal, E. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*, *23*(2), 495-506.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, *27*(8), 1203-1209.
- Desmedt, J. E., & Godaux, E. (1977). Ballistic contractions in man: characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibialis anterior muscle. *J Physiol*, *264*(3), 673-693.
- Desmedt, J. E., & Godaux, E. (1978). Ballistic contractions in fast or slow human muscles: discharge patterns of single motor units. *J Physiol*, *285*, 185-196.
- di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *J Exp Biol*, *208*(Pt 14), 2809-2816.
- Duchateau, J., & Hainaut, K. (1984). Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, *56*(2), 296-301. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.56.2.296>
- Duthie, G. M., Pyne, D. B., Ross, A. A., Livingstone, S. G., & Hooper, S. L. (2006). The reliability of ten-meter sprint time using different starting techniques. *J Strength Cond Res*, *20*(2), 246-251.



- Dyas, J., & Kerwin, D. (1995). A photocell based timing system for studying linear kinematics of running. *Proceedings of the Sports Biomechanics Section of the British Association of Sport and Exercise Sciences*, 20, 29-32.
- Enoka, R. M., & Fuglevand, A. J. (2001). Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle Nerve*, 24(1), 4-17.
- Ettema, G., McGhie, D., Danielsen, J., Sandbakk, Ø., & Haugen, T. (2016). On the Existence of Step-To-Step Breakpoint Transitions in Accelerated Sprinting. *PLoS One*, 11(7), e0159701.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, 30(7), 625-631.
- Furusawa, K., Hill, A. V., & Parkinson, J. (1927). The dynamics of "sprint" running. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 102(713), 29-42.
- Geyer, H., Seyfarth, A., & Blickhan, R. (2006). Compliant leg behaviour explains basic dynamics of walking and running. *Proc Biol Sci*, 273(1603), 2861-2867.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Wulf Helge, J., & Enoksen, E. (2015). *Idrettens treningslære*.
- Grimby, L., Hannerz, J., & Hedman, B. (1981). The fatigue and voluntary discharge properties of single motor units in man. *J Physiol*, 316, 545-554.
- Grossman, J., & Mackenzie, F. J. (2005). The randomized controlled trial: gold standard, or merely standard? *Perspectives in biology and medicine*, 48(4), 516-534.
- Grøn, Ø. (2021). *Newtons lover*. snl. Retrieved 30.03 from [https://snl.no/Newtons\\_lover](https://snl.no/Newtons_lover)
- Harridge, S. D. (1996). The muscle contractile system and its adaptation to training. In *Human muscular function during dynamic exercise* (Vol. 41, pp. 82-94). Karger Publishers.
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *J Strength Cond Res*, 22(3), 691-698.
- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. *Sports medicine*, 46(5), 641-656.
- Haugen, T., McGhie, D., & Ettema, G. (2019). Sprint running: from fundamental mechanics to practice-a review. *Eur J Appl Physiol*, 119(6), 1273-1287.
- Haugen, T. A., Breitschädel, F., & Seiler, S. (2019). Sprint mechanical variables in elite athletes: Are force-velocity profiles sport specific or individual? *PLoS One*, 14(7), e0215551.
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Med Open*, 5(1), 44.
- Hazra, A., & Gogtay, N. (2016). Biostatistics Series Module 6: Correlation and Linear Regression. *Indian J Dermatol*, 61(6), 593-601.
- Helgerud, J., Kemi, O., & Hoff, J. (2003). Pre-season concurrent strength and endurance development in elite soccer players. *Football (Soccer): New Developments in Physical Training Research Hoff, J and Helgerud, J, eds. Trondheim: NTNU*, 55-66.
- Henneman, E., Clamann, H. P., Gillies, J. D., & Skinner, R. D. (1974). Rank order of motoneurons within a pool: law of combination. *J Neurophysiol*, 37(6), 1338-1349.
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). FUNCTIONAL SIGNIFICANCE OF CELL SIZE IN SPINAL MOTONEURONS. *J Neurophysiol*, 28, 560-580.

- Hirvonen, J., Rehunen, S., Rusko, H., & Härkönen, M. (1987). Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 56(3), 253-259.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*, 34(3), 165-180.
- Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *J Sports Med Phys Fitness*, 29(1), 9-26.
- Häkkinen, K., Komi, P. V., Alén, M., & Kauhanen, H. (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 56(4), 419-427. <https://doi.org/10.1007/bf00417769>
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., & Komi, P. V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol* (1985), 65(6), 2406-2412. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.65.6.2406>
- Ingalls, C. P. (2004). Nature vs. nurture: can exercise really alter fiber type composition in human skeletal muscle? *J Appl Physiol* (1985), 97(5), 1591-1592.
- Iodice, P., Trecroci, A., Dian, D., Proietti, G., Alberti, G., & Formenti, D. (2020). Slow-Speed Resistance Training Increases Skeletal Muscle Contractile Properties and Power Production Capacity in Elite Futsal Players. *Front Sports Act Living*, 2, 8.
- Ishøi, L., Thorborg, K., Hölmich, P., & Krommes, K. (2020). SPRINT PERFORMANCE IN FOOTBALL (SOCCER) PLAYERS WITH AND WITHOUT A PREVIOUS HAMSTRING STRAIN INJURY: AN EXPLORATIVE CROSS-SECTIONAL STUDY. *Int J Sports Phys Ther*, 15(6), 947-957.
- Jensky-Squires, N. E., Dieli-Conwright, C. M., Rossuello, A., Erceg, D. N., McCauley, S., & Schroeder, E. T. (2008). Validity and reliability of body composition analysers in children and adults. *British Journal of Nutrition*, 100(4), 859-865.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2016). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Front Physiol*, 7, 677.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PLoS One*, 14(5), e0216681. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216681>
- Kamen, G., & Knight, C. A. (2004). Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59(12), 1334-1338. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.12.1334>
- Kanehisa, H., & Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52(1), 104-106.
- Kaneko, M. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.*, 5, 50-55.
- Kawamori, N., Newton, R., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing on ground reaction force during the acceleration phase of sprint running. *J Sports Sci*, 32(12), 1139-1145. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.886129>
- Kawamori, N., Newton, R. U., Hori, N., & Nosaka, K. (2014). Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. *J Strength Cond Res*, 28(10), 2738-2745. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182915ed4>
- Kirkpatrick, J., & Comfort, P. (2013). Strength, power, and speed qualities in English junior elite rugby league players. *J Strength Cond Res*, 27(9), 2414-2419.

- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports, 30*(1), e1-e5.
- Lahti, J., Huuhka, T., Romero, V., Bezodis, I., Morin, J. B., & Häkkinen, K. (2020). Changes in sprint performance and sagittal plane kinematics after heavy resisted sprint training in professional soccer players. *PeerJ, 8*, e10507.
- Lesmes, G. R., Costill, D. L., Coyle, E. F., & Fink, W. J. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training. *Med Sci Sports, 10*(4), 266-269.
- Lindberg, K., Eythorsdottir, I., Solberg, P., Gløersen, Ø., Seynnes, O., Bjørnsen, T., & Paulsen, G. (2021). Validity of Force-Velocity Profiling Assessed With a Pneumatic Leg Press Device. *Int J Sports Physiol Perform, 16*(12), 1777-1785.
- Lindberg, K., Lohne-Seiler, H., Fosstveit, S. H., Sibayan, E. E., Fjeller, J. S., Løvold, S., Kolnes, T., Vårvik, F. T., Berntsen, S., & Paulsen, G. (2022). The effectiveness of Individualized training based on force-velocity profiling on physical function in older men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.*
- Lindberg, K., Solberg, P., Bjørnsen, T., Helland, C., Rønnestad, B., Thorsen Frank, M., Haugen, T., Østerås, S., Kristoffersen, M., Midttun, M., Sæland, F., Eythorsdottir, I., & Paulsen, G. (2022). Strength and Power Testing of Athletes: A Multicenter Study of Test-Retest Reliability. *Int J Sports Physiol Perform, 1-8.*
- Majumdar, A. S., & Robergs, R. A. (2011). The science of speed: Determinants of performance in the 100 m sprint. *International Journal of Sports Science & Coaching, 6*(3), 479-493.
- Mamdani, M., Sykora, K., Li, P., Normand, S. L., Streiner, D. L., Austin, P. C., Rochon, P. A., & Anderson, G. M. (2005). Reader's guide to critical appraisal of cohort studies: 2. Assessing potential for confounding. *Bmj, 330*(7497), 960-962.
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Boone, C. H., Miramonti, A. A., Wang, R., LaMonica, M. B., Fukuda, D. H., Ratamess, N. A., & Stout, J. R. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiol Rep, 3*(8).
- Mann, R., & Sprague, P. (1980). A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Res Q Exerc Sport, 51*(2), 334-348.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res, 23*(6), 1633-1636.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 13*(1), 58-66.
- McIlwraith, C. W., Frisbie, D. D., Kawcak, C., & Van Weeren, R. (2015). *Joint disease in the horse*. Elsevier Health Sciences.
- Meir, R., Newton, R., Curtis, E., Fardell, M., & Butler, B. (2001). Physical fitness qualities of professional rugby league football players: determination of positional differences. *J Strength Cond Res, 15*(4), 450-458.
- Melián Ortiz, A., Laguarda-Val, S., & Varillas-Delgado, D. (2021). Muscle Work and Its Relationship with ACE and ACTN3 Polymorphisms Are Associated with the Improvement of Explosive Strength. *Genes (Basel), 12*(8).

- Mero, A. (1981). Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scand J Sports Sci*, 3, 16-22.
- Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med*, 13(6), 376-392.
- Milner-Brown, H. S., & Stein, R. B. (1975). The relation between the surface electromyogram and muscular force. *J Physiol*, 246(3), 549-569.
- Moffroid, M. T., & Whipple, R. H. (1970). Specificity of speed of exercise. *Phys Ther*, 50(12), 1692-1700.
- Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*, 112(11), 3921-3930. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2379-8>
- Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9), 1680-1688.
- Morin, J. B., Jeannin, T., Chevallier, B., & Belli, A. (2006). Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes. *Int J Sports Med*, 27(2), 158-165.
- Morin, J. B., Petrakos, G., Jiménez-Reyes, P., Brown, S. R., Samozino, P., & Cross, M. R. (2017). Very-Heavy Sled Training for Improving Horizontal-Force Output in Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(6), 840-844. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2016-0444>
- Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(2), 267-272.
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., & Burke, L. M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 25(2), 198-215.
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., & Burke, L. M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(2), 198-215.
- Narici, M. V., Roi, G., Landoni, L., Minetti, A., & Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 59(4), 310-319.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc*, 31(2), 323-330. <https://doi.org/10.1097/00005768-199902000-00017>
- Pareja-Blanco, F., Asián-Clemente, J. A., & Sáez de Villarreal, E. (2021). Combined Squat and Light-Load Resisted Sprint Training for Improving Athletic Performance. *J Strength Cond Res*, 35(9), 2457-2463. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003171>
- Paruzel-Dyja, M., Walaszczyk, A., & Iskra, J. (2006). ELITE MALE AND FEMALE SPRINTERS' BODY BUILD, STRIDE LENGTH AND STRIDE FREQUENCY. *Studies in Physical Culture & Tourism*, 13(1).

- Patten, C., Kamen, G., & Rowland, D. M. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle Nerve*, 24(4), 542-550. <https://doi.org/10.1002/mus.1038>
- Petrakos, G., Morin, J. B., & Egan, B. (2016). Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sports Med*, 46(3), 381-400.
- Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Sàez-de-Villarreal, E., Couturier, A., Samozino, P., & Morin, J. B. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scand J Med Sci Sports*, 25(5), 583-594.
- Rumpf, M. C., Lockie, R. G., Cronin, J. B., & Jalilvand, F. (2016). Effect of Different Sprint Training Methods on Sprint Performance Over Various Distances: A Brief Review. *J Strength Cond Res*, 30(6), 1767-1785.
- Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., & Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(12), 1733-1748.
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *Int J Sports Med*, 35(6), 505-510. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1354382>
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: a theoretical integrative approach. *J Theor Biol*, 264(1), 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021>
- Samozino, P., Peyrot, N., Edouard, P., Nagahara, R., Jimenez-Reyes, P., Vanwanseele, B., & Morin, J. B. (2021). Optimal mechanical force-velocity profile for sprint acceleration performance. *Scand J Med Sci Sports*.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sports*, 26(6), 648-658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements--altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 313-322.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesth Analg*, 126(5), 1763-1768.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., Saez de Villarreal, E., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med*, 44(12), 1693-1702.
- Seo, D. I., Kim, E., Fahs, C. A., Rossow, L., Young, K., Ferguson, S. L., Thiebaud, R., Sherk, V. D., Loenneke, J. P., Kim, D., Lee, M. K., Choi, K. H., Bembem, D. A., Bembem, M. G., & So, W. Y. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med*, 11(2), 221-225.
- Simpson, A., Waldron, M., Cushion, E., & Tallent, J. (2021). Optimised force-velocity training during pre-season enhances physical performance in professional rugby league players. *J Sports Sci*, 39(1), 91-100. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1805850>
- Slawinski, J., Termoz, N., Rabita, G., Guilhem, G., Dorel, S., Morin, J. B., & Samozino, P. (2017). How 100-m event analyses improve our understanding of world-class men's and women's sprint performance. *Scand J Med Sci Sports*, 27(1), 45-54.

- Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European journal of applied physiology*, 91(1), 46-52.
- Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 91(1), 46-52.
- Smith, M. J., & Melton, P. (1981). Isokinetic versus isotonic variable-resistance training. *Am J Sports Med*, 9(4), 275-279.
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *J Strength Cond Res*, 21(1), 77-85.  
<https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00015>
- Stefanyshyn, D., & Fusco, C. (2004). Increased shoe bending stiffness increases sprint performance. *Sports Biomech*, 3(1), 55-66.
- Stevenson, J. H., Beattie, C. S., Schwartz, J. B., & Busconi, B. D. (2015). Assessing the effectiveness of neuromuscular training programs in reducing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes: a systematic review. *Am J Sports Med*, 43(2), 482-490.
- Stoessell, L., Stone, M. H., Keithl, R., Marplel, D., & Johnson, R. (1991). Selected Physiological, Psychological and. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(2), 87-95.
- Stone, M. H., O'Bryant, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J Strength Cond Res*, 17(1), 140-147.  
[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0140:pamsrd>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0140:pamsrd>2.0.co;2)
- Taji, H., Suei, K., & Kaneko, M. (1995). EFFECTS OF COMBINED TRAINING PROGRAMS ON FORCE-VELOCITY RELATION AND POWER OUTPUT IN HUMAN MUSCLE. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 44(4), 439-446.  
<https://doi.org/10.7600/jspfsm1949.44.439>
- Toji, H., & Kaneko, M. (2004). Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship. *J Strength Cond Res*, 18(4), 792-795. <https://doi.org/10.1519/13933.1>
- Toji, H., & Kaneko, M. (2007). COMPARISON OF FORCE-VELOCITY RELATIONSHIPS BETWEEN IN VIVO HUMAN TRICEPS BRACHII AND BICEPS BRACHII MUSCLE. *Japanese Journal of Physiological Anthropology*, 12(2), 105-110. [https://doi.org/10.20718/jjpa.12.2\\_105](https://doi.org/10.20718/jjpa.12.2_105)
- Toji, H., Suei, K., & Kaneko, M. (1997). Effects of combined training loads on relations among force, velocity, and power development. *Can J Appl Physiol*, 22(4), 328-336.  
<https://doi.org/10.1139/h97-021>
- Toombs, R. J., Ducher, G., Shepherd, J. A., & De Souza, M. J. (2012). The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. *Obesity (Silver Spring)*, 20(1), 30-39.
- Tønnessen, E., Haugen, T., & Shalfawi, S. A. (2013). Reaction time aspects of elite sprinters in athletic world championships. *J Strength Cond Res*, 27(4), 885-892.
- Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Rodacki, A. L., Batista, M., & Ricard, M. D. (2007). Influence of training background on jumping height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 848-852.
- Van Cutsem, M., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of physiology*, 513(1), 295-305.

- van Leeuwen, J. L. (1991). Optimum power output and structural design of sarcomeres. *J Theor Biol*, 149(2), 229-256. [https://doi.org/10.1016/s0022-5193\(05\)80279-6](https://doi.org/10.1016/s0022-5193(05)80279-6)
- Van Praagh, E., & Doré, E. (2002). Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Med*, 32(11), 701-728.
- Volkov, N. I., & Lapin, V. I. (1979). Analysis of the velocity curve in sprint running. *Med Sci Sports*, 11(4), 332-337.
- Wathen, D. (1993). Position statement: explosive/plyometric exercises. *NSCA J*, 15(3), 16-19.
- Wilson, G., Murphy, A., & Walshe, A. (1997). Performance benefits from weight and plyometric training: effects of initial strength level. *Coach Sport Sci J*, 2(1), 3-8.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 25(11), 1279-1286.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38(3), 285-288.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* (1985), 93(4), 1318-1326.

# Artikkel

**Sammenhengen mellom 20 meter sprintprestasjon, og kraft eller hastighetsegenskaper i  
Keiser beinpress**

**The relationship between 20 meters sprint performance, and force or velocity properties  
in Keiser leg press.**

Følgende oppgave er skrevet i henhold til tidsskiftets retningslinjer:

[Journal for research in arts and sports education](#)

**Martin Andre Jakobsen**

Universitetet i Agder

Mai 2022



**Sammenhengen mellom 20 meter sprintprestasjon, og kraft eller hastighetsegenskaper i Keiser beinpress.**

**Martin Andre Jakobsen**

*Departementet for idrettsforskning og fysisk utdanning*

*Fakultetet for helse og idrettsvitenskap, Universitetet i Agder, Kristiansand Norge*

*Universitetsveien 25, 4630 Kristiansand*

Følgende oppgave er skrevet som en del av et masterprosjekt i idrettsforskning

**Tilsvarende forfatter:**

Martin Andre Jakobsen

Universitetet i Agder, fakultetet for helse og idrettsvitenskap

Gamle Strømsvei 83, 2010 Strømmen, Norge

Telefon: +47 473 60 758

E-post: [martinajakobsen@hotmail.com](mailto:martinajakobsen@hotmail.com)

# Sammendrag

**Bakgrunn:** I en kampsituasjon både i fotball og håndball foregår det mange repeterte korte spurter, og viktigheten av å være rask tyder på å være essensiell. Denne studien har derfor som mål å undersøke sammenhengen av både kraft- og hastighetsegenskaper i Keiser beinpress, med 20 meter sprinttid.

**Metode:** 83 utøvere fra Norge deltok, fordelt på idrettene fotball og håndball (kjønn: 53 menn og 30 kvinner, alder:  $22 \pm 3,8$ , høyde:  $183 \pm 10$  cm, vekt baseline:  $85 \pm 15$  kg). Fysiske tester ved baseline, og etter intervensjonsperiode ble gjennomført (sprint, Keiser beinpress, dexta scan og 1RM knebøy).

**Resultater:** Sterkeste sammenhengen ved baseline ble observert mellom 20 meter sprintprestasjon og relativ power ( $(P_{\max})$  watt/kv) ( $-0,761$ ,  $p < 0,001$ ). Ved multipel regresjon korrelerte  $F_0$  (maksimal kraft) noe sterkere enn  $V_0$  (maksimal hastighet) ved baseline sammen med 20 meter sprintprestasjon (henholdsvis  $r^2$  0,458 & 0,371).

**Konklusjon:** Studien observerte at både  $F_0$  og  $V_0$  målt i beinpress, hadde en signifikant sammenheng med 20 meter sprintprestasjon ved baseline (henholdsvis  $-0,484^{**}$  &  $-0,554^{**}$ ). Relativ power som korrelerte sterkest ved baseline, og som består av både kraft og hastighetsegenskaper, kan være en god parameter å trene mot ved ønske om forbedring i sprintprestasjon.

**Nøkkelord:** Kraft, hastighet, power, sprintprestasjon

## Abstract

**Background:** In a match situation in both football and handball, there are many repeated short sprints, and the importance of being fast indicates to be essential. This study therefore aims to investigate the relationship between both strength and speed properties in Keiser leg press, with 20-meter sprint performance.

**Method:** 83 athletes from Norway participated, divided into the sports football and handball (gender: 53 men and 30 women, age:  $22 \pm 3.8$ , height:  $183 \pm 10$ cm, weight baseline:  $85 \pm 15$ kg). Physical tests at baseline and after the intervention period were performed (20-meter sprint, Keiser leg press, dexta scan and 1RM squat).

**Results:** The strongest relationship at baseline was observed between 20-meters sprint performance and relative power ( $(P_{\max})$  watt/kv) ( $-0.761$ ,  $p < 0.001$ ). In multiple regression,  $F_0$  correlated more strongly than  $V_0$  at baseline with height and weight included as a covariate ( $r^2$  0.458 & 0.371, respectively).

**Conclusion:** The study observed that both  $F_0$  and  $V_0$  measured in Keiser leg press, had a significant correlation with 20-meter sprint performance at baseline. Relative power which correlated strongest at baseline, and which consists of both force and velocity properties, can be a good parameter to train if improvement in sprint performance is the goal.

**Keywords:** Force, velocity, power, sprint performance

## 1.0 Introduksjon

Det er kanskje ikke noe nytt at sprintprestasjon er avgjørende i veldig mange idretter (Haugen et al., 2019). I fotball er det vist at både akselerasjon (Barnes et al., 2014) og maksimal hastighet (Faude et al., 2012) er helt avgjørende kampprestasjon (Ishøi et al., 2020). Det vil derfor være interessant å undersøke forskjellige faktorer innenfor sprint, og sammenligne hva som har størst effekt på sprintprestasjon. Hvis viktigheten av sprint, akselerasjon og topphastighet er såpas kjent, vil det være naturlig å undersøke dette mer. Det som gjør løping og sprintprestasjon så spesielt er at det ikke fins et par styrkeøvelser, eller ballistiske øvelser som alene forbedrer disse egenskapene. Sprint er en bevegelse som er definert av så mange ulike parametere, så det å beskrive hvorfor noen er bedre enn andre og hvorfor er veldig krevende. Ikke minst beskrive hva som må gjøres for å bli bedre. Det er derfor et ønske i denne oppgaven å se nærmere på hva som kjennetegner sprintprestasjon.

Teorien om hastighetsspesifisitet i styrketrening antyder at tilpasninger etter trening maksimeres ved, eller nær bevegelseshastigheten som brukes under trening (Caiozzo et al., 1981; Coyle et al., 1981; Kanehisa & Miyashita, 1983; Kaneko, 1983; Lesmes et al., 1978; Moffroid & Whipple, 1970; Narici et al., 1989). Det fins også en annen teori der treningstilpasninger er teoretisert til å bli påvirket i større grad av intensjonen om å bevege seg raskest mulig, uavhengig av den faktiske bevegelseshastigheten (Behm & Sale, 1993). Disse motstridende teoriene har skapt usikkerhet og forvirring rundt den praktiske delen av powertrening, og hvordan dette skal legges opp for å være mest mulig effektivt. Utviklingen av et powerprogram, for eksempel rettet mot sprintprestasjon, bør inkludere og vurdere den faktiske bevegelseshastigheten i treningsøvelsen(e) (Cormie et al., 2011).

Tidligere forskning har vist en interessant korrelasjon mellom korte sprintprestasjoner og absolutt styrke i beina, målt gjennom øvelsen knebøy med frivekter (Comfort et al., 2012; Comfort et al., 2014; Kirkpatrick & Comfort, 2013; McBride et al., 2009; Meir et al., 2001; Wisløff et al., 2004). Det er også rapportert sammenligninger mellom relativ beinstyrke (1RM (en repetisjon maksimum) / kroppsvekt) og sprintprestasjon, og en metaanalyse fra 2014 konkluderer med at forbedringer i beinstyrke kan overføres til forbedringer i sprintprestasjon (<30m) (Seitz et al., 2014). Plyometrisk trening er også en treningsmetode som ofte blir snakket om i sammenheng med spenst, - og sprintprestasjon da den kan ha sine fordeler rundt

dette som omhandler hastighet og skadeforebyggende trening sammenlignet med andre treningsmetoder (bl.a. tradisjonell styrketrening) (Rössler et al., 2014; Stevenson et al., 2015).

### 1.1 Overordnet mål ved studien

Å undersøke om økning i kraftegenskaper eller hastighetsegenskaper kan være med på å øke kunnskapen om sprintprestasjon, og hva som er mest fordelaktig for å forbedre sprinttid uavhengig idrett eller idrettsbakgrunn. Derfor hadde denne studien som mål å undersøke sammenhengen mellom kraft- og hastighetsegenskaper målt i Keiser beinpress opp mot 20 meter sprintprestasjon.

## 2.0 Metode

### 2.1 Studiedesign og deltakere

Denne oppgaven er en del av et større prosjekt i regi av Universitetet i Agder. Sekundærdata er derfor brukt for å besvare denne studiens interesse. Testene som ble utført var først kroppsanalyse i dexa (dual-energy x-ray absorptiometry), etterfulgt av 30 meter sprint, 1RM knebøy, og Keiser beinpress. Deltakerne i studien var i alderen 18 til 32 år ( $22 \pm 3,8$  (gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik)) og bestod av både menn ( $n = 53$ ) og kvinner ( $n = 30$ ). Deltakerne spiller i Norge, fordelt på idrettene fotball og håndball.

### 2.2 Testprosedyre

Før teststart ble det gjennomført 10 minutter rolig jogg, etterfulgt av to til tre stigningsløp på 30 meter.

#### 2.2.1 Dexa scan

Kroppssammensetning ble målt via dexa scan (General Electric Company, Madison, USA). Utøverne startet med å kle av seg til undertøyet (boksersshorts hos menn, eller shorts og sports-bh hos kvinner). Deretter ble to styrofoam biter plassert i armhulen på individet, samt to brikker å legge hendene i. Sistnevnte for å holde armene plassert på sengen. En styrofoamplate ble også brukt til føttene. Borrelås ble festet rundt ankene, samt overkropp og armer for at individets stilling skulle holdes under hele testen. Skanningen varte omtrent 5 minutter.

### 2.2.2 Sprint

Sprinttest ble tatt i bruk for å måle hurtighet hos utøverne. For å måle individene ble software til MuscelLab og Biorun tatt i bruk, hvorav lasermåling ble gjort hver 5 meter (0-m, 5-m, 10-m, 15-m og 20-m) (MuscleLab, Timing Gate, Optical timing gates (photo cells), IC Control TrackTimer, og Bio Run Biomekanikk AS). Hver utøver skulle igjennom tre testløp med to minutter pause mellom hvert løp. Hadde utøveren progresjon gjennom alle tre løpene, skulle et fjerde løp gjennomføres. Fremste foten skulle plasseres på startlinjen, slik at starten ble lik for alle. Om man startet med høyre eller venstrefoten var opp til utøveren.

### 2.2.3 Keiser beinpress

Keiser beinpress (A300, Keiser Corporation, Fresno CA, USA) ble brukt for å måle maksimal kraft ( $F_0$ ), hastighet ( $V_0$ ) og power hos utøverne. Før start ble sete stilt inn slik at lårbeinet hadde en vertikal retning. Seteposisjon ble registrert slik at samme sittestilling ble brukt i både pre og post test. Antatt maksimal belastning ble registrert i apparatet før start, og delt opp i 10 belastninger. Utøverne gjennomførte 2 oppvarmingssett for å gjøre seg kjent med øvelsen. Når testen var i gang økte belastningen for hvert sett, i samsvar med pauselengden. Jo tyngre belastning, jo lengre pause. Uansett belastning og nivå ble utøveren instruert til å utføre repetisjonen så raskt og eksplosivt som mulig. Testen var over når utøveren ikke klarte å utføre et fullstendig beinpress.

### 2.2.4 1RM knebøy

For et godkjent løft skulle toppen av hoftekammen være parallelt med toppen av kneskålen. Det ble først gjennomført 3-6 repetisjoner kun med vektløftningsstangen (20kg) for å kunne justere knebøystativet etter antropometriske mål. Videre gjennomførte utøverne 3-6 oppvarmingsrepetisjoner på 40-60 kg belastning. Deretter var det en gradvis økning i belastning med 2-3 minutters pause mellom stigningsseriene. Det var ønsket at individene skulle oppnå 1RM på den femte stigningsserien.

### 2.2.5 Statistisk analyse

Alle variablene var normalfordelt, og det ble derfor gjennomført Pearsons korrelasjonsanalyser for å sjekke samvariasjonen mellom 20 meter sprint og  $F_0$  (maksimal kraft),  $F_0/kv$  (kroppsvekt),  $V_0$  (maksimal hastighet),  $P_{max}$  (maksimal power)/kv (kroppsvekt), Fett% og 1RM (en repetisjon maks) knebøy/kv. Videre ble 20 meter sprinttid og de aktuelle faktorene gjort om til % endring fra baseline, hvor de igjen ble analysert i en Pearsons korrelasjonsanalyse. Avslutningsvis ble det gjennomført en multippel regresjonsanalyse mellom 20 meter sprint, maksimal kraft og maksimal hastighet sammen med høyde og vekt, både med baseline verdier, og % endring fra baseline. Signifikansnivå i oppgaven er satt ved  $p < 0,05$ . For korrelasjonsstyrke er disse verdiene satt: Over 0,7 veldig sterk, mellom 0,7 og 0,5 sterk, mellom 0,5 og 0,3 moderat, og verdier mellom 0,3 og 0,1 sett på som liten (Cohen, 1988).

## 3.0 Resultater

Det totale utvalget bestod av 83 personer, med en fordeling på 53 menn og 30 kvinner. Gjennomsnittlig restitusjon ble registrert mellom nivå 1 (lavest) og nivå 10 (høyest), og sank noe fra baseline (6,7) til posttest (6,2). Kroppsvekt gikk også noe ned fra baseline (84,8kg) til posttest (82,7kg) (tabell 1). I gjennomsnitt ble det gjennomført 19 økter per person. I frekvens resulterte dette i gjennomsnitt 2,1 økt per uke.

**Tabell 1.** Deskriptiv oversikt over utvalget

Antall deltakere	Menn n	Kvinner n	Gj. Gjennomførte økter per person per uke	Gj. Restitusjon Pre (SD)	Gj. Restitusjon Post (SD)	Gj. Kroppsvekt Pre (SD)	Gj. Kroppsvekt Post (SD)
83	53	30	2,1	6,7 (1,5)	6,2 (1,6)	84,8kg (15,2)	82,7kg (14,6)

*SD: Standard avvik, n: antall, Gj: Gjennomsnitt. Restitusjon ble registrert fra Level 1-10. 1 var dårligst restituert, hvorav 10 var maks restituert*

### 3.1 Korrelasjon med 20 meter sprintprestasjon ved baseline

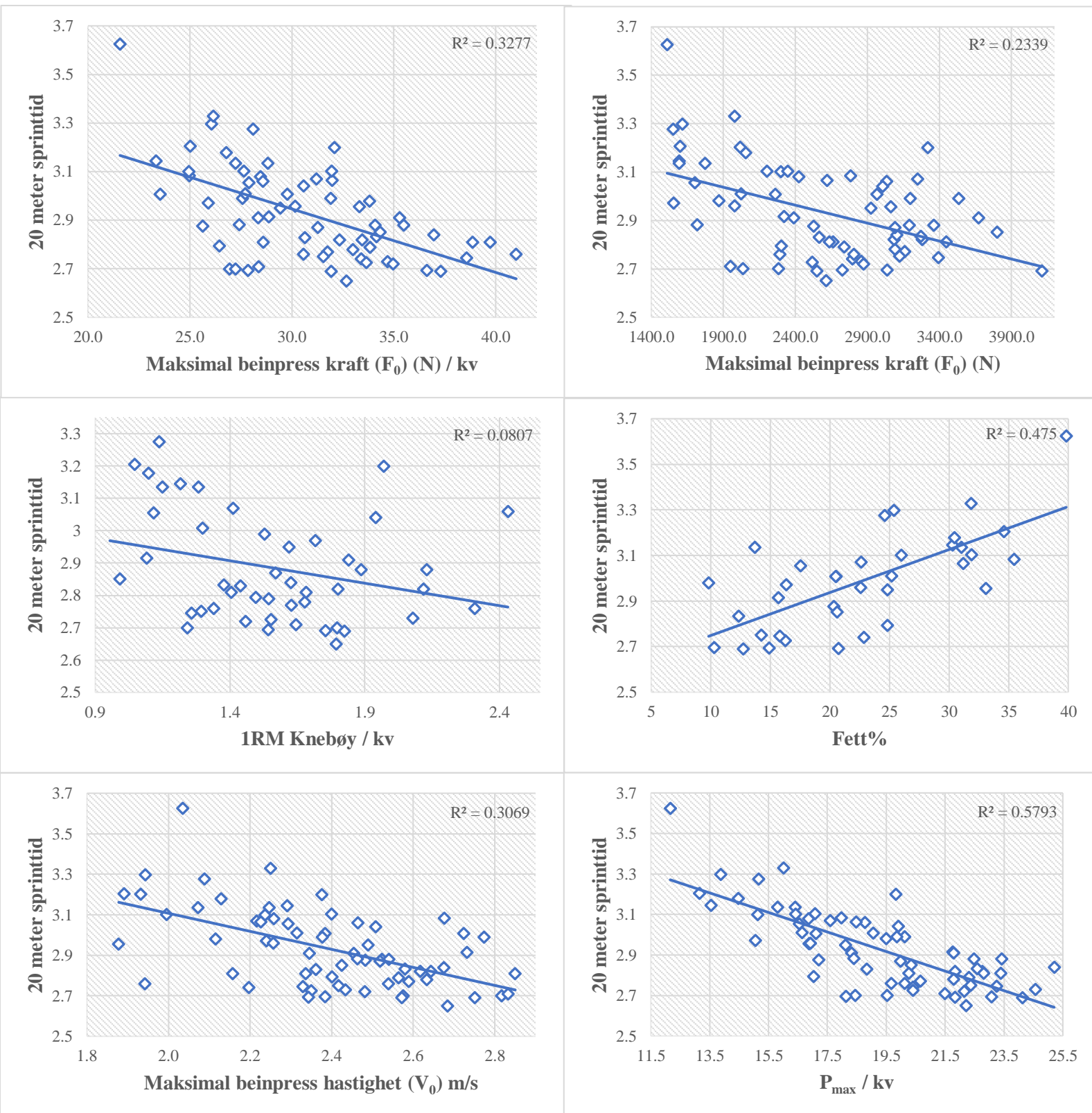
Det ble vist en signifikant korrelasjon mellom 20 meter sprint og  $F_0$ ,  $F_0/kv$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}/kv$ , Fett% og 1RM knebøy/kv ( $p < 0,001$ ) (tabell 2). Sterkeste korrelasjonen var observert mellom 20 meter sprint og  $P_{max}/kv$  ( $-0,761^{**}$ ), etterfulgt av fett% ( $0,689^{**}$ ). Samvariasjonen mellom faktorene er også fremstilt i figur 1 med  $r^2$  lineær korrelasjonskoeffisient.

**Tabell 2.** Korrelasjon mellom ulike faktorer og 20m sprinttid

	<b>n</b>	<b>Korrelasjon med 20m sprinttid</b>	<b>Sig. (2-tailed)</b>
<b><math>F_0</math></b>	68	-0,484**	$p < 0,001$
<b><math>F_0/kv</math></b>	67	-0,572**	$p < 0,001$
<b><math>V_0</math></b>	68	-0,554**	$p < 0,001$
<b><math>P_{max}/kv</math></b>	67	-0,761**	$p < 0,001$
<b>Fett%</b>	36	0,689**	$p < 0,001$
<b>1RM Knebøy/kv</b>	60	-0,535**	$p < 0,001$

*$F_0$  = Maksimal kraft,  $V_0$  = Maksimal hastighet,  $n$  = antall, \*\* = Korrelasjonen er signifikant ved level 0,01 (2-tailed),  $P_{max}$  = Maksimal power,  $kv$  = kroppsvekt, 1RM = En repetisjon maksimum*





$F_0$  = Maksimal kraft,  $V_0$  = Maksimal hastighet, N = Newton, Kv = Kroppsvekt, 1RM = 1 repetisjon maks,  $P_{max}$  = Maksimal power,  $r^2$  = determinantkoeffisient

**Figur 1.** Korrelasjon (pearson`s  $r^2$ ) mellom 20 meter sprinttid og maksimal kraft, kraft / kroppsvekt, maksimal power / kroppsvekt, maksimal hastighet og fett%.

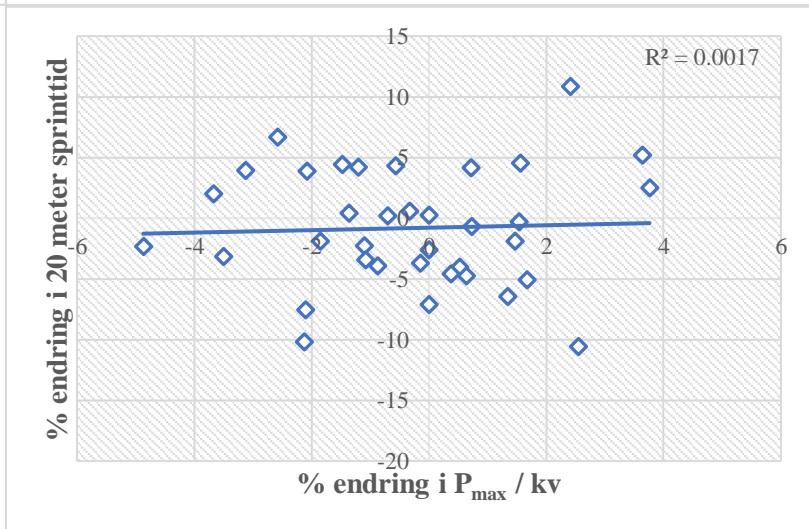
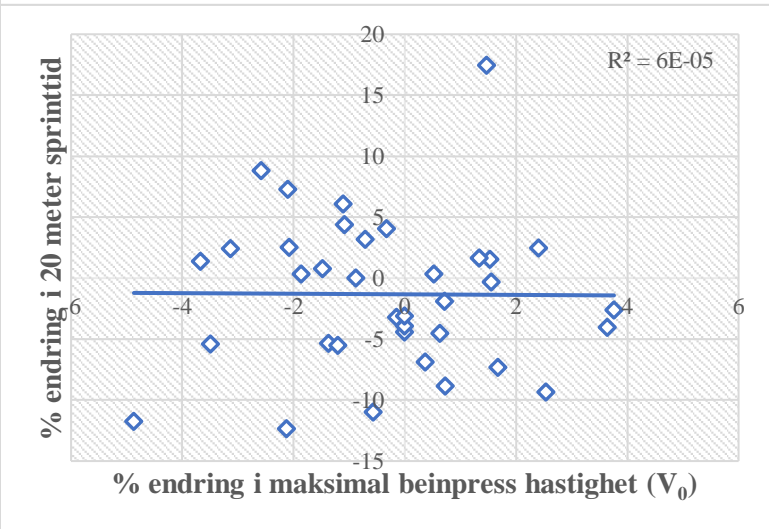
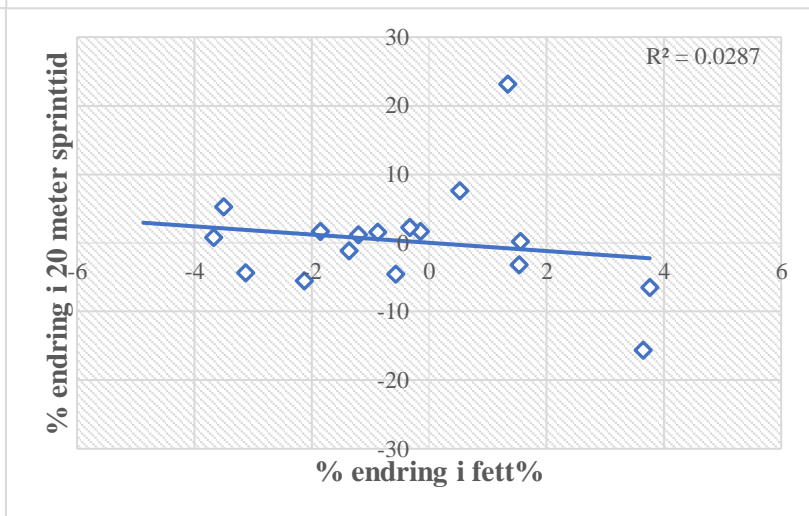
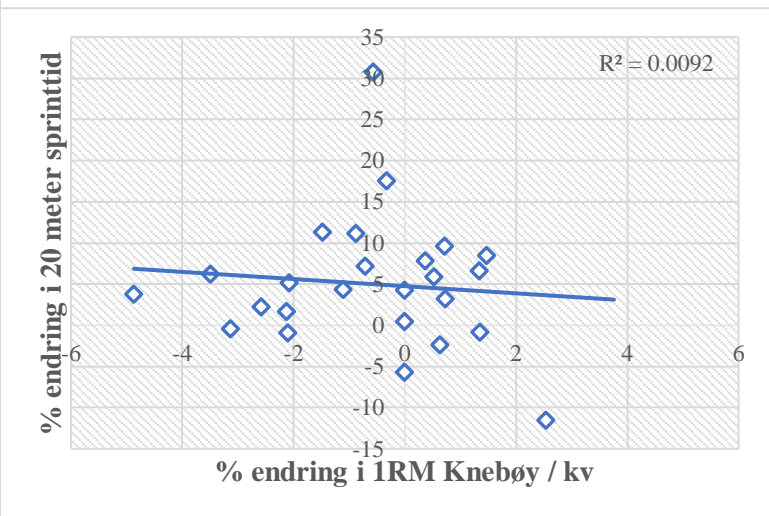
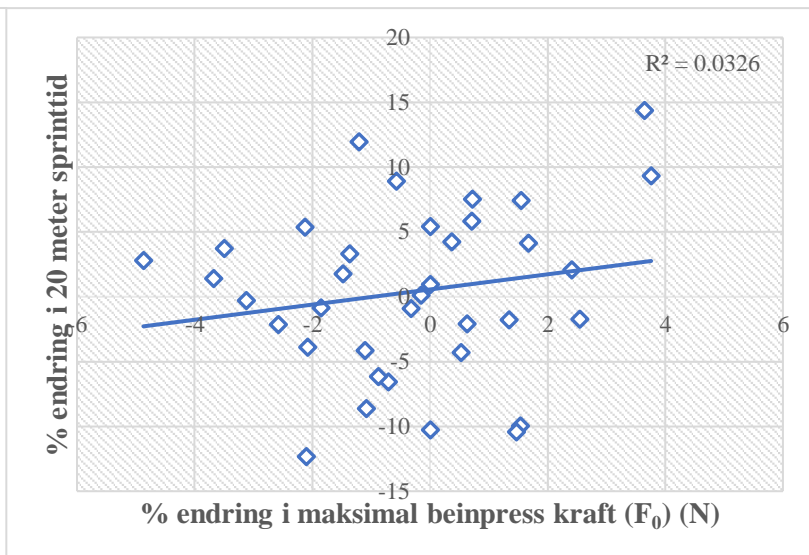
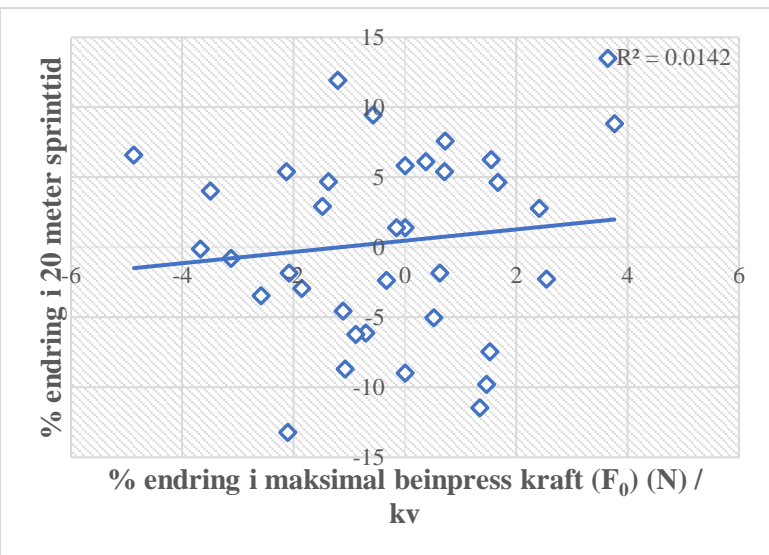
### 3.2 Korrelasjoner med endring i 20 meter sprintprestasjon

Ingen av faktorene var signifikante, og det varierte mellom en positiv og negativ korrelasjons mellom variablene (tabell 3). Høyeste korrelasjonskoeffisient med % endring i sprinttid ble observert med % endring i  $F_0$  fra baseline (0,181) ( $p=0,292$ ). Korrelasjonen ble også fremstilt med  $R^2$  lineær og stigningslikningen.  $R^2$  ble observert på 0,033 ved % endring i  $F_0$  fra baseline, etterfulgt av % endring av fett% (0,029) og % endring i  $F_0/kv$  (0,014) (figur 2).

**Tabell 3.** Korrelasjon mellom prosentendring i ulike faktorer, og prosentendring i 20m sprinttid

	<b>n</b>	<b>Korrelasjon med 20m sprinttid % endring fra baseline</b>	<b>Sig. (2-tailed)</b>
<b><math>F_0</math></b>	36	0,181	0,292
<b><math>F_0/kv</math></b>	36	0,119	0,489
<b><math>V_0</math></b>	36	-0,008	0,964
<b><math>P_{max}/kv</math></b>	36	0,041	0,811
<b>Fett%</b>	17	-0,169	0,517
<b>1RM Knebøy/kv</b>	25	-0,096	0,648

*$F_0$  = Maksimal kraft,  $V_0$  = Maksimal hastighet,  $N$  = antall, \*\* = Korrelasjonen er signifikant ved level 0,01 (2-tailed),  $P_{max}$  = Maksimal power, kv = kroppsvekt, 1RM = En repetisjon maks*



$F_0$  = Maksimal kraft,  $V_0$  = Maksimal hastighet,  $N$  = Newton,  $Kv$  = Kroppsvekt,  $1RM$  = 1 repetisjon maks,  $P_{max}$  = Maksimal power,  $r^2$  = determinantkoeffisient

**Figur 2.** Korrelasjon (pearson's  $r^2$ ) mellom % endring i 20 meter sprinttid, og % endring i maksimal kraft / kv, maksimal kraft, 1RM knebøy / kv, fett%, maksimal hastighet og maksimal power / kv.

### 3.3 Multipel regresjonsanalyse

Den sterkeste korrelasjonskoeffisienten ( $r^2$ ) ble observert mellom 20 meter sprintprestasjon og maksimal beinpress kraft ( $F_0$ ), kontrollert for høyde og vekt (0,458  $p < 0,001$ ). Maksimal beinpress hastighet ( $V_0$ ) ga også en signifikant korrelasjon med 20 meter sprintprestasjon (0,371  $p < 0,001$ ), kontrollert for høyde og vekt. Den standardiserte betakoeffisienten varierer mellom minus og pluss, og ble observert å være -0,782 ved maksimal beinpress kraft ( $F_0$ ), -0,378 ved høyde, og 1,040 ved vekt (henholdsvis  $p < 0,001$ ,  $p = 0,003$  og  $p < 0,001$ ). Ved maksimal beinpress hastighet ( $V_0$ ) ble det observert en standardisert betakoeffisient på -0,378, -0,593 på høyde og 0,449 på vekt (henholdsvis  $p = 0,003$ , 0,002 og 0,010).

Ved % endring i 20 meter sprintprestasjon ga endring i maksimal beinpress kraft ( $F_0$ ) fra baseline noe større korrelasjonskoeffisient enn endring i maksimal beinpress hastighet ( $V_0$ ) fra baseline kontrollert for høyde og vekt, men endringene var ikke signifikante (henholdsvis 0,161 ( $p = 0,127$ ) og 0,125 ( $p = 0,226$ )). Den standardiserte betakoeffisienten ble 0,189 for maksimal beinpress kraft ( $F_0$ ) (% endring fra baseline), -0,406 for høyde og -0,064 for vekt. For maksimal beinpress hastighet ( $V_0$ ) (% endring fra baseline) ble den standardiserte betakoeffisienten -0,018, 0,402 for høyde, og -0,063 for vekt.

**Tabell 4.** Multippel regresjonsanalyse. De uavhengige variablene maksimal beinpress kraft, maksimal beinpress hastighet, maksimal beinpress kraft (% endring fra baseline), og maksimal beinpress hastighet (% endring fra baseline) er gjort på 20 meter sprint for å sjekke deres direkte påvirkning på sprint. Høyde og vekt er tatt med i alle fire analysene for å sjekke deres viktighet for sprint.

Avhengig	Uavhengig variabel	Modell			Uavhengig		Høyde		Vekt	
		R <sup>2</sup>	SEE	p-verdi	B (95% KI)	β	B (95% KI)	β	B (95% KI)	β
F <sub>0</sub>	Baseline 20m	0,458	0,13	0,000	0,000** (0,000-0,000)	-0,782	-0,012** (- 0,464-0,096)	-0,378	0,011** (0,007 - 0,016)	1,04
	% endring 20m fra baseline	0,161	1,924	0,127	0,058 (-0,044- 0,160)	0,189	0,075 (-0,023- 0,174)	-0,406	-0,008 (-0,078- 0,061)	-0,064
V <sub>0</sub>	Baseline 20m	0,371	0,14	0,000	-0,280** (- 0,464-0,096)	-0,378	-0,010** (- 0,016-0,004)	-0,593	0,005** (0,001- 0,009)	0,449
	% endring 20m fra baseline	0,125	1,964	0,226	-0,006 (- 0,115-0,104)	-0,018	0,075 (-0,027- 0,176)	0,402	-0,008 (-0,080- 0,063)	-0,063

*F<sub>0</sub> = maksimal kraft, V<sub>0</sub> = maksimal hastighet, \*\* = korrelasjonen er signifikant ved level 0,01 (2-tailed), R<sup>2</sup> = determinantkoeffisient, SEE = standard estimatfeil, B = ustandardisert beta, β = standardisert beta*

## 4.0 Diskusjon

Sterkeste korrelasjon ved baseline ble observert mellom 20 meter sprint, og  $P_{\max}/kv$  (-0,761,  $p < 0,001$ ), etterfulgt av fett% (0,689,  $p < 0,001$ ). Det ble observert en moderat korrelasjon på -0,484 ( $p < 0,001$ ) mellom  $F_0$  og 20m sprint, og en sterk korrelasjon på -0,554 ( $p < 0,001$ ) mellom  $V_0$  og 20m sprint, ved baseline. Det ble ikke observert noe signifikant korrelasjon ved endring med 20 meter sprintprestasjon ( $F_0$ : 0,181,  $p = 0,292$  |  $F_0/kv$ : 0,119,  $p = 0,489$  | fett%: -0,169,  $p = 0,517$  |  $V_0$ : -0,008,  $p = 0,964$  |  $P_{\max}/kv$ : 0,041,  $p = 0,811$  | 1RM knebøy/ $kv$ : -0,096,  $p = 0,648$ ). Ved multipl regressjonsanalyse for å se på forskjellen mellom  $F_0$  og  $V_0$  kontrollert for høyde og vekt med 20 meter sprintprestasjon, var regresjonen sterkest med  $F_0$  ved baseline ( $F_0$ :  $r^2$  0,458,  $V_0$ :  $r^2$  0,371). Ved % endring fra baseline ble det ikke observert signifikant endring ( $F_0$ :  $r^2$  0,161,  $V_0$ :  $r^2$  0,125).

Studiens funn viste en litt større sammenheng mellom  $V_0$  og 20m sprintprestasjon ved baseline, enn  $F_0$  (henholdsvis -0,554\*\*, -0,484\*\*). Dette funnet støttes av annen eksperimentell forskning, hvor det er funnet høyere betydning av variabelen hastighet kontra kraft (Morin et al., 2012). En studie fra 2012 observerte en signifikant korrelasjon mellom  $V_0$  og maksimal hastighet, gjennomsnittlig 100 meter tid, og 4 sekunders sprintmåling.  $F_0$  korrelerte ikke signifikant med noen av variablene (Morin et al., 2012). Det er også verdt å nevne at forskjellen i korrelasjonsstyrken mellom  $V_0$  og  $F_0$  er meget liten ved baseline. Det ble også observert ved å sammenligne kraft- hastighetsprofilene mellom de raskeste og tregeste individene, at det var en relativt større forskjell i  $V_0$  verdiene kontra  $F_0$  (Morin et al., 2012).  $V_0$  står som tidligere nevnt for maksimal hastighet, noe som er lett å dra likhetstrekk ved øvelsen sprintprestasjon. En sprint skal i hovedsak gå raskest mulig fra A til B, og det er derfor ikke helt utenkelig hvis det er en viss sammenheng mellom sprintprestasjon og maksimal beinpress hastighet produsert i Keiser.

Noe som er interessant i denne studien er funnene gjennom regresjonsanalysen, hvor det blir observert at  $F_0$  forklarer 45% av sprintprestasjonen, mens  $V_0$  kun forklarer 37% når man har kontrollert for høyde og vekt (tabell 4). Ved å sammenligne korrelasjonene funnet ved baseline (tabell 2) er disse verdiene motstridene. Grunnen til at multipl regressjonsanalyse blir gjennomført er et ønske om å justere bort effekten av både høyde og vekt, for å se om styrken på sammenheng endrer seg eller ikke mellom  $F_0$  og  $V_0$ . Ved å se på relativ styrke ( $F_0/kv$ ) observeres det også en sterkere sammenheng enn ved  $V_0$  med 20 meter

sprintprestasjon ved baseline, selv om forskjellene er minimale (henholdsvis  $-0,572^{**}$ ,  $-0,554^{**}$ ). Det er vanskelig å si hvorfor resultatene er som de er, men det kan tyde på at relativ styrke er en variabel som korrelerer noe sterke med sprintprestasjon. Dette kan være at utvikling av kraft under sprint blir påvirket av massen som skal flytte seg. Det kan derfor tyde på at kraftegenskaper kontrollert for høyde & vekt er en bedre faktor å sammenligne med enn kun  $F_0$ .

Dette med kroppssammensetning og relativ styrke henger litt sammen med diskusjonen over angående absolutt og relativ verdi innenfor  $F_0$ , men også  $P_{max}$ , hvor man kan se en sterkere sammenheng med kroppsvekt. Det er observert at sprintprestasjonen kan gå noe ned, hvis dette er kombinert med vektoppgang, spesielt en økning i fettmasse (Ishida et al., 2021). Det er mulig å forbedre både styrke og power uten en vektoppgang, med da anbefales det å overvåke individene nøye for å unngå en økning i fettmasse (Ishida et al., 2021). Diskusjonen rundt kroppsmasse og kroppssammensetning sammen med sprintprestasjon er spennende, og hadde vært interessant å forske mer på. Interessant nok så var den nest sterkeste korrelasjonen ved baseline med 20 meter sprintprestasjon fett% ( $0,689^{**}$ ). En korrelasjon kan ikke si noe om årsak eller predikere noe, men det gir uansett et innblikk på at lavere fett% kan ha en sammenheng med 20 meter sprintprestasjon. Det er ikke utenkelig at jo høyere fett% og høyere kroppsvekt, og jo mer «masse» som skal fraktes, desto mer krevende er det å løpe raskt. Det er verdt å nevne at utvalget var noe lavere ved fett% da det ikke var dexa scan tilgjengelig ved alle teststasjonene (baseline  $n=36$ , prosentendring fra baseline  $n=17$ ), og derfor noe man bør ta hensyn til ved eventuelle antagelser. Men likevel når man ser funnene opp mot tidligere forskning underbygger funnene tidligere litteratur (Silvestre et al., 2006; Wong et al., 2009; Zanini et al., 2020). Ishida med kollegaer observert at fett% hadde en positiv korrelasjon med både 10 og 20m sprintprestasjon hos fotballspillere (Ishida et al., 2021), noe som støtter våre funn. Det er også tidligere vist at det ikke er observert noe vesentlig forskjell i kroppsmasse mellom profesjonelle mannlige fotballspillere, og spillere som ikke har nådd internasjonalt toppnivå (Lago-Peñas et al., 2011). Det kunne derfor vært interessant med mer forskning på dette med kroppssammensetning og idrettslig prestasjon.

Videre, for studiens interesse er det meget spennende at variabelen som korrelerer sterkest med 20 meter sprintprestasjon ved baseline er  $P_{max}/kV$  ( $-0,761^{**}$ ), som tidligere nevnt består av kraft x hastighet. Viktigheten av  $P_{max}$  er også kjent fra tidligere forskning der det er funnet en signifikant korrelasjon mellom sprint og powerproduksjon (Cronin & Sleivert, 2005;

Cronin & Hansen, 2005; Harris et al., 2008; Ishida et al., 2020; Lockie et al., 2016; López-Segovia et al., 2011; McFarland et al., 2016; Morin et al., 2012; Sleivert & Taingahue, 2004). Det er kanskje ikke overraskende at  $P_{\max}$  korrelerer sterkest med 20 meter sprintprestasjon, da power omhandler å produsere mest mulig kraft, raskest mulig. Ved å koble dette opp mot sprint så er det nettopp dette man ønsker, mest mulig kraft i hvert steg, samtidig som det skal gå raskest mulig. På samme måte som ved  $F_0$  så ble det observert en litt sterkere sammenheng ved  $P_{\max}/kv$  enn  $P_{\max}$  (henholdsvis  $-0,761^{**}$ ,  $-0,556^{**}$ ). Det kan altså se ut som relativ power er en litt bedre faktor å se på enn kun power alene. Det er også verdt å nevne avslutningsvis ang  $P_{\max}$  at dette med å bli raskest mulig kan påvirkes av genetikken. Det er dessverre ikke slik at alle har mulighet til å bli verdens raskeste, nettopp på grunn av de genetiske utgangspunktene vi som individer har. Muskulaturens evne til å produsere kraft med høy hastighet er helt essensielt for power og sprintprestasjon, og er som forskningen viser, sterkt påvirket av genetik (Eynon et al., 2013). Når det gjelder akselerasjonsfasen isolert nevnes det ved tidligere forskning at denne delen av løpet er sterkt knyttet til  $V_0$  og  $P_{\max}$  (Rabita et al., 2015). Denne litteraturen samsvarer med funnene som ble observert i denne studien, hvor det ble funnet en sterk korrelasjon mellom 10m sprintmåling,  $V_0$  og  $P_{\max}$  (henholdsvis  $-0,531$   $p<0,001$ , og  $-0,528$   $p<0,001$ ). Sterkeste sammenhengen ved 10m sprintmåling ble observert sammen med  $P_{\max}/kv$  ( $-0,728$   $p<0,001$ ), som er samme variabel som korrelerte sterkest ved 20 meter baseline.

Som diskutert over, så virker det som at både  $F_0$  og  $P_{\max}$  er meget gode parametre å forholde seg til med tanke på sprintprestasjon, når det blir delt på kroppsvekt. Hvis to individer produserer samme nivå  $P_{\max}$ , men det er en forskjell på 15kg kroppsvekt mellom individene, så vil ratioen mellom kroppsvekt og  $P_{\max}$  dermed være bedre hos individet som veier minst, og det er litt dette som er interessant ved analysene. Som idrettsutøver skal du øke mengden kraft og power, men samtidig finne en balansegang mellom økning i kroppsvekt og ikke-funksjonell masse (Ishida et al., 2021). Ved å ta et eksempel på vektløftere, individer som mest sannsynlig har høye verdier av power, men i utgangspunktet ikke har en spesielt god sprinttid. Selvsagt vil det være et aspekt der som anvender teknikk og overføringsverdi fra styrke til sprint, men kroppsvekten vil spille en stor rolle. Jo høyere verdier av power et individ klarer å produsere på lav kroppsvekt, jo raskere vil han/hun sannsynligvis være.



For å diskutere dette opp mot kraft, - hastighetsprofilering så ser man en tilnærmet lik korrelasjonsstyrke mellom  $F_0/kv$  og  $V_0$  ved baseline (henholdsvis  $-0,572^{**}$  og  $-0,554^{**}$ ). Kraft- hastighetsprofilering er en interessant og spennende profileringsmodell hos idrettsutøvere, men en optimal individualisert profil under sprint er ikke skissert sammenlignet med f.eks. hopp prestasjon (Samozino et al., 2012). I en studie publisert i 2021 ang reliabiliteten til kraft,- hastighetsprofilering på eliteutøvere observerte de stort sett en akseptabel pålitelighet for  $F_0$  og  $P_{max}$  (variasjonskoeffisient  $<10\%$ ), men dårlig pålitelighet for  $V_0$  og helningen av kraft,- hastighetskurven (variasjonskoeffisient  $>10\%$ ) under vertikal hopping (Lindberg et al., 2021). Disse funnene støttes også i tidligere forskning (Cuk et al., 2014; García-Ramos et al., 2017; Meylan et al., 2015; Valenzuela et al., 2021; Zivkovic et al., 2017). I tillegg skriver studien til Lindberg at en mulig grunn til dårlig reliabilitet er fordi ønsket om å hente ut hastighetsegenskaper skjer gjennom et kraftsignal (hopp på kraftplate) (Lindberg et al., 2021). Det er derfor verdt å påpeke at  $V_0$  og  $F_0$  verdier i denne studien er hentet ut fra Keiser beinpress, en metode som altså viste god pålitelighet ved alle variabler (variasjonskoeffisient  $<10\%$ ) (Lindberg et al., 2021).

For en idrettsutøver handler det ofte om å trene smart og effektivt for forbedring. Korrelasjonsstyrken mellom  $F_0$  og  $V_0$  er tilnærmet like ved baseline sammenlignet med 20 meter sprintprestasjon, men hva hvis man tar endringspotensialet med inn i bildet? Som en oversiktsartikkel fra 2011 beskriver, så er en god produksjon av power helt avhengig av en viss mengde kraft (Cormie et al., 2011). Viktigheten rundt styrke støttes også av tidligere forskning som skriver at når relativt svake individer øker deres maksimale styrke, øker også evnen til å produsere maksimal power og maksimal hastighet gjennom idrettslige bevegelser (Cormie. et al., 2010). Derfor for utrente idrettsutøvere, eller utøvere med begrenset erfaring fra styrketrening, kan det være en idé å prioritere tradisjonell styrketrening til å begynne med, etterfulgt av mer hastighetsbasert styrketrening med tiden. Med dette så kan tanken være å bygge et godt grunnlag for maksimal styrke først, da viktigheten rundt styrke for powerproduksjon virker å være viktig (Cormie. et al., 2010). Dette gjelder som sagt kun for utrente eller utøvere med begrenset erfaring fra styrketrening, men ikke på samme måte hos godt trente. Grunnen til dette er fordi styrketreningsadaptasjonene avtar når individet har dannet seg et godt grunnlag for styrke. Ettersom maksimal styrke økes, reduseres tilpasningsvinduet for ytterligere styrkeforbedring (Cormie et al., 2011). Det kan derfor tenkes at et mer balansert treningsstimuli mellom kraft og hastighet hos godt trente utøvere kan vise seg å være lurt.

Avslutningsvis så er det flere tidligere eksperimentelle studier som påpeker viktigheten rundt grf delt på kroppsvekt (Weyand et al., 2010; Weyand et al., 2000), en variabel som ikke er undersøkt i denne studien. Dette kan være, med forbehold om mer nødvendig forskning, en god korrelasjonsfaktor for beskrivelse av sprintprestasjon og topphastighet. Det nevnes også videre at grf er godt beskrevet gjennom den lineære kraft- hastighetsprofilen. Og på grunn av power sitt utspring gjennom kraft x hastighet kan det tyde på at helningen på det lineære forholdet i profilen kan indikere den relative betydningen av kraft og hastighetskvaliteter for maksimal poweroutput (Jaskolska et al., 1998; Morin et al., 2010), og viktigheten bak de individuelle kraft- hastighetsprofilene (Morin et al., 2012).

#### 4.1 Styrker og svakheter

Som i mange studier har også denne studien noen svakheter. Idrettslag som deltok i studien, har tilholdssted ulike steder i Norge. Det gjorde det utfordrende å få samme utstyr tilgjengelig på de ulike stedene.. Dette gjør at størrelsen på utvalget spriker veldig mellom faktorene som korreleres med sprintprestasjon. I et ønske om å sammenligne de ulike faktorene, og se hva som korrelerer mest med sprint, må man ta informasjonen til seg med viten om at størrelsesforskjellene er store (F.eks. n=68 F<sub>0</sub>, n=36 Fett% (tabell 5)). Det er også viktig for lesere av observasjonsstudier å vurdere om det finnes alternative forklaringer på studieresultatet (Carlson & Morrison, 2009). Med tanke på studiens interesse kunne det vært spennende med et rct (randomisert kontrollert studie) studie som undersøkte effekten på powertrening/ballistisk styrketrening kontra tradisjonell styrketrening på 20 meter sprintprestasjon. Ved å påføre to forskjellige intervensjonsgrupper styrketrening med ulike treningsstimuli (hastighet og kraft), kan det være med å øke kunnskapen rundt effekten på sprintprestasjon. Videre, selv om studien havnet på et fint størrelsesutvalg (n=83), bestod perioden av mye dropout, og individer som ikke fullførte treningsintervensjonen og derfor ble ekskludert. Studien ble gjennomført i en periode hvor det var vanskelig med Covid-19 restriksjoner. Dette gjorde gjennomføringen vanskelig for mange på grunn av sykdom eller karanteneregler. Sprintprestasjon er også definert som 20 meter i denne studien. I hovedsak kommer dette av at vi hadde mest data på den distansen. I et idrettsperspektiv både fra håndball og fotball, så er det ikke sikkert 20 meter er så dumt, da begge idrettene ofte består av korte og intensive spurter. Studien representerer også begge kjønn, noe som er viktig for et holistisk resultat.

## 5.0 Konklusjon

Overordnet mål ved studien var altså å undersøke om økningen i kraftegenskaper eller hastighetsegenskaper kan være med på å øke kunnskapen om sprintprestasjon, og hva som er mest fordelaktig for å forbedre sprinttid uavhengig idrett eller idrettsbakgrunn. Det er lite som skiller korrelasjonsstyrken mellom  $F_0$ ,  $F_0/kv$  og  $V_0$  ved baseline sammen med 20 meter sprintprestasjon. Med manglende årsaksforklaring og deres lille forskjell i korrelasjonsstyrke er det vanskelig å konkludere med at noen av egenskapene er mer fordelaktig enn andre. Relativ power ( $W/kv$ ) korrelerte sterkest ved baseline med en korrelasjonsstyrke på  $-0,761$ , som kan være en god parameter å trene mot ved ønske om forbedring i sprintprestasjon. Avslutningsvis kunne det vært interessant å forske videre på sprintprestasjon ved korte lengder. Mye av forskningen som omhandler sprintprestasjon tar for seg 100 meter. Sprintprestasjon i 100 meter garanterer ikke sprintprestasjon ved for eksempel 10-20-30 meter. Så å undersøke dette videre hadde vært interessant.

## 6.0 Referanseliste

- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*, 35(13), 1095-1100.
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol* (1985), 74(1), 359-368.
- Caiozzo, V. J., Perrine, J. J., & Edgerton, V. R. (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 51(3), 750-754.
- Carlson, M. D., & Morrison, R. S. (2009). Study design, precision, and validity in observational studies. *J Palliat Med*, 12(1), 77-82.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed. ed.).
- Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 26(4), 937-940.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 173-177.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*, 41(2), 125-146.
- Cormie., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc*, 42(8), 1582-1598.
- Coyle, E. F., Feiring, D. C., Rotkis, T. C., Cote, R. W., 3rd, Roby, F. B., Lee, W., & Wilmore, J. H. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 51(6), 1437-1442.
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med*, 35(3), 213-234.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, 19(2), 349-357.
- Cuk, I., Markovic, M., Nedeljkovic, A., Ugarkovic, D., Kukolj, M., & Jaric, S. (2014). Force-velocity relationship of leg extensors obtained from loaded and unloaded vertical jumps. *Eur J Appl Physiol*, 114(8), 1703-1714.
- Eynon, N., Hanson, E. D., Lucia, A., Houweling, P. J., Garton, F., North, K. N., & Bishop, D. J. (2013). Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. *Sports medicine*, 43(9), 803-817.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, 30(7), 625-631.
- García-Ramos, A., Feriche, B., Pérez-Castilla, A., Padial, P., & Jaric, S. (2017). Assessment of leg muscles mechanical capacities: Which jump, loading, and variable type provide the most reliable outcomes? *European Journal of Sport Science*, 17(6), 690-698.
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *J Strength Cond Res*, 22(3), 691-698.

- Haugen., Seiler., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Med Open*, 5(1), 44.
- Ishida, A., Rochau, K., Findlay, K. P., Devero, B., Duca, M., & Stone, M. H. (2020). Effects of an initial muscle strength level on sports performance changes in collegiate soccer players. *Sports*, 8(9), 127.
- Ishida, A., Travis, S. K., & Stone, M. H. (2021). Associations of Body Composition, Maximum Strength, Power Characteristics with Sprinting, Jumping, and Intermittent Endurance Performance in Male Intercollegiate Soccer Players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(1), 7. <https://www.mdpi.com/2411-5142/6/1/7>
- Ishøi, L., Thorborg, K., Hölmich, P., & Krommes, K. (2020). SPRINT PERFORMANCE IN FOOTBALL (SOCCER) PLAYERS WITH AND WITHOUT A PREVIOUS HAMSTRING STRAIN INJURY: AN EXPLORATIVE CROSS-SECTIONAL STUDY. *Int J Sports Phys Ther*, 15(6), 947-957.
- Jaskolska, A., Goossens, P., Veenstra, B., Jaskólska, A., & Skinner, J. (1998). Treadmill measurement of the force-velocity relationship and power output in subjects with different maximal running velocities. *Research in Sports Medicine: An International Journal*, 8(4), 347-358.
- Kanehisa, H., & Miyashita, M. (1983). Specificity of velocity in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52(1), 104-106.
- Kaneko, M. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci.*, 5, 50-55.
- Kirkpatrick, J., & Comfort, P. (2013). Strength, power, and speed qualities in English junior elite rugby league players. *J Strength Cond Res*, 27(9), 2414-2419.
- Lago-Peñas, C., Casais, L., Dellal, A., Rey, E., & Domínguez, E. (2011). Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *J Strength Cond Res*, 25(12), 3358-3367.
- Lesmes, G. R., Costill, D. L., Coyle, E. F., & Fink, W. J. (1978). Muscle strength and power changes during maximal isokinetic training. *Med Sci Sports*, 10(4), 266-269.
- Lindberg, K., Solberg, P., Bjørnsen, T., Helland, C., Rønnestad, B., Thorsen Frank, M., Haugen, T., Østerås, S., Kristoffersen, M., & Middtun, M. (2021). Force-velocity profiling in athletes: Reliability and agreement across methods. *PLoS One*, 16(2), e0245791.
- Lockie, R. G., Stage, A. A., Stokes, J. J., Orjalo, A. J., Davis, D. L., Giuliano, D. V., Moreno, M. R., Risso, F. G., Lazar, A., & Birmingham-Babauta, S. A. (2016). Relationships and predictive capabilities of jump assessments to soccer-specific field test performance in Division I collegiate players. *Sports*, 4(4), 56.
- López-Segovia, M., Marques, M., Van den Tillaar, R., & González-Badillo, J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of human kinetics*, 30(2011), 135-144.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res*, 23(6), 1633-1636.
- McFarland, I. T., Dawes, J. J., Elder, C. L., & Lockie, R. G. (2016). Relationship of two vertical jumping tests to sprint and change of direction speed among male and female collegiate soccer players. *Sports*, 4(1), 11.

- Meir, R., Newton, R., Curtis, E., Fardell, M., & Butler, B. (2001). Physical fitness qualities of professional rugby league football players: determination of positional differences. *J Strength Cond Res*, *15*(4), 450-458.
- Meylan, C. M., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Hughes, M. M., Jidovtseff, B., & Pinder, S. (2015). The reliability of isoinertial force-velocity-power profiling and maximal strength assessment in youth. *Sports Biomech*, *14*(1), 68-80.
- Moffroid, M. T., & Whipple, R. H. (1970). Specificity of speed of exercise. *Phys Ther*, *50*(12), 1692-1700.
- Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol*, *112*(11), 3921-3930. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2379-8>
- Morin, J. B., Samozino, P., Bonnefoy, R., Edouard, P., & Belli, A. (2010). Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. *J Biomech*, *43*(10), 1970-1975.
- Narici, M. V., Roi, G., Landoni, L., Minetti, A., & Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *59*(4), 310-319.
- Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Sàez-de-Villarreal, E., Couturier, A., Samozino, P., & Morin, J. B. (2015). Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. *Scand J Med Sci Sports*, *25*(5), 583-594.
- Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., & Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, *44*(12), 1733-1748.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements--altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, *44*(2), 313-322.
- Seitz, L. B., Reyes, A., Tran, T. T., Saez de Villarreal, E., & Haff, G. G. (2014). Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med*, *44*(12), 1693-1702.
- Silvestre, R., West, C., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *J Strength Cond Res*, *20*(1), 177-183.
- Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol*, *91*(1), 46-52.
- Stevenson, J. H., Beattie, C. S., Schwartz, J. B., & Busconi, B. D. (2015). Assessing the effectiveness of neuromuscular training programs in reducing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes: a systematic review. *Am J Sports Med*, *43*(2), 482-490.
- Valenzuela, P. L., Sánchez-Martínez, G., Torrontegi, E., Vázquez-Carrión, J., Montalvo, Z., & Haff, G. G. (2021). Should We Base Training Prescription on the Force-Velocity Profile? Exploratory Study of Its Between-Day Reliability and Differences Between Methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(7), 1001-1007.
- Weyand, P. G., Sandell, R. F., Prime, D. N., & Bundle, M. W. (2010). The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *J Appl Physiol (1985)*, *108*(4), 950-961.

- Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *J Appl Physiol (1985)*, *89*(5), 1991-1999.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, *38*(3), 285-288.
- Wong, P. L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res*, *23*(4), 1204-1210.
- Zanini, D., Kuipers, A., Somensi, I. V., Pasqualotto, J. F., Quevedo, J. d. G., Teo, J. C., & Antes, D. L. (2020). Relationship between body composition and physical capacities in junior soccer players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, *22*.
- Zivkovic, M. Z., Djuric, S., Cuk, I., Suzovic, D., & Jaric, S. (2017). Muscle Force-Velocity Relationships Observed in Four Different Functional Tests. *J Hum Kinet*, *56*, 39-49.

## Vedlegg

### 1. Informasjonsskriv/Samtykkeerklæring

#### Vil du delta i forskningsprosjektet

#### *” Effekten av individualisert styrketrening på styrke og eksplosivitet – En randomisert kontrollert studie”*

**Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke effekten av individualisert styrketrening basert på kraft-hastighetsprofilering hos trente idrettsutøvere. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.**

#### Formål

I idretter som stiller krav til hurtighet og spenst må utøveren kombinere styrketrening med tunge vekter på ene siden, samt sprint- og spenst-trening med kroppsvekt eller lett motstand på den andre. Imellom disse ytterpunktene har vi olympiske løft og «power-trening» med moderat tunge vekter. Det er en utfordring for mange utøvere å finne balansen mellom disse treningsmetodene, og i lagidretter trener ofte alle utøvere likt, selv om det er store individuelle forskjeller i fysiske styrker og svakheter. Nye studier peker i retning av en mer individualisert styrketrening, der den prioriterte metoden bestemmes av spesielle kraft-hastighets-tester. Eksempelvis bør muligens en utøver som har stor styrke, men lav hastighet, prioritere spenst- og hurtighetstrening framfor tung styrketrening. Flere nylige studier støtter denne hypotesen om at individualisering av styrke- og power-trening er



viktig for god/optimal utvikling av power i form av spenst og hurtighet. Fra tidligere forskning vet man også at motivasjon til trening påvirker blant annet kvaliteten på gjennomføringen av økten. Det er derfor stor grunn til å tro at mye forskning hvor man sammenligner treningsopplegg, blir påvirket gjennom forventninger og motivasjon man har til treningsopplegget. Formålet med studien er derfor todelt: 1) Undersøke om individualisert trening basert på kraft-hastighets-tester optimaliserer kraft-hastighetsforholdet, og derigjennom forbedrer prestasjon og motivasjon for å trene. 2) Undersøke effekten av forventninger og motivasjon i en styrketreningsintervensjon. Prosjektet vil være med på å gi oss mer kompetanse når det kommer til treningsplanlegging, og være relevant og interessant for både utøvere og de som jobber med idrettsutøvere.

Mulige fordeler og ulemper ved deltakelse i prosjektet

*Fordeler:*

- Treningsprogrammene er laget for at du skal oppnå økning i maksimal og eksplosiv styrke, samt muskelvekst i trente muskler.
- Du vil få mer informasjon om hvordan spesifikk trening virker på deg
- Som forsøksperson vil du få å tilegne deg mer kunnskap om din kapasitet og prestasjon relatert til styrke, spenst, hurtighet og power, normalt ikke er tilgjengelig for deg.
- Du vil få oppfølging og veiledning før, etter og gjennom powertrening i 8 uker.

*Ulemper:*

- Tid må avsettes til gjennomføring av trening og testing.
- Trening og testing kan føre til støyhet og oppfattes som ubehagelig/smertefullt i etterkant.
- Det er en risiko for skader ved både testing og trening, men ikke større enn ved trening du er vant med fra før.
- DXA (måling av muskelmasse) medfører en lav røntgenstrålingsdose, men anses ikke som farlig og tilsvarer dosen en utsettes for under en interkontinental flyreise.

### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Universitetet i Agder (UiA) er ansvarlig for prosjektet.

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du blir spurt om å delta i prosjektet da du treffer målgruppen som er idrettsutøvere på høyt nivå, og du og/eller din fysiske trener har godkjent at vi kan forhøre oss om mulig deltakelse.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Dette er et spørsmål til deg som er idrettsutøver om å delta i et forskningsprosjekt der hensikten er å

undersøke effekten av individualisert trening styrke og eksplosivitet. Studien blir gjennomført av forskere Universitet i Agder, Høgskulen på Vestlandet, og Olympiatoppen i Region Vest og Region Øst. Testing og trening vil foregå på de respektive treningssentra og laboratoriene i Kristiansand, Bergen og Fredrikstad.

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du

- Gjennomfører 2 treningsøkter per uke i 8 uker
- Gjennomfører fysiske tester fordelt på 2 dager før og etter en 8 ukers treningsperiode
  - Testingen vil ta ca. 2 timer per dag

De fysiske testene består i: Svikthopp med 0,20, 40, 60, og 80 kg, 30m sprint, Beinpress og mål av muskelmasse gjennom Dual x ray absorptiometry (DXA).

**Styrketreningen** vil bestå av tilsvarende identiske treningsprogram som er brukt i tidligere forskning på individualisert trening basert på kraft-hastighetsprofilering. Dette innebærer 2 økter i uken, over totalt 8 uker, med fokus på styrke og eksplosivitet for bein. Utøveren vil kunne også trene egne økter for overkropp dersom dette er ønskelig.

### **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.

Opplysninger som registreres om deg er:

- Høyde, vekt, fødselsdato
- Styrke, spenst, hurtighet og muskelmasse

Universitetet i Agder er ansvarlig for all informasjon som samles inn i dette prosjektet. Informasjon om deg vil behandles aidentifisert. Det betyr at vi gir deg et forsøkspersonnummer og linker all innsamlet informasjon til dette nummeret. Vi har en kodeliste (ett eksemplar) som kobler navnet ditt til forsøkspersonnummeret. Kodelisten oppbevares i et låsbart skap og det er kun prosjektleder som har tilgang (Thomas Bjørnsen). Prosjektet avsluttes 01.06.2022 og da vil kodelisten destrueres, noe som betyr at innsamlet informasjonen er anonymisert og ingen opplysninger kan spores tilbake til deg.

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i registrerte opplysninger. Dersom du trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede opplysninger/data, med mindre opplysningene allerede er inngått i vitenskapelige publikasjoner. Informasjon som brukes i eventuell vitenskapelig publikasjon vil ikke kunne spores tilbake til deg.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er [01.06.2022]. Alle testresultater vil bli behandlet uten navn og fødselsdato eller andre direkte persongjenkjennerende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger og testresultater gjennom en navneliste. Det er kun prosjektleder som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Listen destrueres så snart studien er gjennomført. Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

### **Dine rettigheter**

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Agder har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

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

- Kolbjørn Lindberg, doktorgradsstipendiat ved Universitetet i Agder  
([kolbjorn.a.lindberg@uia.no](mailto:kolbjorn.a.lindberg@uia.no), +47 908 70 067)
- Thomas Bjørnsen, prosjektleder og førsteamanuensis ved Universitetet i Agder  
([thomas.bjornsen@uia.no](mailto:thomas.bjornsen@uia.no), +47 986 19 299).

- Paul Solberg, faglig leder Olympiatoppen Øst (paul.solberg@olympiatoppen.no, tlf: 99094092).
- Robert Brankovic, Universitetslektor ved Høgskulen på Vestlandet ([r0bertme@gmail.com](mailto:r0bertme@gmail.com), +47 977 51 984)
- Morten Kristoffersen, førsteamanuensis ved Høgskulen på Vestlandet ([Morten.Kristoffersen@hvl.no](mailto:Morten.Kristoffersen@hvl.no), +47 930 92 244)
- Vårt personvernombud: Ina Danielsen ([ina.danielsen@uia.no](mailto:ina.danielsen@uia.no), +47 452 54 401)

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

*Med vennlig hilsen*

*Kolbjørn Lindberg og prosjektmedarbeidere*

*(stipendiat, forsker og veileder)*

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet ” **Effekten av individualisert styrketrening på styrke og eksplosivitet** ”, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i prosjektet ” **Effekten av individualisert styrketrening på styrke og eksplosivitet** ”

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## 2. Etisk godkjenning



Kolbjørn Andreas  
Lindberg

Besøksadresse:  
Universitetsveien 25  
Kristiansand

Ref: [object Object]

Tidspunkt for godkjenning: 24/05/2021

### **Søknad om etisk godkjenning av forskningsprosjekt - Optimal trening for kraft og hastighet, individualisert trening og motivasjon**

Vi informerer om at din søknad er ferdig behandlet og godkjent.

Kommentar fra godkjenner:

Hilsen  
Forskningsetisk komite  
Fakultet for helse - og idrettsvitenskap  
Universitetet i Agder

UNIVERSITETET I AGDER

POSTBOKS 422 4604 KRISTIANSAND

TELEFON 38 14 10 00

ORG. NR 970 546 200 MVA - [post@uia.no](mailto:post@uia.no) -

FAKTURAADRESSE:

UNIVERSITETET I AGDER,

FAKTURAMOTTAK

POSTBOKS 383 ALNABRU 0614 OSLO [www.uia.no](http://www.uia.no)

## 3.0 NSD godkjenning

# Optimal trening for kraft og hastighet, individualisert trening og motivasjon

**Referanse**  
963169

**Status**  
Vurdert

Åpne Meldeskjema

Vurdering

Skriv melding her. Vær oppmerksom på at meldingen du skriver blir synlig for din institusjon i Meldingsarkivet og alle som får delt tilgang til prosjektet ditt.

Send melding

### Sluttvurdering (planlagt)

01.06.2022 02:00

### Melding

28.04.2021 10:34

Behandlingen av personopplysninger er vurdert av NSD. Vurderingen er:

Det er vår vurdering at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 28.04.2021 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

[nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema](https://nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema)

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige personopplysninger og særlige kategorier av personopplysninger om helseforhold frem til 01.06.2022

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

For alminnelige personopplysninger vil lovlig grunnlag for behandlingen være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 a.

For særlige kategorier av personopplysninger vil lovlig grunnlag for behandlingen være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

#### PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen:

- om lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og



Samtykker til behandlingen

- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet.

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18) og dataportabilitet (art. 20).

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1 f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må prosjektansvarlig følge interne retningslinjer/rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Kaja Amundsen

#### Melding

28.04.2021 09:18

NSD har begynt på vurderingen av meldeskjemaet, og vi har noen kommentarer før vi kan ferdigstille den. Når du har oppdatert meldeskjemaet i tråd med kommentarene, trykk «bekreft innsending» på siden Send inn. Meldingsdialogen kan benyttes til eventuelle spørsmål, svar og avklaringer.

Hei og takk for oppdateringer.

Vurderingen er skrevet ferdig, men før vi kan sende den må dere gjøre to endringer i meldeskjema slik at det samsvarer med informasjonsskrivet:

- 1) På siden Utvalg 1 ved datakilden under "Grunnlag for å behandle særlige kategorier av personopplysninger" må dere svare "Uttrykkelig samtykke (art. 9 nr. 2 bokstav a)".
- 2) På siden Varighet under "Skal data med personopplysninger oppbevares utover prosjektperioden?" må dere svare "Nei, data vil bli oppbevart uten personopplysninger (anonymisering)" og her oppgi anonymiseringstiltak.

Trykk deretter Bekreft innsending på siden Send inn.

#### Melding fra Kolbjørn Andreas Lindberg

23.04.2021 16:23

Hei, takk for tilbakemelding.

1) vi har korrigert dette nå

2) Vi har nå oppdatert ordlyden på punkt 2 fra prosjektbeskrivelsen og lagt det til i informasjonsskrivet så dette blir mer presist og samsvarer begge steder

Mvh Kolbjørn

**Melding**

20.04.2021 11:12

NSD har begynt på vurderingen av meldeskjemaet, og vi har noen kommentarer før vi kan ferdigstille den. Når du har oppdatert meldeskjemaet i tråd med kommentarene, trykk «bekreft innsending» på siden Send inn. Meldingsdialogen kan benyttes til eventuelle spørsmål, svar og avklaringer.

Hei Thomas og Kolbjørn,

Vi har nå gjort en første gjennomgang av meldeskjemaet, og har to kommentarer/spørsmål:

1) I informasjonsskrivet fremgår det at "Prosjektet avsluttes 01.06.2022 og da vil kodelisten destrueres, noe som betyr at innsamlet informasjonen er anonymisert og ingen opplysninger kan spores tilbake til deg". Mens i meldeskjemaet på siden varighet er det huket av for at datamaterialet med personopplysninger skal lagres frem til 01.01.2027. Her må det være samsvar.

2) Under prosjektbeskrivelse fremgår det at prosjektet har to formål "1) Undersøke om individualisert trening basert på kraft-hastighets-tester optimaliserer kraft-hastighets-forholdet, og derigjennom forbedrer prestasjon og motivasjon for å trene. 2) Undersøke effekten av placebo i en styrketreningsintervensjon". Vi kan ikke se at informasjon om det andre formålet fremgår fra informasjonsskrivet. Ber om avklaring.