



BACHELOROPPGAVE

«Sammenhengen mellom muskelmasse, styrke, spenst og hurtighet.»

“Relationship between muscle mass, strength, vertical jump height and sprint performance.”

Kandidatnummer: 811

Kandidatnummer: 809

Faglærer i kroppsøving og idrettsfag
Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett
Institutt for idrett, kosthold og naturfag
Veileder: Coral Falco og Arild Hafstad
Innleveringsdato: 15.02.2021

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to determine whether muscle mass correlates with vertical jump, sprint and maximal strength and to examine whether maximal strength correlates with sprinting and vertical jump performance. Understanding of this study could help improving these physical abilities. **Method:** Fifteen female sport students, recreationally trained (age, 22 ± 1.33 years; height, 168.5 ± 4.98 ; weight, 68.54 ± 8.34 ; muscle mass, 15.63 ± 2.0) were tested for sprinting ability (0-40 m sprint) and countermovement jump (on a force platform) and an air powered leg press-test (on Keiser Air 300). All the tests were completed on the same day. **Result:** Significant positive correlations were found between muscle mass and 1RM leg press ($r = 0.77$), max power right leg ($r = 0.77$) and left leg ($r = 0.77$) and vertical jump height ($r = 0.68$). The results showed no significant correlation between muscle mass and sprint performance (10-40m). Vertical jump was strongly correlated with 1RM leg press ($r = 0.63$) and max power right leg ($r = 0.66$) and left leg ($r = 0.76$). Vertical jump height had a significant negative correlation with 20-40m sprint ($r = -0.54$, $r = -0.60$, $r = -0.67$), but no significant correlation with 10m sprint ($r = -0.37$). No correlations between strength in lower legs and sprint were discovered in this study. **Conclusion:** The current study shows that muscle mass correlates with maximal strength and vertical jump performance. Maximal strength in leg press determines vertical jump performance but did not imply better sprint performance. Vertical jump height is related to sprint (20-30m). Female sport students should focus on maximal strength training, which may improve their jumping performance.

Keywords: muscle mass, strength training, vertical jump height, sprint performance

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av bachelorutdanningen Faglærer i kroppsøving og idrettsfag ved Høgskulen på Vestlandet. Avdeling for lærerutdanning, kultur og idrett i Bergen. Studien ble gjennomført i 2020/21. Valg av tema er basert på vår interesse for idrett og prestasjonsevne. Prosjektet anses som en mulighet til å styrke egen idrettslig kompetanse.

Vi retter en stor takk til våre veiledere Coral Falco og Arild Hafstad, for god oppfølging, samt gode og konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele arbeidsprosessen. Vi vil også rette en stor takk til de 15 forsøkspersonene som tok del i prosjektet og gjorde studien mulig å gjennomføre.

Innholdsfortegnelse

Abstract	2
Forord	3
1.0 Innledning	7
1.1 Bakgrunn for valg av tema.....	7
1.2 Problemstilling	7
1.3 Oppgavens avgrensning	8
1.4 Hypotese.....	8
1.5 Begrepsavklaring	8
1.6 Oppgavens oppbygning.....	9
2.0 Teori	10
2.1 Muskelens oppbygning og muskelmasse.....	10
2.2 Maksimal og eksplosiv styrke.....	10
2.3 Faktorer som påvirker styrke	11
2.3.1 Faktorer i muskel og skjelett.....	11
2.3.2 Faktorer i nervesystemet	13
2.4 Spenst.....	14
2.5 Faktorer som påvirker spenst	15
2.6 Hurtighet	16
2.7 Faktorer som påvirker hurtigheten	17
2.8 Tidligere studier på muskelmasse, styrke, spenst og hurtighet.....	18
2.8.1 Metaanalyser og systematiske oversikter.....	18
2.8.2 Tverrsnittsstudier	19
2.8.3 Intervensjonsstudier	21
2.8.4 Studier på eldre	22
3.0 Metode	23
3.1 Forskningsdesign	23
3.2 Deltakerutvalg	24
3.3 Instrumenter	25
3.4 Testprosedyre	26
3.4.1 Kroppsanalyse.....	26

3.4.2 Oppvarming	26
3.4.3 Sprinttest	26
3.4.4 CMJ-test	27
3.4.5 Beinpresstest	27
3.5 Validitet og reliabilitet	28
3.6 Statistikk.....	29
3.7 Etske vurderinger	29
4.0 Resultat	30
4.1 Korrelasjoner.....	31
4.1.1 Korrelasjon mellom muskelmasse, styrke og effekt	31
4.1.2 Korrelasjon mellom muskelmasse og spenst	32
4.1.3 Korrelasjon mellom muskelmasse og hurtighet.....	32
4.1.4 Korrelasjon mellom styrke, effekt og spenst	33
4.1.5 Korrelasjon mellom spenst og hurtighet	33
4.1.6 Korrelasjon mellom styrke, effekt og hurtighet	34
5.0 Diskusjon.....	35
5.1 Korrelasjon mellom muskelmasse og styrke	35
5.2 Korrelasjon mellom muskelmasse og spenst	36
5.3 Korrelasjon mellom muskelmasse og hurtighet.....	37
5.4 Korrelasjon mellom spenst og styrke.....	38
5.5 Korrelasjon mellom spenst og hurtighet	39
5.6 Korrelasjon mellom styrke og hurtighet	40
5.7 Begrensninger i studien.....	42
5.8 Videre forskning	43
6.0 Konklusjon.....	44
Litteraturliste	45
Vedlegg 1: Informasjonsskriv og samtykkeerklæring.....	48
Vedlegg 2: Keiser protokoll.....	51

Figur og tabelloversikt

Figur 1: Hill kurve.....	16
Figur 2: Flytskjema over fremgangsmåte.....	25
Figur 3: Korrelasjon muskelmasse og 1RM keiser.....	31
Figur 4: Korrelasjon muskelmasse og Pmax høyre og venstre.....	31
Figur 5: Korrelasjon muskelmasse og CMJ.....	32
Figur 6: Korrelasjon muskelmasse og hurtighet.....	32
Figur 7: Korrelasjon CMJ og 1RM keiser.....	33
Figur 8: Korrelasjon CMJ og Pmax høyre og venstre.....	33
Figur 9: Korrelasjon CMJ og hurtighet.....	33
Figur 10: Korrelasjon 1RM keiser og hurtighet.....	34
Figur 11: Korrelasjon Pmax høyre og hurtighet.....	34
Figur 12: Korrelasjon Pmax venstre og hurtighet.....	34
Tabell 1: Antropometriske data.....	24
Tabell 2: Gjennomsnitt og normalfordeling.....	30
Tabell 3: Korrelasjoner mellom muskelmasse, hurtighet, spenst og styrke.....	31

1.0 Innledning

Muskelmasse er antall kilo muskler i kroppen. En økning av muskelmassen kan være en fordel for å bedre idrettsprestasjoner. Å øke kroppsvekten i form av å øke muskelmassen kan være hensiktsmessig i idretter der maksimal styrke er et arbeidskrav, mens en økning av muskelmasse samtidig som en reduisering av fettmasse er gunstig i idretter der relativ styrke kreves (Tønnesen & Garthe, 2017, s. 1). Styrke, spenst og hurtighet er fysiske egenskaper som er viktige arbeidskrav i idretten, men som også er viktige for mosjon og dagliglivet. Disse fysiske egenskapene har sterk sammenheng og påvirker hverandre i høy grad (Enoksen et al., 2007, s. 79). Forbedring av muskelstyrken vil føre til bedre spenst- og sprintprestasjon (Wisløff et al., 2004; Seitz et al., 2014), og forskning viser også sammenhenger mellom spenst- og sprintprestasjon (Vescovi & McGuigan, 2008; Wisløff et al., 2004). Styrketrening er en metode for å øke kraftutviklingen som både er essensielt i styrke, spenst og hurtighet.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Bakgrunnen for valg av tema i denne oppgaven er interessen vi begge har for styrketrening, og at vi begge spiller aktivt håndball. I denne sporten er spenst, hurtighet og styrke sentrale elementer. Ved å gjennomføre en studie for å undersøke sammenhengen mellom muskelmasse i underekstremitetene, maksimal styrke, spenst og hurtighet, vil vi finne ut hvordan disse faktorene underbygger hverandre. Ved endt utdanning vil begge jobbe som kroppsøvingslærer/trener, og da vil det være en stor fordel å ha kunnskap om hvilke faktorer man skal fokusere på i treningsarbeidet.

Tidligere studier indikerer en samvariasjon mellom maksimal styrke ved bruk av knebøy, spenst og hurtighet (Wisløff et al., 2004; Vescovi & McGuigan, 2008; Chelly et al., 2010). Ut fra det vi har funnet er det ingen som har tatt for seg 1RM i keiser (beinpress). Få studier er gjort på kvinner og de fleste har testet toppidrettsutøvere. Vi har funnet få studier som har sett på korrelasjoner mellom muskelmasse og sprint, men tidligere forskning viser sterk sammenheng mellom muskelmasse og styrke, spenst og kraft (Brechue & Abe, 2002; Hayashida et al., 2014; Stephenson et al., 2015). Mye tyder på at det er sammenhenger, men empirien spriker og gjør at dette blir viktig å forstå nærmere. På bakgrunn av dette ble følgende problemstilling formulert.

1.2 Problemstilling

Hva er sammenhengen mellom muskelmasse i underekstremitetene, styrke, spenst og hurtighet hos kvinnelige idrettsstudenter?

1.3 Oppgavens avgrensning

Dataene fra testene vil være resultat av fysiske, psykiske og tekniske egenskaper. Oppgaven vil bli avgrenset til de fysiske faktorene der hovedmålet vil være å se på korrelasjonen mellom de fysiske egenskapene og muskelmasse i underekstremitetene.

1.4 Hypotese

Ut ifra problemstillingen ble det utformet følgende hypoteser:

- De med mest muskelmasse i underekstremitetene hopper også høyt, bruker kort tid på 40 meter og er sterke (positiv korrelasjon). De med mest styrke vil også hoppe høyt (positiv korrelasjon).
- De som bruker kort tid på 40 meter hopper også høyt og er sterke (negativ korrelasjon).

1.5 Begrepsavklaring

1RM: En repetisjon maksimum. Det meste en person klarer å løfte en gang i en bestemt øvelse.

Relativ styrke: En utøvers maksimale styrke (1RM) dividert med utøvers kroppsvekt. Kraft man klarer å utvikle ut ifra egen kroppsvekt.

Rate of force development (RFD): Hurtighet på kraftutvikling.

Effekt: Kalles «power» i engelsk litteratur. Effekt(W) er definert som arbeid per tidsenhet (Raastad et al., 2010, s. 225). Skrives som: $\frac{\text{Kraft} \cdot \text{vei}}{\text{tid}}$ eller Kraft · hastighet. Måles i watt.

Akselerasjon: Hastighetsendring per tidsenhet, m/s². Angir hvor raskt endringen av hastigheten skjer. Evnen til å raskest mulig komme opp i toppfart.

FP: Forsøksperson.

CMJ: Countermovement jump (på norsk *svikthopp*).

Pmax: Maks power målt i watt.

Korrelasjon: Korrelasjon er sammenhengen mellom to variabler. Korrelasjonen mellom to variabler kan variere fra -1 til +1, der verdier som nærmer seg -1 eller +1 viser til en sterk negativ eller positiv korrelasjon, mens verdier nær 0 viser svak eller ingen korrelasjon.

1.6 Oppgavens oppbygning

Videre i oppgaven vil kapittel 2 presentere oppgavens teoridel. Dette kapitlet vil ta for seg teori om muskelens oppbygning og muskelmasse, styrke, spenst og hurtighet. Kapittel 3 er en fremstilling av hvilke metodiske tilnærminger som er brukt. Her vil det bli presentert deltakerutvalg, instrumenter som er brukt, testprosedyre og andre hensyn i prosessen. Til slutt i dette kapitlet vil etiske vurderinger belyses. I kapittel 4 presenteres resultatene fra studien. I kapittel 5 blir resultatene fra studien drøftet og diskutert. Avslutningsvis vil kapittel 6 oppsummere funnene som svarer på problemstillingen.

2.0 Teori

I dette kapittelet vil teorien gjøre rede for viktige begreper som ligger til grunn for å kunne diskutere problemstillingen og funnene fra studien.

2.1 Muskelens oppbygning og muskelmasse

Det finnes tre typer muskulatur; hjertemuskulatur, glatt muskulatur og skjelettmuskulatur. Skjelettmuskulaturen utgjør omtrent 40% av kroppsvekten og er den største delen av kroppsmuskulaturen (Holck, 2020). En muskel er bygd opp av muskelfiber, bindevev, kapillærer og nervefibre. Muskelfibrene er samlet i bunter som utgjør hele muskelen. Det indre av muskelfibrene er tettepakket med myofibriller, som igjen er bygd opp av aktin- og myosinfilament. Myofibrillene er ordnet i regelmessig oppbygde enheter som kalles sarkomerer. En muskel kalles tverrstripet fordi alle sarkomerene ligger på linje og forbinder seg i ankerstrukturer, Z-skiver. Hvert myosinfilament er omgitt av seks aktinfilament (Gjerset et al., 2012, s. 314-318). Myosinfilamentet har mange små hoder som strekker seg til aktinfilamentet og danner tverrbroer. Når en muskelfiber blir stimulert fra nervesystemet bindes kalsium til troponin, og tropomyosin flyttes vekk fra aktinfilamentet. Ved bevegelse koples tverrbroene sammen og Z-skivene trekkes mot hverandre (Gjerset et al., 2015, s. 376). Tverrbroene må lades med ATP for å slippe og for å ta nye tak. Skjer dette samtidig i flere muskelfibre, forkortes hele muskelen. Stor konsentrasjon og en tettere pakking av proteinfilamentene fører til større kraft ved et gitt tverrsnittsareal (Raastad et al., 2010, s. 24).

Muskelmassen utgjør omtrent 35% av kroppsvekten hos voksne kvinner, hvorav 50% er i underkroppen. Det er generelt god sammenheng mellom muskelmasse og maksimal styrke hvis man tar utgangspunkt i enkle øvelser eller hvis man måler erfarne utøvere (Gjerset et al., 2015, s. 395). Det er mengden av skjelettmuskulatur som får størst forandring gjennom trening. Tung styrketrening vil gi størst økning på den totale muskelmassen, men likevel er økningen av muskelmassen mindre enn økningen av tverrsnittene fordi massen er avhengig av hele muskelens volum og ikke kun de mindre delene i muskelen (Gjerset et al., 2015, s. 397).

2.2 Maksimal og eksplosiv styrke

Styrke defineres som ”den maksimale kraften eller det dreiemomentet en muskel eller muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet” (Raastad et al., 2010, s. 13). Styrke deles inn i maksimal og eksplosiv styrke. Maksimal styrke er den største kraften en muskel eller muskelgruppe kan utvikle og er viktig for idretter med langsomme bevegelser som for eksempel vektløfting (Gjerset et al., 2012, s. 73). Prestasjonen i vektløfting måles ut fra hvor mye man klarer å løfte i øvelser som

knebøy og markløft. Den vanligste måten å måle den maksimale styrken på er å teste én repetisjon maksimum (1RM), den største motstanden man klarer å gjennomføre én repetisjon med i en øvelse (Raastad et al., 2010, s. 13-14). Eksplosiv styrke omfatter evnen vår til å utvikle stor kraft hurtig og stor forkortningshastighet ved stor leddvinkelhastighet. En kopler eksplosiv styrke til spenst og hurtighet siden dette er egenskaper der hurtig kraftutvikling kreves. Intensjonen med eksplosiv styrke er å akselerere en bevegelse maksimalt og på den måten skape størst mulig kraft og/eller hastighet.

Evnen til å skape store krefter mot store motstander og å produsere en høy arbeidsfrekvens er viktig for flere idretter (Young, 2006, s. 74). Med styrketrening ønsker man å påvirke evnen til å utvikle stor effekt (W). Ved langsomme bevegelser vil den maksimale effekten (W) bestemmes av vår maksimale styrke og ved hurtige bevegelser vil effekten (W) være bestemt av vår eksplosive styrke (Raastad et al., 2010, s. 15). En idrettsutøver som trenger maksimal styrke må trene med mye motstand som gir lav watt og lavt energiforbruk, mens en eksplosiv idrettsutøver må trene med kroppsvekt/lettere vekter som gir høyere watt og et større energiforbruk. Likevel er maksimal og eksplosiv styrke nært tilknyttet hverandre. Det kan forklares ved at en utøver som ønsker å forbedre sin eksplosive styrke, også må trene maksimal styrke for å øke muskelens tverrsnittsareal. Tverrsnittsarealet er en viktig faktor for den eksplosive styrken for å utvikle kraft, og ved å trene mye maksimal styrke vil det påvirke den eksplosive styrken positivt (Raastad et al., 2010, s. 13-15).

2.3 Faktorer som påvirker styrke

Faktorer i muskel og skjelett, og faktorer i nervesystemet vil spille en stor rolle for muskelstyrken.

2.3.1 Faktorer i muskel og skjelett

Tverrsnittsarealet til en muskel er den viktigste faktoren for maksimal styrke. Et større muskeltvernsnitt er høyt assosiert med muligheten for å skape stor kraft (Earp et al., 2010). Tverrsnittet måles på den største delen av muskelen, og ved maksimal aktivering er det dette som bestemmer kraften.

”Muskeltvernsnitt bestemmes utfra antall muskelfibre i muskelgruppen, hver enkelt muskelfibers tverrsnitt og innfestningsvinkel til senene for de fjærformede musklene” (Enoksen et al., 2007, s. 12). Vi skiller mellom anatomisk og fysiologisk tverrsnitt. Det anatomiske tverrsnittet måles vinkelrett på muskelbukens lengdeakse, mens det fysiologiske tverrsnittet måles vinkelrett på muskelfibrenes lengdeakse (Dahl & Rinvik, 2010, s. 224). Musklene med størst fysiologisk tverrsnitt kan skape størst kraft ved lav forkortningshastighet fordi muskelfibrene ligger på skrå og muskelkraften får dermed en større momentarm å virke på (Gjerset et al., 2015, s. 388-389).

Muskelarkitektur er en annen faktor for styrke. Muskelarkitektur refereres til hvordan fibre er ordnet i forhold til muskelens lengderetning. Det skilles mellom spoleformet og fjærformet arkitektur. Spoleformede muskelfibre går i muskelens lengderetning, mens fjærformede muskelfibre ligger på tvers eller på skrått i forhold til lengderetningen. Spoleformede muskler er bedre når det skal skapes stor vinkelhastighet i et ledd, fordi fibre er lengre. Fjærformede muskler er kortere, men har plass til flere fibre i samme volum. Disse muskelfibre er bedre egnet til å skape stor kraft ved lav forkortningshastighet (Raastad et al., 2010, s. 21-22).

Muskelfibertyper er en av de viktigste faktorene for eksplosiv styrke. Det finnes i hovedtrekk tre typer muskelfibre; type I, IIA og IIX. Denne inndelingen er basert på myosin heavy chains (MHC), som bestemmer farten på forkortningen i musklene. MHC er 3 isoformer, der ulik grad av dem avgjør kraften og hastigheten i en muskelbevegelse. Fordelingen av muskelfibre vil variere fra muskel til muskel, og person til person. Noen muskelfibre vil ligge mellom de tre ulike typene, og dermed ikke være 100% en av de tre muskelfibertypene (Raastad et al., 2010, s. 23-24). Type I er langsomme, men utholdende. Type IIA er dobbelt så raske som type I fibre, men mindre utholdende. Dette er på grunn av enzymaktiviteten i myosin-molekylet. Type II fibre vil spalte ned ATP hurtigere enn type I fibre, og dermed hurtigere kryssbrosyklus (Refsnes, 1996, s. 5). Type IIX er de raskeste, men minst utholdende. Det finnes 3 ulike isoformer av MHC, som avgjør forkortningshastigheten. Type II fibre vil produsere litt større kraft ved likt tverrsnitt, men ved å øke forkortningshastigheten vil den definitive forskjellen komme frem (Raastad et al., 2010, s. 23-24). Kraften som blir produsert bestemmes av frekvensen av aksjonspotensialet (AP) (Refsnes, 1996, s.5). Når aksjonspotensialene når en frekvens på ca. 30 Hz vil type I fibre oppnå maksimal kraft. For at type II fibre skal utvikle maksimalkraft må de aktiveres med 60-70 Hz. Maksimalkraften vil ikke øke ved høyere frekvens enn dette, men det er likevel mulig å oppnå maksimalkraften tidligere hvis 2-3 AP kommer nært etter hverandre (Enoksen et al., 2007, s. 15).

En annen viktig faktor for styrke er muskellengde. Graden av overlapping av myosin- og aktinfilament i hver sarkomer bestemmer hvor stor kraft en muskel kan utvikle. Muskelens optimale lengde oppnås når forbindelsene mellom myosin- og aktinproteinene er maksimale. Når forbindelsene reduseres og muskelen forkortes eller forlenges, reduseres kraften (Hallén & Ronglan, 2011, s. 54).

Biomekaniske faktorer vil spille inn som en faktor på muskel og skjelett. Muskler med større tverrsnittsareal vil kunne ha en større momentarm over ledd enn muskler ved mindre tverrsnittsareal. Man kan derfor bedre momentarmen over enkelte ledd ved styrketrening som bidrar til økning av

tverrsnittsareal. Leddvinkel i bevegelsen vil være en viktig del av dreiemomentet som blir skapt over ledd. Momentarmen i senene, men og muskellengden vil variere ut ifra leddvinkler. Hvilke leddvinkler som er gunstig for hver enkelt person varierer, men kan også endres ved hjelp av former for styrketrening som endrer muskellengden (Raastad et al., 2010, s. 26-28).

2.3.2 Faktorer i nervesystemet

Flere nevromuskulære faktorer bidrar til kraftig muskelproduksjon. Nevrale faktorer som spiller inn til høy effekt er rekruttering av muskelenheter, hastighet på muskelenhetene og synkronisering av disse. Vanligvis er det muskelenhetene med høyest antall type II fibre, som rekrutterer høyest effekt. Disse større og kraftigere motorenheter rekrutteres som oftest bare under maksimal innsats, og utrente personer vil ikke være i stand til å rekruttere disse under muskelaksjoner.

For å skape en kraftutvikling i en muskel, kreves det at det kommer en elektrisk impuls til muskelen, aksjonspotensial (AP). Elektriske signal sendes fra en nervecelle (neuron) i ryggmargen (alfa-motorneuron), før det går videre til en nervetråd (akson). Signalet sendes til enden av aksonet der det finnes forgreninger av tråder ut til ulike muskelfibre. Alfa-motorneuron og muskelfibrene som blir aktivert her, kalles motoriske enheter (Thomeë et al., 2008, s. 24). Evnen til å rekruttere motoriske enheter er en faktor for styrken vår. Musklene rekrutterer enhetene i et hierarkisk system ut ifra hvor mye kraft som skal utvikles. Dette systemet kalles Hennemans størrelsesprinsipp. Type I- enheter rekrutteres ved bevegelser der liten kraft kreves og er lette å aktivere. Ved økt kraftproduksjon må flere og større enheter aktiveres, hovedsakelig type II- enheter. De store enhetene aktiveres ved høyere frekvens av aksjonspotensialet og dess mer man tar i, desto flere motoriske enheter aktiveres (Raastad et al., 2010, s. 28). Ved 20 % kraftutvikling aktiveres type I- enhetene, ved 40 % kraftutvikling kobler større enheter seg på, ved 70% kobler de fleste store enhetene seg på, og når man løfter 80-90% av sin maksimale innsats vil alle de motoriske enhetene man klarer aktivere av egen vilje (type II-enheter) være aktivert (Thomeë et al., 2008, s. 52). Det finnes derimot to unntak i rekrutteringshierarkiet. Ved eksplosive muskelaksjoner rekrutteres alle enhetene samtidig for å skape størst mulig kraft på kortest mulig tid. Ved eksentriske muskelaksjoner kan hierarkiet snus på hodet og type I- enhetene blir inaktive (Raastad et al., 2010, s. 29).

Optimal fyringsfrekvens krever en optimal aktivering. Kalsiumkonsentrasjonen i cytosol er det som avgjør kraften til musklene. Sarkoplasmatiske retikulum (SR) er et nettverk som inneholder store doser kalsiumioner. Konsentrasjonen av kalsium ved hvile er høy i SR og lav i cytosol. Hvis flere AP følger nært etter hverandre i tid, vil dette forholdet endre seg. En økende spenning skapes i cytosol, som et

resultat av stadig nye utslipp av kalsium fra SR før forrige utslipp er pumpet tilbake i SR. Ved økt spenning av kalsiumkonsentrasjonen i cytosol, vil troponin føre til at tropomyosintrådene flytter seg vekk fra aktinet og dermed kan myosinhodene binde seg til aktinet og skape muskelaksjoner. Ved høyere antall AP inn i cellen, vil myosinhodene kunne feste seg på aktinet og skape høyere kraft (Thomeë et al., 2008, s 26-28). Frekvensen på aksjonspotensialet varierer utfra muskelfibertypene som ligger i de aktuelle musklene (Enoksen et al., 2007, s. 19-20).

Samspeillet mellom ulike muskler er en faktor som er med på å bestemme styrken. Agonister og synergister er muskler som samarbeider for å skape dreiemoment over ledd. Antagonister ligger på andre siden av leddet og har som oppgave å stabilisere for å unngå altfor høye dreiemoment. I enkelte bevegelser vil antagonistene aktiveres for mye. Da må man øke aktiviteten av agonistene og synergistene slik at energiforbruket øker. Ved bevegelser som involverer flere ledd, vil kravet til samarbeid mellom synergistene økes. I slike bevegelser kreves riktig regulering av kraft og timing, slik at kraften skal bli størst mulig (Raastad et al., 2010, s. 32-33).

2.4 Spenst

”Spenst er evnen til å hoppe høyt og langt, med andre ord evnen til å utvikle stor kraft raskt med en hensiktsmessig teknikk” (Enoksen et al., 2007, s. 128). Gjerset et al. (2012, s. 170) omtaler spenst som musklens evne til å utvikle stor kraft per tidsenhet i ulike satsbevegelser. For å kunne hoppe høyt eller langt må man akselerere egen kroppsvekt. Vi skiller mellom vertikal og horisontal spenst. Dette er spenstbevegelser hvor det er eksplosive bevegelser knyttet til høy kraftutvikling i en konsentrisk fase som gjelder, med riktig effekt (W). For å ha best mulig spenst er evnen til å utvikle stor effekt (W) i strekkapparatet i beina et nyttig mål. Effekten (W) er redusert når hastigheten er høy og lav. Det er ved eksentrisk muskelaksjon muskelkraften er høyest (Enoksen et al., 2007, s. 135).

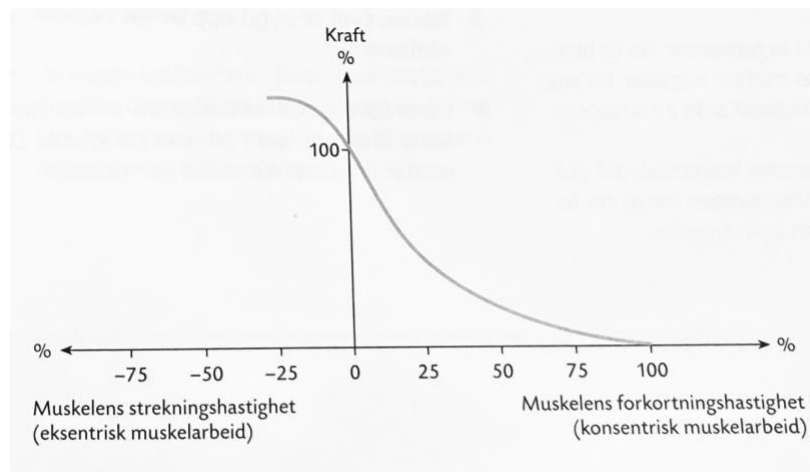
I utøvelse av spenst generelt, gjennomføres bevegelsen som oftest med en plyometrisk kontraksjon. Dette kalles for en strekk-forkortningssyklus (på engelsk *stretch-shortening-cycle*), som innebærer at muskelen gjennomfører en kort eksentrisk fase før den umiddelbart går over i en konsentrisk fase (Hallén & Ronglan, 2011, s. 186). En slik bevegelse vil føre til høyere kraft enn ved bevegelse uten strekk av de aktive musklene. Dette er fordi man rekrutterer flere motoriske enheter, elastisk energi lagres og videre blir benyttet i den konsentriske fasen. En høyere konsentrisk kraft skapes fordi det allerede er en større energi som kan bli benyttet som kraft (Enoksen et al., 2007, s. 128).

2.5 Faktorer som påvirker spenst

Styrke i musklene som skal utføre arbeid i ankel-, kne -og hoftelrådet er sentralt for å kunne utføre kraften som kreves i bevegelsene. Også krav til stabilitet i virvelsøylen er høyst relevant med tanke på skader (Dieserud et al., 2012, s.95). I spenstbevegelser produseres og skapes det stor kraft. Det kreves derfor at musklene er sterke nok til å kunne gjennomføre de aktuelle bevegelsene med størst mulig prestasjon. Det kreves også at musklene tåler belastningen bevegelsene medfører og dermed kan redusere risikoen for potensielle skader.

For å gjennomføre spenstbevegelser på best mulig måte, stilles det krav til kroppslige egenskaper. Det stilles krav om maksimal styrke og evnen til å benytte styrken raskt gjennom en mest mulig eksplosiv bevegelse. Muskelstyrken og evnen nervesystemet har til å rekruttere riktig og nok motoriske enheter spiller en viktig rolle i utførelse av spenst (Dieserud et al., 2012, s. 94). Ved spensttrening kreves maksimal innsats hver gang. Nervesystemet må opplæres til å rekruttere de spesifikke musklene i et hopp. Uten trening på dette, vil ikke nervesystemet kunne benytte den optimale muskelstyrken i underekstremitetene.

Muskelfibertyper og fyringsfrekvens er en viktig faktor for spenstprestasjon. For å oppnå høy effekt (W) i spenstbevegelser må de motoriske høyterskelenhetene rekrutteres. Det kreves en rekruttering og mobilisering av en størst andel raske muskelfibre, type II fibre (IIA og IIX). Ved å rekruttere størst andel av type II fibrer vil kraften og hastigheten i kraftutviklingen øke betraktelig fordi type II fibre utvikler høyere maksimal effekt (W) enn type I fibre (Raastad et al., 2010, s. 227). I idretter som f. eks. håndball, volleyball og høydehopp der god spenst er essensielt, vil det å kunne utvikle størst mulig kraft hurtig være en viktig faktor for prestasjon (Hallén & Ronglan, 2011, s. 186-187). En stor andel raske muskelfibre (i størst grad medfødt) vil medføre god evne til å utvikle kraft ved raske forkortningshastigheter. Dette kan forklares i Hill kurve (figur 1) som viser forholdet mellom kraftutviklingen og forkortningshastigheten i en muskelfiber.



Figur 1: Hill Kurve viser forholdet mellom forkortningshastigheten til en muskel og kraften muskelen utvikler (Hentet fra Gjerset et al., 2012, s. 531).

Ved statisk arbeid har myosinhodene god tid å ta tak i aktinfilamentene. Kraftutviklingen er maksimal og forkortningshastigheten er lik null. Når muskelfiberen forkorter seg raskere, vil færre myosinhoder klare å ta tak i aktinfilamentene og kraften vil avta i takt med forkortningshastigheten. Eksentrisk muskellarbeid skaper størst kraftutvikling på grunn av elastiske myosinhoder som både er klar til å tak, og hoder som enda ikke har sluppet taket (Gjerset et al., 2006, s. 519).

Kraftproduksjonen blir høyere desto høyere fyringsfrekvensen til de motoriske nevronene er. Dette er viktig for å oppnå høyest effekt (W) i en bevegelse. Hvis terskelen for maksimal aktivering av de motoriske enhetene blir oversteget av fyringsfrekvensen til motornevronene, vil det føre til økt hurtighet på kraftutvikling (RFD). RFD er viktig for å utvikle stor kraft hurtig og for å produsere stor effekt (W). For å øke RFD, vil det være viktig å gjennomføre teknikktraining som gjør at kroppen kan lære seg dette. Ved teknikktraining vil kroppen tilpasse seg kraftutviklingen og skape erfaring når en lik bevegelse skal gjennomføres i fremtiden. Dette vil føre til et maksimalt utbytte fra musklene i bevegelsen (Raastad et al., 2010, s. 225-227).

2.6 Hurtighet

Hurtighet er ifølge Gjerset et al. (2012, s. 187) ”muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon”. Det vil si å gjennomføre en bevegelse eller øvelse raskt med stor kraft. Hurtighet måles og bedømmes ut fra hvor fort man løper eller reagerer i ulike situasjoner. De fleste idretter stiller store krav til hurtighet og det er en fordel å være rask, men kravene er ofte forskjellige fra idrett til idrett (Enoksen et al., 2007, s. 157). Hurtighet omfavner både raske forflytninger av kroppsmassen langs bakken i f. eks. fotball, handball, basketball, 100m sprint, men også størst mulig hastighet av et redskap i

håndball, spyd, fotball, tennis etc. Forholdet mellom det muskulære og nervesystemet vil i alle disse idrettene spille en viktig rolle i prestasjon av hurtighet (Enoksen et al., 2007, s. 158).

Størst mulig kraft med høy kontraksjonshastighet er essensielt for hurtighet, og for å utvikle størst mulig effekt (W) (Hallén & Ronglan, 2011, s. 143). Det handler om å skape hurtig forflytning langs bakken ved rask muskelsammentrekning i underekstremiteten. Hurtighet er et produkt av steglengde · stegfrekvens. Steglengden handler om kraften man utvikler fra underlaget, mens stegfrekvensen handler om hvor hurtig man flytter beina (Enoksen et al., 2007, s. 156).

Når startskuddet i en sprint går må utøveren reagere. Reaksjonstiden omfatter tiden det tar å oppfatte og reagere på et signal, til tiden det tar fra hjernen sender ut signalet og muskelen reagerer. Etter en reaksjon skjer en akselerasjon (Hallén & Ronglan, 2011, s. 174-176). Akselerasjon er viktig i startfasen av en sprint der bevegelsesmengden for maksimal løpshastighet skapes. Akselerasjon og styrke henger sterkt sammen og det kan forklares med Newtons 2.lov som sier at et legeme som blir påvirket av kraft får en akselerasjon i retningen kraften virker (Grøn, 2020). Jo større masse man har, desto mer kraft trengs det for å skape samme akselerasjon. Maksimal styrke i forhold til egen kroppsvekt (relativ styrke) er derfor en viktig faktor for hurtigheten (Raastad et al., 2010, s.225). Ved høyere maksimal styrke vil man i større grad være i stand til å utnytte den eksplosive styrken bedre. Når musklene trekker seg raskt sammen skaper det en hurtig kraftutvikling. Den maksimale styrken er sentral for å være kapabel til å flytte kroppsmassen med mest mulig kraft på kortest mulig tid (Enoksen et al., 2007, s. 158).

2.7 Faktorer som påvirker hurtigheten

Reaksjonsevne er en type hurtighet og handler om raskt å oppfatte signaler. Reaksjonstid, bevegelsestid og responstid er begreper innenfor reaksjonsevne. Reaksjonstid er tiden fra startsignalet går til første bevegelse skjer. Bevegelsestid er tiden fra første bevegelse til den aktuelle bevegelsen er slutt. Responstid er reaksjonstid og bevegelsestid tilsammen (Enoksen et al., 2007, s. 164). Raske reaksjonsbevegelser er i flere settinger sentralt for hurtighet. Det kan være startskudd i 100m sprint som forteller om hvor hurtig bevegelsene til utøveren starter etter skuddet er gått. I fotball, håndball og basketball handler det om raske bevegelser i ulike deler av kroppen for å kunne motta en ball som er uventet på vei mot deg.

En annen viktig faktor for hurtighet er muskelfibersammensetning. Når hastigheten er høy, vil type II fibre produsere større kraft, og forskjellen på fibre vil øke i takt med økningen av hastigheten på

bevegelsen (Hallén & Ronglan, 2011, s. 144). Fordi økt effekt (W) kan føre til bedring i prestasjon i hurtighetsidretter, vil høy RFD være en viktig faktor.

Maksimal styrke er en av de viktigste egenskapene som må trenes for å kunne øke hurtigheten (Enoksen et al., 2007, s. 158). Maksimal styrke blir sett på som evnen musklene har til å produsere høyest mulig kraft. Hurtighet er som nevnt over muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon, og det vil dermed stille høye krav til musklene i kroppen for høyest mulig prestasjon. Effekt (W) vil i stor grad være påvirket av den maksimale styrken. Utøvere som gjennomfører maksimal styrketrening vil øke evnen til å rekruttere flere motoriske enheter, og øke motornevronenes evne til fyringsfrekvens (Enoksen et al., 2007, s. 160).

For at vi skal kunne bevege oss hurtig må det være et godt samspill mellom musklene og nervesystemet. Musklenes evne til å arbeide koordinativt og nervesystemets evne til å optimalisere kreftene i riktig retning er viktig for sprintprestasjon. Elastisitet er en særdeles viktig faktor med tanke på arbeidsøkonomi i et sprintløp, fordi en plyometrisk muskelaksjon bruker mindre energi enn en konsentrisk muskelaksjon. En elastisk sprinter vil derfor kunne opprettholde farten over gjentatte løp eller holde ut lenger på samme løpshastighet (Haugen, 2018).

2.8 Tidligere studier på muskelmasse, styrke, spenst og hurtighet

2.8.1 Metaanalyser og systematiske oversikter

Seitz et al. (2014) gjennomførte en metaanalyse for å finne ut om økning i styrke i underkroppen overføres positivt til sprintprestasjon. Analysen omfattet 15 studier og 510 subjekter. Resultatene viste en signifikant sammenheng mellom knebøy og sprint, en forbedring på 3,11% i sprintytelse som følge av motstandstrening og at jo større forbedring i knebøy styrke desto større forbedring får man i sprint. Ved å øke styrken kunne subjektene produsere høyere bakkereaksjonskraft (på engelsk *ground reaction force*), impuls og kontraksjonshastighet (på engelsk *rate of force development*) noe som resulterte i høyere løpshastighet.

Young et al. (2006) gjorde en systematisk oversikt over hvilke faktorer som bidrar til overføring av styrke til sprint- og spenstprestasjoner. De fant at plyometrisk trening, inkludert ensidige øvelser og bevegelse av hele kroppen fører til betydelige økninger i sprintakselerasjonsytelsen. De konkluderte med at motstandstrening sammen med generell styrketrening og spesifikk trening vil være det viktigste for optimal overføring av god prestasjon.

Delecluse (1997) sammenlignet studier som analyserte forholdet mellom styrke og sprinttider over ulike distanser. Han fant ut at sprintprestasjoner kan forbedres betydelig med trening, der styrketrening er en nøkkelrolle i denne prosessen. Ingen mekanismer alene er ansvarlig for fart, styrke og utholdenhet, og det vil derfor være viktig med en balanse i type trening. For å bedre sprintprestasjon bør tung styrketrening være begrenset og kombineres med annen trening. Delecluse mener at plyometriske øvelser er essensielle. Studien viste også at hofte-, kne- og ankelstrekker er viktig for de første meterne i en sprint. Delecluse avslutter med å si at forskere har vist liten interesse for å utvikle treningsstrategier som kan forbedre sprintytelsen, og at trenere dermed må ta avgjørelser når det gjelder styrketrening uten støtte fra vitenskapelige data.

Donati (1996) hevder at vekttrening og kosttilskudd i løpet av de siste 20 årene har fått en for stor rolle hos sprintere. Han mener treningen bør balanseres med kroppsvekttrening for å gi bedre bevegelse og koordinering. Donati hevder også at prestasjonsevnen i horisontale hopp korrelerer mest med akselerasjonshurtigheten, mens vertikale hopp korrelerer best med utøverens maksimalhurtighet.

2.8.2 Tverrsnittstudier

Det er meget sterk sammenheng mellom muskelmasse og maksimal styrke, og mellom total muskelmasse og prestasjon i knebøy hos styrkeløftere (Gjerset et al., 2015, s. 395). Brechue og Abe (2002) gjennomførte en studie der formålet var å se på korrelasjoner mellom muskelmasse, knebøy og markløft hos 20 mannlige elite styrkeløftere. Utøvernes 1RM i øvelsene var allerede registrert for dette var utøvere som hadde trent og konkurrert i styrkeløft i 9 år i gjennomsnitt. De fant at prestasjon ved knebøy og markløft var sterkt korrelert med muskelmasse hvis man tok stilling til FP sin høyde.

Bialoskorska et al. (2016) undersøkte forholdet mellom vertikal spenst (CMJ) og kroppssammensetning (impedans) hos 38 volleyballspillere i alderen 18-30 år. Resultatene viste at maksimal vertikal hopp høyde korrelerer positivt med muskelmasse i hele kroppen, også i underekstremitet. Negative korrelasjoner ble relatert til fettinnhold. De konkluderte med signifikante sammenhenger mellom vertikal spenst og kroppssammensetning.

Stephenson et al. (2015) utførte en studie der formålet var å se på forholdet mellom muskelmasse og kraftproduksjon i underekstremiteten under et svikthopp (CMJ) i en generell befolkning. De utførte analysen på 40 yngre deltakere i alderen 18-35 år, 28 middelaldrende deltakere i alderen 36-55 år og 34 eldre deltakere i alderen 56-75 år. Alle deltakerne utførte 3 hopp på kraftplattform. De fant at muskelmassen var sterkt positivt korrelert med CMJ for alle gruppene, med noen forhold som relativt

svakere i middelaldrende og de to eldre gruppene. De fant resultatene logisk i og med at muskelmasse har vist seg å være en medvirkende faktor til total styrke og kraft.

Acar og Eler (2019) analyserte forholdet mellom kroppssammensetning og hoppytelse hos kvinnelige volleyballspillere i alderen 14-17 år. Høyde, kroppsvekt, fettprosent, muskelmasse, kroppsmasseindeks ble målt og vertikalt- og stående lengdehopptester ble brukt. De fant at utøvernes vertikale hopp og lengdehopp ble funnet å ha et statistisk negativt forhold til høyde, fettprosent og muskelmasse, mens det ble funnet positivt forhold mellom vertikalt- og lengdehopp og kroppsvekt. Det ble bestemt som resultat at kroppssammensetningen hos volleyballspillere påvirker hoppytelsen.

Silvestre et al. (2006) gjennomførte en studie for å undersøke forholdet mellom kroppssammensetning og fysisk ytelse hos 27 mannlige fotballspillere på college. Kroppssammensetning, CMJ, sprint (0-36.5 m), under- og fullkropp kraftproduksjon og maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}) ble målt. Resultatene viste signifikante sammenhenger mellom kroppssammensetning og både CMJ, sprint og VO_{2maks} . De med lite kroppsfett løp raskere (positiv korrelasjon, $r = 0.60$). En negativ korrelasjon ble funnet mellom kroppsfett i % og CMJ ($r = -0.55$).

Chelly et al. (2010) studerte 23 mannlige fotballspillere (alder 17.2 ± 0.7 år). Formålet var å se på sammenhengen mellom fotballspillernes akselerasjon, vertikale spenst og maksimale styrke i bein. De fant sterk sammenheng mellom styrke i knebøy, sprint og spenst (CMJ). Det ble også funnet signifikante korrelasjoner mellom hastighet i de første stegene og i de første 5 meterne med kroppsmasse ($r = 0.51$) og muskelvolum ($r = 0.61$), samt positiv korrelasjon mellom akselerasjon i de første stegene og 5 meterne med muskelvolum ($r = 0.50$, $r = 0.66$). Spenst (CMJ) var imidlertid ikke relatert til sprint eller akselerasjon.

Wisløff et al. (2004) gjennomførte en studie der hovedmålet var å avgjøre om maksimal styrke korrelerte med sprint og vertikal hopphøyde. De testet 17 mannlige elite fotballspillere i halve knebøy, 0-30 meter sprint og svikhopp på kraftplattform. Resultatene viste en signifikant sammenheng mellom 1RM og 10 m sprint ($r = 0.94$) og 30 m sprint ($r = 0.71$). Resultatene viste også tydelige sammenhenger mellom styrke og vertikal spenst ($r = 0.78$), og mellom vertikal spenst og 10m sprint ($r = 0.72$) og 30m sprint ($r = 0.60$). Studien viste at for å forbedre sprint- og hopp-prestasjonen bør man fokusere på maksimal styrketrening med vekt på maksimal mobilisering av konsentriske bevegelser.

Nuzzo et al. (2008) utførte en studie på 12 fotball- og friidrettsutøvere på nasjonale college atleter i 1 divisjon. De gjennomførte to testøker der første økt involverte test 1RM knebøy og frivending. Andre økten testet de hopphøyde ved hjelp av CMJ og toppkraft og kraftutvikling (RFD) i en isometrisk knebøy. Signifikante sammenhenger ble funnet da den relative styrken var inkludert. Når man derimot inkluderte kroppsmassen viste det ingen signifikante sammenhenger mellom styrke, spenst og toppkraft. Resultatene antyder at en økende maksimal styrke i forhold til kroppsvekt kan forbedre den eksplosive styrken i underkroppen.

En studie av Comfort et al. (2012) ble utført på to grupper; en gruppe profesjonelle rugby spillere, og en gruppe fritidstrente menn. De testet 1RM knebøy, og 5-, 10-, og 20m sprint. Resultatene fra knebøy-testene viste ganske lik grad av relativ styrke, mens gruppen med rugby spillere viste høyere grad av absolutt styrke. Resultatet fra hurtighetstesten viste ingen eller liten forskjell mellom gruppene på 0-5m sprinttid. På 10-20m sprint var de profesjonelle rugby spillerne betydelig raskere. Studien viser ved kombinert data signifikant negativ korrelasjon mellom relativ knebøy styrke og akselerasjon i begge gruppene og mellom relativ styrke og 10-20m sprint hos de fritidstrente mennene.

Vescovi og Mcguigan (2008) gjorde en studie på 213 jenter, derav 83 var fotballspillere på videregående skole, 51 var fotballspillere på høyskole og 79 var lacrosseutøvere på høyskole. Formålet med studien var å se på forholdet mellom sprint, CMJ og smidighet hos kvinnelige idrettsstudenter. Resultatene viste at alle testene korrelerte statistisk med hverandre, fra lav, moderat til høy. Sprinttidene korrelerte sterkt med hverandre (10-, 20-, 30- og 40 yards), og korrelasjonen mellom CMJ og sprint var sterkere på lengre avstander (30 og 40 yards) enn på kortere avstander (10 og 20 yards). I tillegg var det sterkere korrelasjon mellom CMJ og sprint for høyskoleutøverne enn for utøverne på videregående.

2.8.3 Intervensjonsstudier

Rønnestad et al. (2008) gjennomførte en studie på kortsiktig effekt på styrke og plyometrisk trening på sprint og hopp-prestasjoner for profesjonelle fotballspillere. De ble delt inn i to ulike grupper. Den ene gruppen trente to tunge styrkeøkter i uken med et plyometrisk treningsprogram i tillegg til fotball. Den andre gruppen trente kun fotball i en periode på 7 uker. Testene som ble gjennomført var 1RM halv knebøy, CMJ, knebøy hopp, 4-bounce test, toppkraft i halv knebøy med 20kg, 35kg og 50kg, sprint-akselerasjon, toppfart i hurtighetstest og total tid på 40m. Resultatet viste ingen forbedring i CMJ-testen hos noen av gruppene etter endt treningsperiode. Gruppen som gjennomførte to styrkeøkter i uken hadde en signifikant økning i toppkraft i halv knebøy med stigende vekter, mens ingen økning i

kontrollgruppen. Gruppen som trente styrke hadde en signifikant økning i akselerasjonsfasen (0-10m), toppfart som ble målt (20-30m sprint tid) og tiden etter 40m. Kontrollgruppen hadde lite eller ingen økning innenfor hurtighetstestene. Resultatet viste signifikant korrelasjon mellom relativ styrke i knebøy, spensttestene og hurtighetstestene.

2.8.4 Studier på eldre

En studie av Hayashida et al (2014) ble utført på 318 eldre japanske menn og kvinner. Alle deltakerne var i alderen 65 år og oppover. Videre ble de delt i to grupper; «yngre-eldre» (65-74 år) og «eldre-eldre» (≥ 75 år). Målet med studien var å undersøke om det fantes korrelasjoner mellom muskelstyrke og muskelmasse basert på alder og kjønn, og deres tilknytning til ganghastighet. Styrken ble målt med isometrisk kneekstensjon og muskelmassen ble målt på en bioelektrisk impedansvekt. De fant en signifikant korrelasjon mellom styrke og muskelmasse i begge aldersgruppene hos menn. Hos kvinnene varierte sammenhengen etter alder og viste seg kun å være signifikant positiv i «eldre-eldre» gruppen. De fant signifikant sammenheng mellom styrke og ganghastighet hos både menn og kvinner i begge aldersgrupper.

Moore et al. (2020) gjennomførte en tverrsnittsstudie der ønske var å vurdere sammenhengen mellom fettmasse, muskelmasse i bein, muskelstyrke i bein og hoppytelse hos voksne menn og kvinner (55-75 år). Nyere bevis kan tyde på at fettmasse kan svekke forholdet mellom muskelmasse og funksjonell ytelse og det ble også resultatet i studien hvor de fant negativ assosiasjon mellom fettmasse og hopp høyde. Muskelmassen i bein var bare positivt assosiert med hoppkraft hos kvinner.

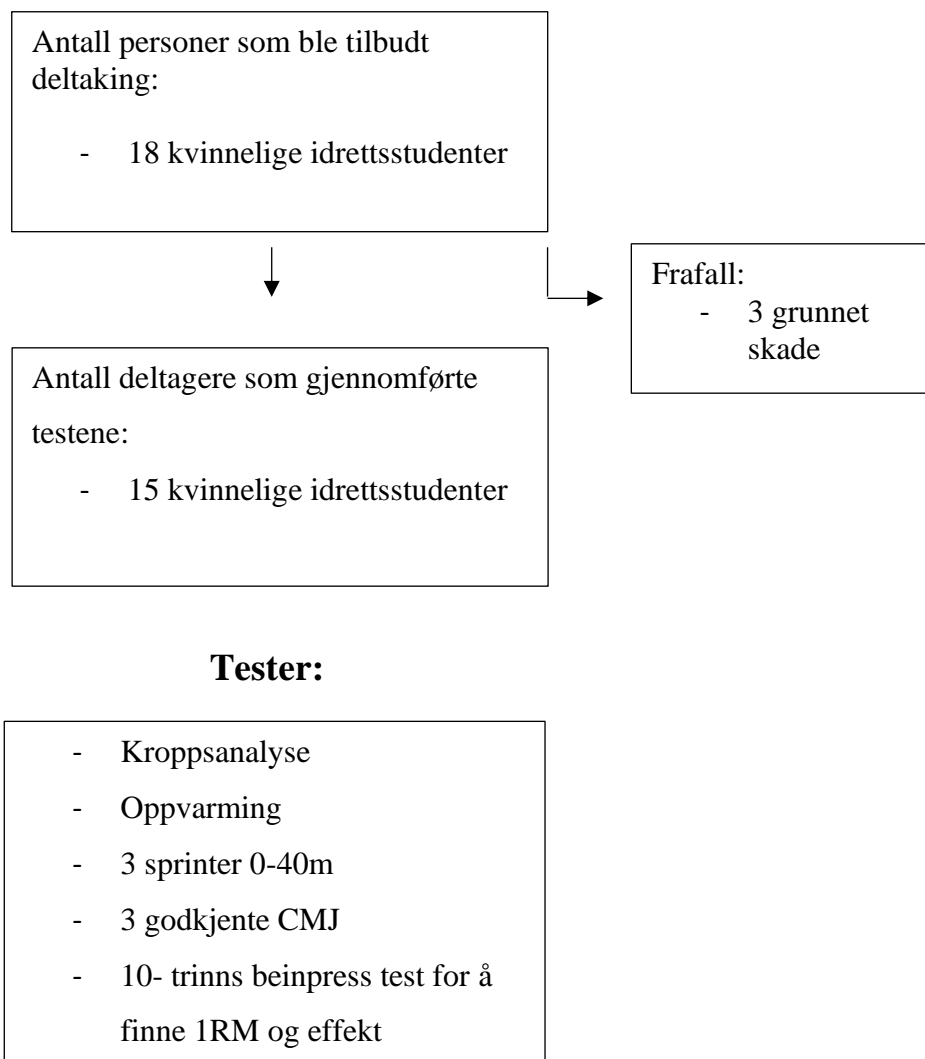
3.0 Metode

I dette kapitlet vil det bli gjort rede for hvilke metoder som er brukt til å besvare problemstillingen, hvilke instrumenter som er brukt og hvilke vurderinger som blir gjort med hensyn til validitet og reliabilitet.

3.1 Forskningsdesign

Det er en tverrsnittsstudie og kvantitativt forskningsprosjekt basert på statistikk i form av tall og tabeller. Studien ble gjennomført med 15 deltagere og kan betegnes som en empirisk studie der man samler inn, analyserer og tolker data på en systematisk og grundig måte (Johannesen et al., 2010, s. 29). All testingen ble gjennomført på en dag og foregikk på Høgskulen på Vestlandet, avd. Kronstad sitt styrkerom og laboratorium. Her kunne variablene enkelt kontrolleres. Tre tester ble benyttet, 0-40 meter sprint med fotoceller, CMJ på kraftplattform og en beinpresstest i keiser-apparat. Ingen av testene stiller store fysiske krav og derfor med optimale pauser kunne man gjennomføre alt på en og samme dag. Testingen ble gjennomført på ulike tidspunkt grunnet deltagernes tilgjengelighet. Under testdagen fulgte vi samme prosedyre for alle FP.

Figur 2: Flytskjema som beskriver fremgangsmåte av datainnsamling



3.2 Deltakerutvalg

Utvalget til studien ble valgt ved hjelp av en ikke-sannsynlighetsutvelgelse, der valget falt på skjønnsmessig utvelgelse. Denne typen utvalg ble brukt for at vi selv kunne trekke ut enhetene vi mente var mest representative for alle kvinnelige idrettsstudenter (hele populasjonen). Ved å benytte ikke-sannsynlighetsutvalg har man ingen garanti for at utvalget representerer hele populasjonen, men det kan fortsatt argumenteres for at utvalget er representativt. Enhetene samtykket til å delta gjennom et samtykkeskjema (vedlegg 1) som ble utdelt på forhånd. 15 aktive kvinnelige idrettsstudenter i alderen 19-25 år (22 ± 1.33) ble rekruttert til studien. Antropometriske data over forsøkspersonene fremstilles i tabell 1. Inklusjonskriteriet for å delta var at man måtte være kvinne, ha minst 1 års erfaring med styrketrening, og aktivt trene 2-3 ganger i uken. Ved krav til en viss mengde med tidligere erfaring får man en høyere validitet i resultatene. Det ble ikke stilt krav til muskelmasse,

relativ styrke eller andre fysiske egenskaper. Eksklusjonskriterium var at ingen skulle trene hard styrketrening på bein 48 timer før testing.

Tabell 1: Antropometriske data over forsøkspersonene

	Gjennomsnitt \pm SD
Antall deltakere	15
Alder (år)	22 \pm 1.33
Høyde (cm)	168.5 \pm 4.98
Vekt (kg)	68.54 \pm 8.34
Muskelmasse i underekstremitetene (kg)	15.63 \pm 2.0

SD=standard deviation, cm= centimeter, kg=kilogram.

3.3 Instrumenter

Testingen ble gjennomført innendørs på laboratorium/styrkerommet til HVL avdeling Kronstad og innendørs på løpebane på Brann stadion.

Følgende instrumenter ble brukt:

- Inbody720, Biospace Co., Seoul, Korea (Måling av kroppssammensetning hos FP)
- Watt-bike, Ltd, Nottingham UK (Brukt til oppvarming)
- Fotoceller/tidtakingsystem på løpebane, Brann Stadion (Måling av 10-, 20-, 30- og 40meter)
- Muscledlab Ergotest, Porsgrunn (Kraftplattform brukt til vertikal hopptest)
- Håndholdt Kaeu Goniometer, 360 grader, Randaberg (Måling av knevinkel 90°)
- Keiser A300Modell 002531BA, Keiser Co. Inc., Fresno, California, USA (Beinpressmaskin brukt til 10-trinns beinpresstest)

3.4 Testprosedyre

3.4.1 Kroppsanalyse

En kroppsanalyse på Inbody720 ble utført for å måle kroppssammensetning hos FP. Høyde, kjønn og alder ble lagt inn manuelt på måleinstrumentet før testen startet. Sko og strømper måtte fjernes og hælene ble plassert nøyaktig på elektrodene. Dette var viktig for nøyaktig måling. Vekten ble registrert når FP steg på apparatet. FP tok tak i to håndtak med tommel på oversiden og de resterende fingre under på nederste elektrode. Armene skulle holdes skrått ut fra kroppen gjennom hele analysen. Måleinstrumentet sender svake ufarlige signal gjennom kroppen via åtte metallektroder. Informasjonen som var oppgitt om muskelmasse i underekstremitetene samt vekt og alder ble registrert.



Bilde 1: Kroppsanalyse utført på Inbody720. Bergen, 1. februar 2021

3.4.2 Oppvarming

Før testingen skulle FP gjennomføre en standardisert oppvarming. Oppvarmingen besto av 15 minutter sykling på watt-bike med en gjennomsnittlig intensitet på 100W. Deretter skulle FP jogge rolig bort til Brann Stadion (400m) hvor det ble gjennomført 3 stigningsløp. Testingen begynte ett minutt etter oppvarmingen var ferdig. 0-40 meter sprint var første test, deretter kunne FP gå tilbake til styrkerommet på HVL og gjennomføre 3 oppvarmingshopp med stigende innsats. Etter hopptesten fikk FP omtrent 5 minutter pause før siste test, beinpresstesten.

3.4.3 Sprinttest

Første del av testingen ble gjennomført på løpebane på Brann stadion. Her står permanente fotoceller med reflektorer som måler fra start og videre hver 10ende meter. En tavle ved mållinjen viste tidene fortløpende. Løpebanen på stadion har tartandekke, og er innendørs som gjør at det vil ikke være noen form for ytre påvirkning som regn, vind og temperatur. FP startet med 3 stigningsløp på 40 meter. Etter hvert løp gikk FP tilbake til start. Testen startet ved at FP sto med en fot på startlinjen. Tiden startet automatisk når FP passerte første fotocelle. Deltagerne gjennomførte 3 løp, med 2-4 minutter pause mellom hvert løp. FP fikk selv velge når de var klare til å løpe, slik at resultatet ble mest optimalt. Beste tiden målt på 40 meteren ble notert og brukt videre i analysen.

3.4.4 CMJ-test

Countermovement jump ble gjennomført på en kraftplate (Musclelab Ergotest, Porsgrunn). Denne kraftplaten måler hvor høyt en hopper i cm og kraften en skaper i watt/kg. Deltagerne var instruert til å stå med skulderbreddes avstand mellom beina og hendene i hoftefest. På signal fra testleder skulle FP hoppe så høyt hun kunne rett opp. Svikhoppet innledes med en eksentrisk fase og en rask svikt til kneleddet er tilnærmet 90°. Knevinkel i svikhoppet var selvvalgt. Dette gjør at det alltid vil være individuelle forskjeller i teknisk utførelse, men av liten betydning. I den eksentriske fasen vil elastisk energi lagres i muskler og sener og kraften vil falle mot 0. Deretter skjer selve satsen i en konsentrisk og eksplosiv fase hvor kraften stiger raskt, når et toppunkt og avtar mot 0 igjen idet deltaker forlater



Bilde 2: Bunnposisjon i svikhopp med ca. 90 graders vinkel.
Bergen, 1. februar 2021

plattformen. FP skulle utføre 3 gyldige hopp med 30 sekund pause mellom hvert hopp. Hvis ett av tre hopp ble underkjent, ble det utført ytterligere hopp. Dersom hopp høyden forberedt seg på tredje forsøk, fortsatte testen med ytterligere hopp helt til høyden stagnerte. Ved ubalanse i sats og landing, og ved fjerning av hender fra hofter var testen underkjent og hopp høyde ikke notert. Det beste hoppet ble notert og benyttet videre i analysen.

3.4.5 Beinpresstest

Siste del av testingen begynte rundt 5 minutter etter CMJ-testen. Dette var en beinpresstest utført på et keiser-apparat (Keiser Air300 Leg Press). Før power-testen begynte ble FP sin 1RM estimert basert på erfaring. Apparatet ble stilt inn ut fra keiser protokollen (vedlegg 2). Deltaker plasseres i et justerbart sete med gripetak og selve presset skjer ved at man presser fotplatene fremover. Vinkelen var satt til 90° i kneleddet målt med håndholdt goniometer. En fiktiv linje ble tegnet fra *femur epicondylus lateralis* opp til *femur trochantor major* og en



Bilde 3: Startposisjon i keiser beinpress
Bergen, 1. februar 2021

linje ned til *fibula malleolus lateralis* (Dahl & Rinvik, 2010, s. 458-459). Beinpressmaskinen ble stilt til at fotplatene bevegde seg uavhengig av hverandre. Før selve testen startet gjennomførte deltagerne to oppvarmingspress med veldig lav motstand. Deretter skulle deltagerne i utgangspunkt gjennomføre 10 repetisjoner med gradvis økende motstand hvorav den 9. til 11. repetisjonen typisk vil indikere 1RM. For at testen skulle bli godkjent måtte deltagerne gjennomføre minst 8 repetisjoner. FP ble bedt om å gi maksimal innsats på hver repetisjon. Hver pause styres av maskinen og øker i takt med motstanden slik at FP skulle få tilstrekkelig restitusjon. Hviletiden varierte fra 5 sekund på lavest motstand, til 35 sekund på siste repetisjon.

3.5 Validitet og reliabilitet

«Reliabilitet og validitet er begge grunnleggende for at et gitt mål er til å stole på. Hvis et mål er valid, er det normalt også reliabelt» (Svartdal, 2009, s. 121). Validitet er datas relevans og gyldighet, og er et sentralt begrep i empiriske studier hvor man skal undersøke om en hypotese er riktig eller feil (Kruuse, 2007, s. 60-61). Reliabilitet er datas pålitelighet og knytter seg til nøyaktigheten av undersøkelsens data, hvilke data som brukes, måten de samles inn på, og hvordan de bearbeides (Johannesen et al., 2010 s.40). En test er valid og reliabel når den har høy relevans og kan hver gang med like stor sikkerhet måle den aktuelle egenskapen (Gjerset et al., 2012, s. 463).

Gode og detaljerte testprotokoller ble utarbeidet for å gjøre testene reliable. Testene i studien er valgt med grunnlag for at de er enkle, har høy pålitelighet og gir liten feilmargin. Fotoceller ble brukt til å teste sprint. Fotoceller med tidtakingsystem ble brukt fordi det skal være et måleinstrument som skal gi nøyaktig sprinttid. CMJ på musclelab kraftplattform ble brukt til å måle hopp høyde. Denne testen brukes verden over og er kjent for å være reliabel og valid. Den kan likevel ikke sies å være feilfri fordi utfordringer kan oppstå. Blant annet kan differansen mellom hoppene bli stor eller tekniske utfordringer kan forekomme. Keiser A300 ble brukt til å teste maksstyrke i beinpress. Denne ble valgt for at den gir nøyaktige data over maksimal styrke og effekt på ulike belastninger, og for at den ikke stiller krav til teknikk og tidligere erfaringer. En utfordring med keiser kan være å mobilisere maks på hver repetisjon.

Flere tiltak er gjort for å sikre reliabiliteten. Alle FP ble testet av samme testleder og testleder benyttet seg av samme testprotokoll for hver FP, derav at alle testene ble gjennomført i samme rekkefølge og med lik pause. Det ble arbeidet for å rekruttere så mange kvinnelige idrettsstudenter som mulig for å øke validiteten på forsøket. Tung trening på bein skulle ikke forekomme 48 timer før testdag.

3.6 Statistikk

Dataene ble hentet inn gjennom musclelab sin programvare for Windows. Derfra ble de eksportert til Microsoft Office Excel 2018. Relevant datamateriale ble presentert i tabeller og gjennomsnitt, og standardavvik ble regnet ut. Deskriptive tall i resultatdelen er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik. Shapiro-Wilk test i RStudio (RStudio, Vienna, Austria), versjon 1.3.959 ble benyttet for å undersøke om datamaterialet var normalfordelt. En Shapiro-Wilk test tar utgangspunkt i en nullhypotese om at dataene er normalfordelte, og denne kan ikke forkastes med mindre p-verdien er lavere enn signifikansnivået. Signifikansnivå ble satt til $p \leq 0.05$. Det vil si at utvalget i studien er variert nok og hypotesen kan videreføres. De statistiske korrelasjonsanalysene ble gjennomført i dataprogrammet SPSS, versjon 26.0 (Statistical package for social science, Chicago, USA). Det ble utført en regresjonsanalyse i MATLAB (Matrix Laboratory), versjon 9.9 for å finne p-verdi og for å lage grafer for å vise korrelasjon mellom variablene. Variablene ble plottet inn og det ble utført lineær regresjon for å illustrere sammenhengen. En perfekt lineær sammenheng $r\text{-verdi} = \pm 1$ vil si at en av variablene blir forklart som en perfekt lineær funksjon av den andre. Dermed vil grafene med høy r-verdi ha et stigningstall som forklarer sammenhengen mellom variablene, mens grafene med lav r-verdi (nærmere 0) vil være flate.

3.7 Etiske vurderinger

Prosjektet ble godkjent av veileder og er ikke i strid med Norsk senter for forskningsdata AS (NSD) sine etiske regler. Hver deltaker fikk utdelt et informasjonsskriv om prosjektet og skrev under på et samtykkeskjema før de deltok i studien. Samtykkeskjemaet ble signert med et kryss i stedet for navn for å ivareta deltagerens personvern og anonymitet. Alle resultater fremstilt i studien samsvarer med personvernregelverket.

4.0 Resultat

I dette kapitlet vil funnene i studien bli presentert. Resultatene fremstilles i tabeller og figurer. Alle resultatene er gitt med deltagerens gjennomsnittlige verdier.

Tabell 2: Gjennomsnitt og normalfordeling

	Gjennomsnitt ± standardavvik	Normalfordeling/Shapiro-wilk (p-verdi)
Muskelmasse bein (kg)	15.63 ± 2.0	0.34
10 m (s)	1.82 ± 0.07	0.99
20 m (s)	3.31 ± 0.19	0.90
30 m (s)	4.69 ± 0.16	0.55
40 m (s)	10 ± 0.22	0.60
CMJ (cm)	37.78 ± 10.79	0.55
1 RM keiser (kg)	234.47 ± 45.31	0.49
Pmax_H (W)	557.13 ± 118.90	0.24
Pmax_V (W)	544.33 ± 111.89	0.38

CMJ= countermovement jump, RM= repetisjon maksimum, Pmax_H= maks power høyrefot målt i watt, Pmax_V= maks power venstrefot målt i watt.

Tabell 2 viser gjennomsnitt, standardavvik og normalfordelingen på de ulike testene. Man ser fra tabellen at alle variablene er normalfordelt, grunnet at alle verdier er over signifikansnivå som ble satt til 0.05.

4.1 Korrelasjoner

Tabell 3: Pearson korrelasjon (r) mellom muskelmasse, hurtighet, spenst og styrke.

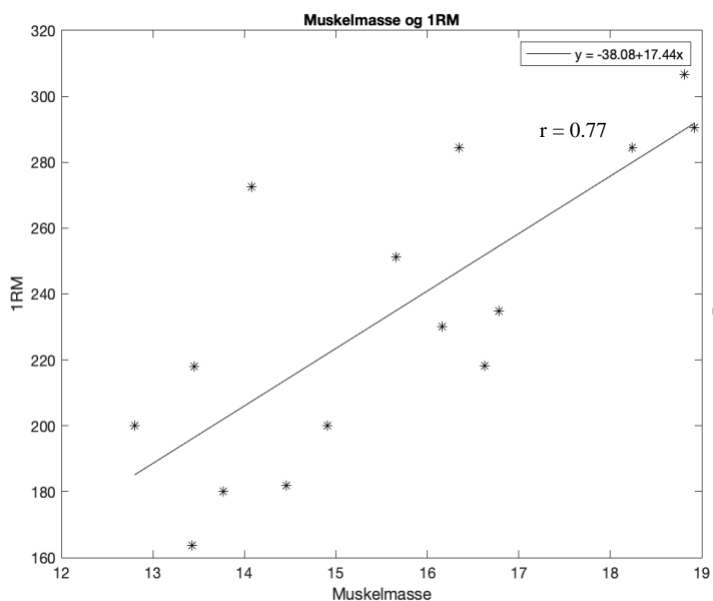
		10m	20m	30m	40m	CMJ	Keiser Pmax_H	Keiser Pmax_V	Keiser 1 RM
Muskelmasse	r	-0.22	-0.3	-0.39	-0.41	0.68**	0.77**	0.77**	0.77**
10m	r		0.94**	0.89**	0.83**	-0.37	0.09	-0.009	-0.15
20m	r			0.97**	0.94**	-0.54*	-0.05	0.17	-0.22
30m	r				0.99**	-0.60*	-0.19	-0.29	-0.31
40m	r					-0.67**	-0.24	-0.35	-0.31
CMJ	r						0.66**	0.76**	0.63*
Keiser Pmax_H	r							0.98**	0.89**
Keiser Pmax_V	r								0.89**

** betyr $p < 0.01$; * betyr $p < 0.05$.

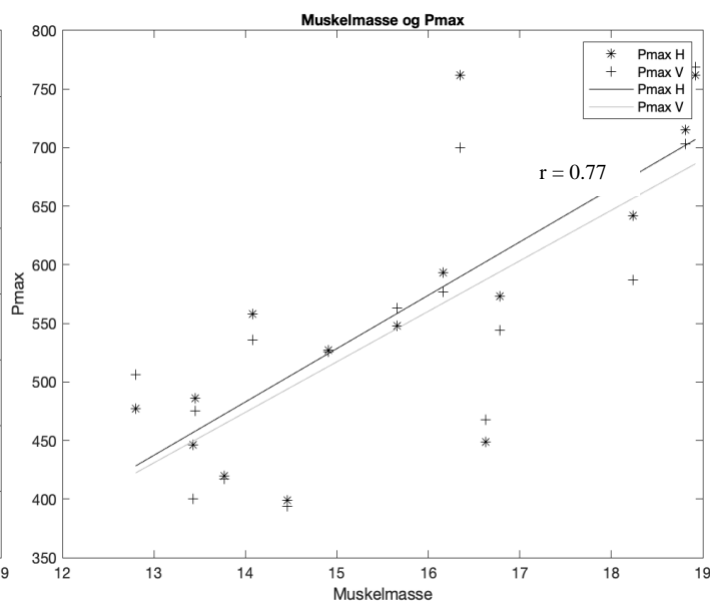
Tabell 3 viser en oversikt over korrelasjoner mellom variablene i studien.

4.1.1 Korrelasjon mellom muskelmasse, styrke og effekt

Resultatene (se figur 3 og 4) viser en signifikant positiv korrelasjon mellom muskelmasse og 1RM ($r = 0.77$; $p < 0.01$), signifikant positiv korrelasjon mellom muskelmasse og Pmax_H ($r = 0.77$; $p < 0.01$) og en signifikant positiv korrelasjon mellom muskelmasse og Pmax_V ($r = 0.77$; $p < 0.01$).



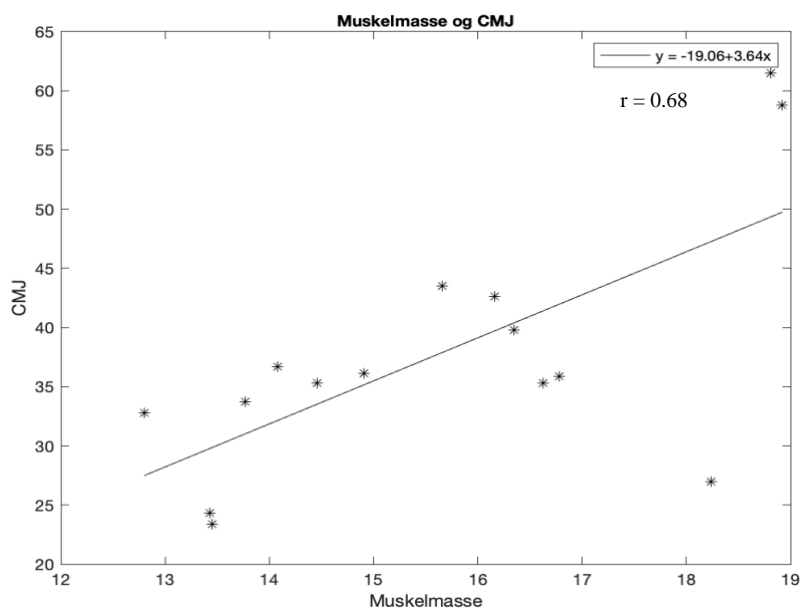
Figur 3. Figuren viser korrelasjon mellom muskelmasse og 1RM i keiser



Figur 4. Figuren viser korrelasjon mellom muskelmasse og keiser Pmax i høyre og venstre bein

4.1.2 Korrelasjon mellom muskelmasse og spenst

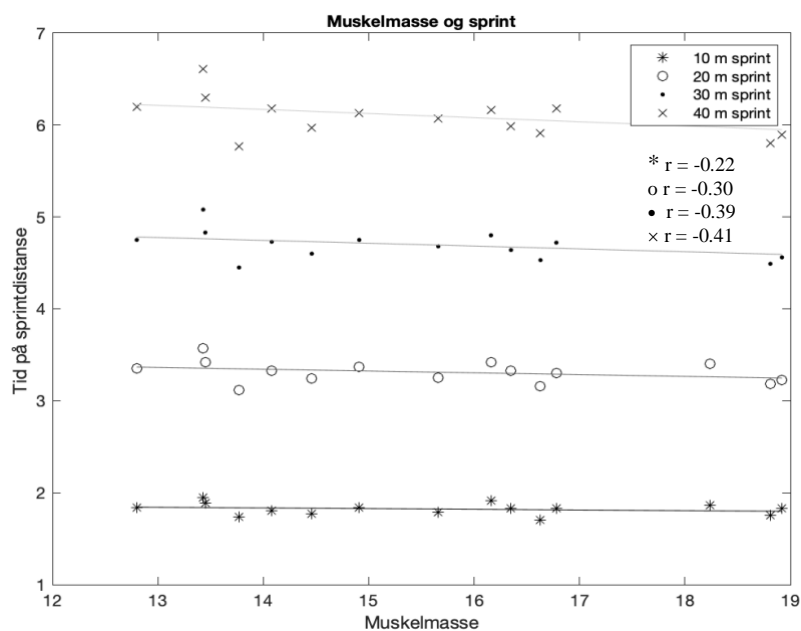
Resultatene (se figur 5) viser en signifikant positiv korrelasjon mellom muskelmasse og CMJ ($r = 0.68$; $p < 0.01$).



Figur 5. Figuren viser korrelasjon mellom muskelmasse og spenst (CMJ)

4.1.3 Korrelasjon mellom muskelmasse og hurtighet

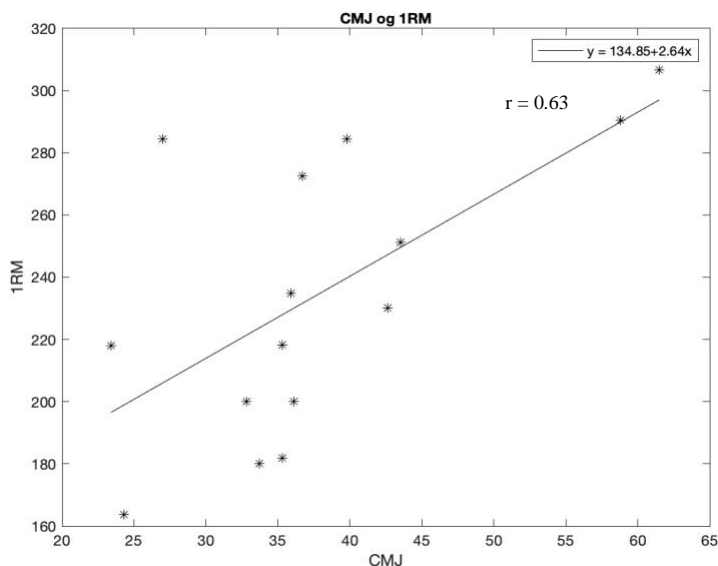
Resultatene (se figur 6) viser ingen signifikante korrelasjoner mellom muskelmasse og 0-40m sprint ($p > 0.05$).



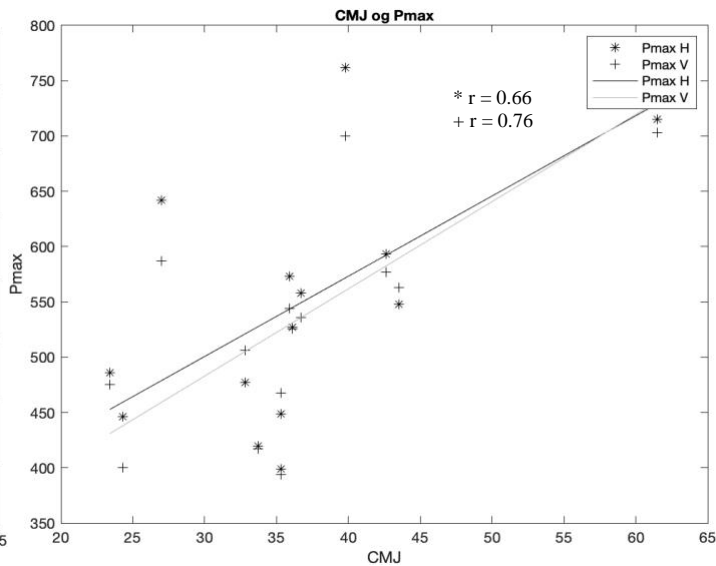
Figur 6. Figuren viser korrelasjon mellom muskelmasse og sprint tid

4.1.4 Korrelasjon mellom styrke, effekt og spenst

Resultatene (se figur 7 og 8) viser en signifikant positiv korrelasjon mellom CMJ og 1RM ($r = 0.63$; $p < 0.05$), signifikant positiv korrelasjon mellom CMJ og Pmax_H ($r = 0.66$; $p < 0.01$) og en signifikant positiv korrelasjon mellom CMJ og Pmax_V ($r = 0.76$; $p < 0.01$).



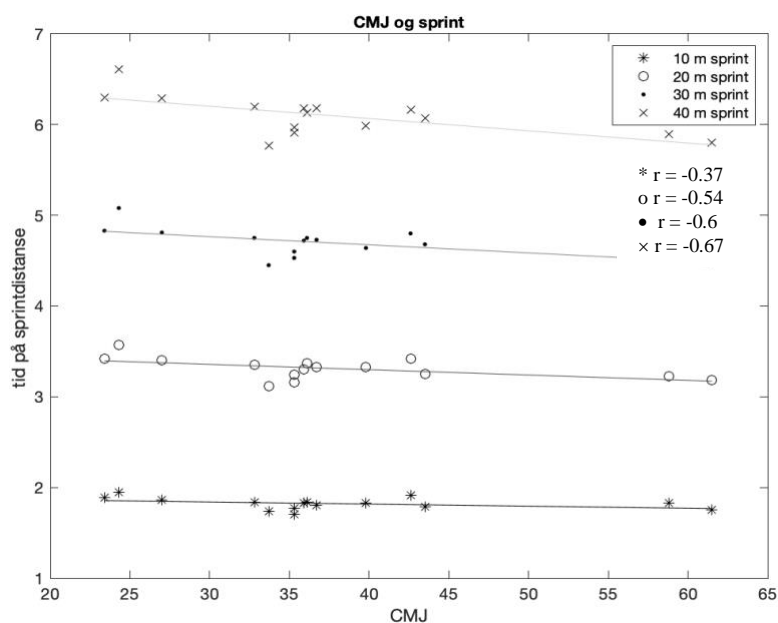
Figur 7. Figuren viser korrelasjon mellom spenst (CMJ) og 1RM i keiser



Figur 8. Figuren viser korrelasjon mellom spenst (CMJ) og effekt i keiser Pmax høyre og venstre bein

4.1.5 Korrelasjon mellom spenst og hurtighet

Resultatene (se figur 9) viser signifikant negativ korrelasjon mellom CMJ og 20 m sprint ($r = -0.54$; $p < 0.05$), signifikant negativ korrelasjon mellom CMJ og 30 m sprint ($r = -0.6$; $p < 0.01$) og signifikant negativ korrelasjon mellom CMJ og 40 m sprint ($r = -0.67$; $p < 0.01$).

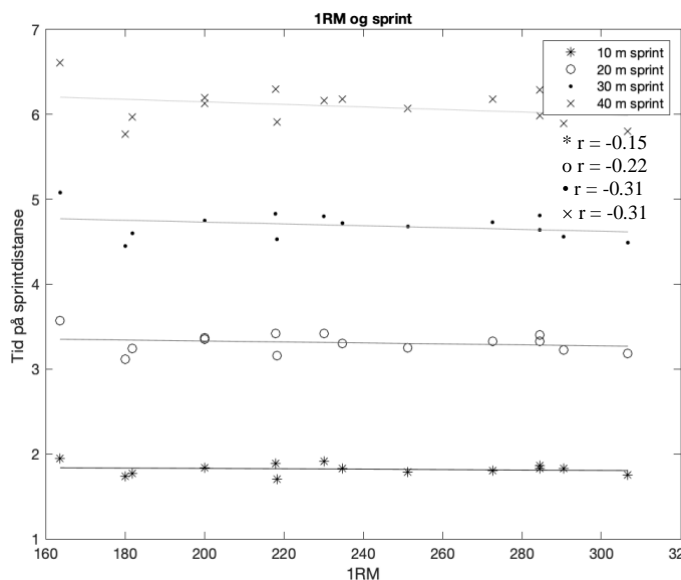


Figur 9. Figuren viser korrelasjon mellom spenst (CMJ) og sprint tid.

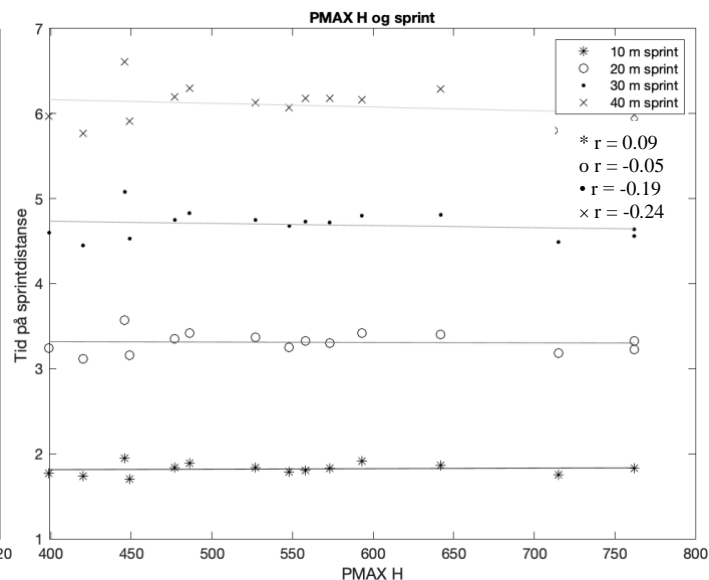
4.1.6 Korrelasjon mellom styrke, effekt og hurtighet

Resultatene (se figur 10) viser ingen signifikant korrelasjon mellom 1RM og 0-40m sprint ($p > 0.05$).

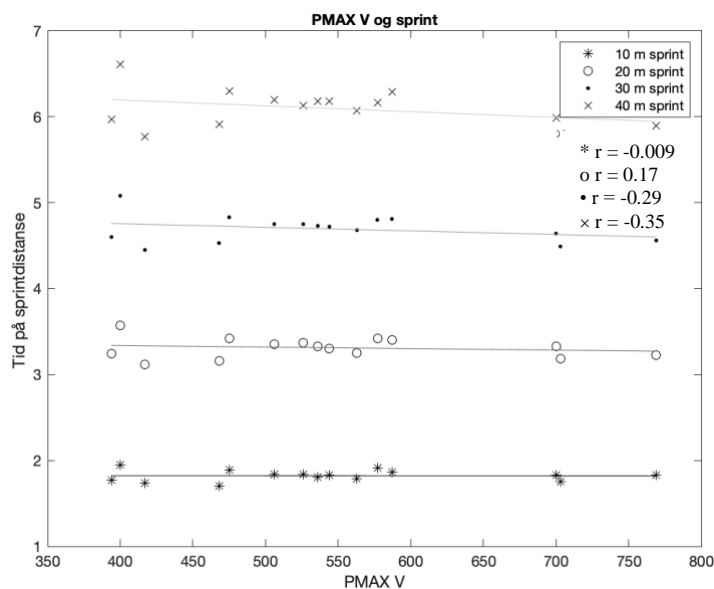
Figur 11 og 12 viser heller ingen signifikante korrelasjoner mellom keiser Pmax_H, keiser Pmax_V og 0-40m sprint ($p > 0.05$).



Figur 10. Figuren viser korrelasjon mellom 1RM keiser og sprint tid



Figur 11. Figuren viser korrelasjon mellom keiser Pmax høyre bein og sprint tid



Figur 12. Figuren viser korrelasjon mellom keiser Pmax venstre bein og sprint tid

5.0 Diskusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke sammenhengen mellom muskelmasse, styrke, spenst og hurtighet, samt styrke, spenst og hurtighet hos kvinnelige idrettsstudenter. I tråd med hypotesen ble det funnet signifikant sterk korrelasjon mellom muskelmasse og 1RM i keiser og i keiser Pmax høyre og venstre. Signifikante korrelasjoner ble også funnet mellom muskelmasse og CMJ, CMJ og 1RM keiser, og mellom CMJ og Pmax høyre og venstre. CMJ og 20,-30,-og 40m sprint viste signifikant negativ korrelasjon. De resterende testene i studien viste svak eller ingen korrelasjon.

5.1 Korrelasjon mellom muskelmasse og styrke

Resultatene fra 1RM i keiser og muskelmasse viste signifikant positiv korrelasjon ($r = 0.77$). Det samme viste resultatet mellom muskelmasse og Pmax høyre ($r = 0.77$) og venstre ($r = 0.77$). Dette bekrefter vår hypotese om en sammenheng mellom de med mest muskelmasse og styrke.

Resultatene i studien støttes av studien til Brechue og Abe (2002). Funnene deres viser en sterk sammenheng mellom muskelmasse og den maksimale styrken hos erfarne vektløftere. De fant en sterk korrelasjon mellom prestasjon og relativ styrke. Ifølge Gjerset et al. (2015) er det god sammenheng mellom muskelmasse og maksimal styrke hvis man måler erfarne utøvere. Dette støtter teorien om at graden av korrelasjon mellom muskelmasse og maksimal styrke vil være sterk hos godt trente utøvere (Gjerset et al., 2015, s. 395). Da vår studie er gjennomført på deltagere med minimum 1 års styrke erfaring med 2-3 treninger i uken, vil disse gå under kategorien godt trente. Dette er på bakgrunn av at FP har vært innom ulike former for aktivitet og styrketrening over flere år. Det er kjent at ved økning i muskelstyrke, vil også muskelmassen øke over tid ved gjentatt aktivering. Utføring av styrkeaktiviteter vil kreve optimal aktivering av motoriske enheter i utførelsen. Å kunne gjennomføre maksimale styrkeaktiviteter med aktivering av alle de motoriske enhetene er en utfordrerne men trenbar evne (Gjerset et al., 2015, s. 381). Det vil ved testing av muskelstyrke være avgjørende med riktig aktivering for å få klare tall på det man undersøker. Både FP i vår studie, men også FP i studien til Brechue og Abe (2002) har en erfaring og teknikk som tilsier at de er i stand til å utføre 1RM og økende belastning med maksimal aktivering som er nødvendig for at effektmålingene skal bli bra. FP i begge studiene har sannsynligvis hatt et bra samspill mellom agonister og antagonister.

Også Hayashida et al. (2014) fant signifikant korrelasjon mellom muskelmasse og muskelstyrke i en gruppe eldre mennesker, av begge kjønn. Hos mennene var korrelasjonen signifikant i begge grupper, mens hos kvinnene var korrelasjonen signifikant i en gruppe. Det ble observert sterkere korrelasjoner jo eldre kvinnene var. De fant signifikant positiv korrelasjon hos de eldste. Dette viser at muskelmasse og styrke ikke

kun har en korrelasjon hos godt trente utøvere, men også hos eldre mennesker. Det viser oss også at sammenhengen mellom styrke og muskelmasse er sterk, uavhengig av kjønn, alder og erfaring. Ingen forskning vi har gjort oss kjent med viser funn som motstrider våre.

5.2 Korrelasjon mellom muskelmasse og spenst

Resultatene viste en signifikant positiv korrelasjon mellom muskelmasse og spenst ($r = 0.68$). Dette bekrefter vår hypotese om at de med mest muskelmasse også hopper høyest.

Ifølge Gjerset et al. (2012, s. 170) må man akselerer egen kroppsvekt for å kunne hoppe høyt. Nok muskelmasse i forhold til egen kroppsvekt er dermed viktig moment i hopp-prestasjon. Resultatene i vår studie er i linje med funnene til Bialoskorska et al. (2016) som fant signifikante korrelasjoner mellom vertikal hopp høyde og muskelmasse målt i prosent. Også Stephenson et al. (2015) støtter våre funn om sterk positiv korrelasjon mellom spenst og muskelmasse. Det kan være ulike grunner til at disse faktorene korrelerer i så stor grad. Styrke og evnen nervesystemet har til å rekruttere riktig og nok motoriske enheter spiller en viktig rolle i utøvelse av spenst (Dieserud et al., 2010, s. 94). Dermed vil prestasjon under test av spenst være sammensatt av flere ulike faktorer. Muskelmasse som i denne studien er testet, vil spille en rolle, men også andre faktorer som følger med kroppssammensetning og erfaring knyttet til denne type øvelse. Ifølge Acar og Eler (2019) vil kroppsfett målt i prosent være den viktigste faktoren for prestasjon i spenst. Dette indikerer at det er den relative muskelmassen som vil spille størst rolle her med tanke på at CMJ er hurtig akselerasjon av egen kroppsmasse. Relativ styrke er ikke tatt høyde for i vår studie, dermed vil dette være spekulasjoner. Silvestre et al. (2006) viser til en signifikant negativ korrelasjon mellom prosent kroppsfett og vertikal spenst ($r = -0.55$) hos profesjonelle fotballspillere. Dermed støttes vår studie også opp med at det ikke kun vil være muskelmasse som spiller en rolle for sammenhengen, men også muskelmasse i forhold til egen kroppsvekt og kroppsfett.

I motsetning til våre funn fant Moore et al. (2020) ingen sammenheng mellom muskelmasse og hopp høyde for kvinner i alderen 55-75 år. Positiv sammenheng mellom muskelmasse i underekstremiteten og hoppkraft ble derimot dokumentert. Siden store deler av testgruppen var moderat eller hadde ingen fysisk aktivitet i det daglige liv, og flere var betraktet som overvektig, vet vi at dette ikke vil skape like stor prestasjon i utøvelse av spenst. Ved tidligere forskning som viser til den relative muskelmasse, vil denne testgruppen ikke i like stor grad evne til å akselerere egen kroppsvekt. Men de vil likevel kunne skape høy hoppkraft (N). Moore et al. (2020) slår fast i studien at muskelstyrken vil stagnere og tidvis senkes etter alder. Dette samsvarer også med Stephenson et al.

(2015) sin studie om at korrelasjonen ble svakere hos de eldre gruppene. Ved for lite vedlikeholdstrening i testgruppen vil de etter hvert ikke ha sterke nok muskler til å tåle belastningen i en sats eller ha nok muskler og muskelmasse til å stå imot i landingen. I tillegg fører aldring til reduksjon i antall muskelfibre og mulig dårligere nerveledning som gjør at fyringsfrekvensen blir lavere. Det faktumet at testgruppen i studien til Moore et al. (2020) var ganske mye eldre enn gruppen i vår studie, kan ha hatt noe å si for resultatene vi fant kontra resultatene de fant. Dette finner vi logisk med bakgrunn i at muskelmasse er en faktor for kraft, og når man blir eldre vil kraften gradvis reduseres.

5.3 Korrelasjon mellom muskelmasse og hurtighet

Resultatene viste ingen signifikant korrelasjon mellom muskelmasse og 10m sprint ($r = -0.22$), 20m sprint ($r = -0.30$), 30m sprint ($r = -0.39$) og 40m sprint ($r = -0.41$). Resultatene avkrefter hypotesen om at de med mest muskelmasse er de som også er raske på 40m.

I motsetning til våre funn fant Chelly et al. (2010) signifikante korrelasjoner mellom hastighet og kroppsmasse ($r = 0.51$) og muskelvolum i bein ($r = 0.61$). De fant også at akselerasjon i første steg korrelerte med benvolum ($r = 0.50$) og akselerasjon første 5m ($r = 0.66$). Silvestre et al. (2006) fant også signifikante sammenhenger mellom kroppssammensetning og sprint. Et større muskeltverrsnitt vil øke muligheten for å produsere stor kraft. Med stor muskelmasse, vil man også ha et større muskeltverrsnitt, og derfor god evne til å skape stor kraft (Earp et al., 2010). Kraften man klarer å utvikle styres av flere faktorer. Maksimal ytelse, å utnytte den maksimale kraften fra musklene er en krevende, men trenbar evne. Da deltagerne i vår studie i ulik grad har denne erfaringen, vil utnyttelsen av dette elementet variere, slik at dette kan ha spilt en rolle i hver enkelt sin evne til maksimal ytelse under hurtighetstesten. Raastad et al. (2010, s. 13-15) sier også at tverrsnittsarealet er viktig for den eksplosive styrken. Eksplosiv styrke kobler man til hurtighet fordi det er en egenskap som krever hurtig kraftutvikling. For å være god i hurtighet kreves det maksimal akselerasjon av bevegelsen, å skape høyest mulig hastighet med stor kraft. Den eksplosive styrken til FP vil dermed være en faktor for prestasjon. På bakgrunn av teori og tidligere forskning fant vi resultatet overraskende. Det er likevel flere tenkelige faktorer til at muskelmasse ikke korrelerer med hurtighet i testgruppen. Resultatene viser at verken relativ eller absolutt muskelmasse spiller inn på sprintprestasjon for denne testgruppen. Mye muskelmasse fører ofte til større kroppsmasse. Grunnen til ingen signifikante funn mellom muskelmasse og hurtighet kan være for lite muskelmasse i forhold til egen kroppsvekt. Newtons 2. lov sier at jo større masse, desto mer kraft kreves det for å skape samme akselerasjon (Hällén & Ronglan, 2011, s. 176). Gjennomsnittet av FP i vår studie kan ha hatt mer kroppsmasse å

forflytte enn kraft gitt mot bakken, som igjen kan ha ført til lavere hastighet. Dette gir en indikasjon på at den absolutte styrken hos FP ikke vil automatisk føre til høyere sprintfart. De ulike sprintdistansene handler om å forflytte kroppsmassen hurtigst mulig over en gitt distanse. Resultatene fra studien viser at det er viktigere med relativ muskelmasse enn absolutt muskelmasse. Studien til Silvestre et al. (2006) viser til at kroppsfett korrelerte positivt med hurtighet ($r = 0.60$). Dette tyder på at muskelmasse i forhold til kroppsfett er viktigere enn kun muskelmasse alene. I tillegg vil sprint kanskje være noe man forbedrer hvis man øver, noe FP i vår studie ikke hadde gjort.

5.4 Korrelasjon mellom spenst og styrke

Resultatet viste en signifikant positiv korrelasjon mellom CMJ og 1RM ($r = 0.63$), og signifikant positiv korrelasjon mellom CMJ og Pmax høyre bein ($r = 0.66$) og venstre bein ($r = 0.76$). Disse resultatene bekrefter hypotesen vår om at maksimal styrke henger sterkt sammen med effekt (W).

At resultatene viser sterk assosiasjon mellom styrke og spenst kan forklares med det Wisløff et al. (2004) kom frem til i sin studie om at hvis man vil forbedre sprint- og spenstprestasjon må man fokusere på maksimal styrketrening. Kraft er sterkt avhengig av maksimal styrke. For å bedre evnen til kraft (på engelsk *power abilities*) må man ha en økning i maksimal styrke forbundet med forbedring av relativ styrke. Funnene i vår studie støttes opp av funnene til Wisløff et al. (2004) og Chelly et al. (2010) som viste signifikante korrelasjoner mellom styrke, spenst i ulike hopp høyder og sprint.

Studien til Rønnestad et al. (2008) viste derimot ingen kortsiktig effekt på muskelstyrke og plyometrisk trening i hopp-prestasjoner hos fotballspillere over 7 uker, men derimot en signifikant korrelasjon i relativ styrke i knebøy og i spenst- og hurtighetstestene. En forklaring på dette kan være evnen nervesystemet har til å rekruttere riktig og nok motoriske enheter i bevegelsen (Dieserud et al., 2012, s.94). Ifølge Enoksen et al. (2007) kreves det en aktivering av størst andel type II fibre for å skape størst mulig kraft og hastighet under en kraftutvikling. Denne type aktivering skjer gjennom teknikktraining, og kroppen vil over tid tilpasse seg kraftutviklingen og være i stand til å skape maksimalt utbytte fra musklene. Med kun maksimal styrketrening vil man ikke få fullt utbytte fra muskulaturen, og heller ikke evne å bruke dette inn mot spenstprestasjon. Dermed vil RFD (Rate of force development), ikke kunne øke over denne 7 ukers treningsperioden. Testgruppen i vår studie hadde ulik erfaring med spensttester og spensttrening. Noen trente mye spenst og eksplosiv styrke, mens andre hadde ikke trent spenst på flere år. Vi vet på bakgrunn av teori at mangel på trening på det man vil forbedre kan hemme prestasjonsevnen. Musklenes maksimale ytelse kreves, og kommer

gjennom erfaring og gjentatt trening under slike bevegelser. Musklene i kroppen skal også tåle denne type belastning for å klare å gjennomføre, men også for å unngå skader (Dieserud et al., 2012, s.95)

Nuzzo et al. (2008) fant heller ingen korrelasjon mellom spenst (CMJ) og styrke. De fant derimot en korrelasjon mellom styrke og CMJ ved inkludering av kroppsmasse, noe som bekrefter funnene til Rønnestad et al. (2008) om en signifikant korrelasjon mellom relativ styrke og knebøy, spenst og hurtighet. Dette indikerer at den relative styrken vil spille en stor rolle for prestasjon av vertikal hopp høyde hos godt trente utøvere. Den absolutte styrken, hvor sterk FP er, vil øke kroppsmassen og dermed øke kravene for musklene i underekstremiteten i hurtig akselerasjon av egen kroppsvekt. I denne studien er det ikke tatt stilling til relativ og absolutt styrke hos FP, og det vil dermed ikke være mulig å avkrefte eller bekrefte denne teorien. Nuzzo et al. (2008) testet på knebøy og frivending som er mer teknisk utfordrende øvelser kontra beinpress. Om teknikken kan ha hemmet prestasjonen og hatt en innvirkning på deres resultat vil være spekulasjoner.

Resultatene fra vår studie viste noe sterkere sammenheng mellom CMJ og Pmax høyre og venstre bein enn mellom CMJ og 1RM. Grunnen til dette kan være at Pmax (maksimal effekt) er nærere tilknyttet CMJ enn det maksimale styrke er tilknyttet CMJ, og at de som klarer å produsere størst effekt også er de som klarer å hoppe høyest. Resultatene viste også en forskjell mellom effekten i høyre og venstre bein som kan ha vært på grunn av lite erfaring med keiser, og FP har dermed hatt en feilstilling i pressfasen. Det kan også hende at utvalget i studien generelt var sterkere i venstre bein enn i høyre.

5.5 Korrelasjon mellom spenst og hurtighet

Resultatene viste en signifikant negativ korrelasjon mellom CMJ og 20m sprint ($r = -0.54$), signifikant negativ korrelasjon mellom CMJ og 30m sprint ($r = -0.60$) og 40m sprint ($r = -0.67$). Det ble ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom CMJ og 10m sprint ($r = -0.37$). Resultatene støtter hypotesen om at de som hopper høyest også er de med raskest tid på 40m.

Funnene i vår studie bekreftes av Wisløff et al. (2004) og Vescovi og Mcguigan (2008) sine funn av moderat til sterk korrelasjon mellom CMJ og ulike sprintdistanser. Wisløff et al. (2004) fant korrelasjon mellom CMJ og 10 og 30 m sprint. Hos Vescovi og Mcguigan (2008) var korrelasjonene sterkere på lengre avstander (30-40m) enn på kortere avstander (10-20m). Dette støtter våre funn om at spenst korrelerer mer med maksimalhurtigheten enn akselerasjonen og at jo lengre avstanden blir jo sterkere blir korrelasjonen. Både spenst og hurtighet gjennomføres hurtig med stor kraft og egenskapene som kreves i utøvelsen er ofte ganske like. Det kan dermed ha vært en av grunnene til at

både vi og annen forskning fant sammenheng mellom disse. Det at de også fant sterkere sammenheng hos høyskoleutøverne enn hos de videregående utøverne kan ha vært på grunn av alder og treningserfaringer. FP i vår studie er også studenter på høyskole med god treningserfaring og man kan derfor tenke seg at det kan være en av grunnene til at funnene samsvarer. Chelly et al. (2010) fant ingen korrelasjon mellom CMJ og 0-5m sprint som også styrker våre funn om at CMJ og akselerasjonsfasen i sprint i liten eller ingen grad korrelerer. Dette kan ifølge Hällén og Ronglan (2011) være på grunn av at CMJ gjennomføres med en plyometrisk kontraksjon, strekkforkortningssyklus. 0-5 meter sprint er ikke langt nok til at strekkforkortningssyklusen spiller inn, men den vil etter hvert ved lengre distanse koples inn. I tillegg kan funnene til Donati (1996) om at horisontal spenst korrelerer best med akselerasjonshurtighet og vertikal spenst korrelerer best med maksimalhurtighet, forklare våre funn fordi CMJ er en vertikal spensttest som derfor vil korrelere best med 20-40m. Andre funn i studien til Chelly et al. (2010) tyder derimot på at andre faktorer kan ha sammenheng med akselerasjonsfasen. De fant en signifikant korrelasjon mellom akselerasjonsfasen og beinas muskelvolum og 1RM halv knebøy. De fant også en sammenheng mellom akselerasjonsfasen og knebøy med hopp (på engelsk *squat jump*). Styrken i hofte-, kne- og ankelstrekkerne er viktig for de de første meterne i en sprint (Delecluse, 1997). Dette kan tyde på at testing av knebøy med hopp kan føre til funn av korrelasjoner i akselerasjonsfasen, mens CMJ-testing kan føre til korrelasjoner i meterne etter akselerasjonsfasen. Det er fordi knebøy med hopp er en eksplosiv øvelse med motstand som gjør at det vil stilles større krav til hofte-, kne- og ankelstyrken.

5.6 Korrelasjon mellom styrke og hurtighet

Resultatene viste ingen signifikant korrelasjon mellom verken 1 RM og 10m sprint ($r = -0.15$), 20m sprint ($r = -0.22$), 30m sprint ($r = -0.31$) eller 40m sprint ($r = -0.31$). Det ble heller ikke funnet noen signifikant korrelasjon mellom 10m sprint og keiser Pmax høyre ($r = -0.09$) og venstre ($r = -0.009$), 20m sprint og keiser Pmax høyre ($r = -0.05$) og venstre ($r = 0.17$), 30m sprint og keiser Pmax høyre ($r = -0.19$) og venstre ($r = -0.29$) og 40 m sprint og keiser Pmax høyre ($r = -0.24$) og venstre ($r = -0.35$). Disse resultatene avkrefter vår hypotese om at de sterkeste også løper raskest på 40m.

I motsetning til våre funn fant Wisløff et al. (2004) og Chelly et al. (2010) signifikante korrelasjoner mellom maksimal knebøy og sprintprestasjon hos elite mannlige fotballspillere og mannlige fotballspillere på regionalt nivå. Grunner til ulike resultat kan først og fremst være at Wisløff et al. (2004) og Chelly et al. (2010) testet godt trente fotballspillere som ukentlig får implementert sprint gjennom fotballtrening. FP i vår studie også er godt trente, men er kvinner med ulike sprinterfaringer. Andre grunner kan være at studien til Wisløff et al. (2004) testet maksimal styrke i form av knebøy,

mens vi testet maksimal styrke i beinpress ved hjelp av keiser apparat. En knebøy består av først en eksentrisk fase, deretter en konsentrisk fase. I den typen beinpress vi brukte er det kun en konsentrisk fase hvor man sitter og skal isolert presse beina framover. I en sprint og generelt når man løper vil løpssteget foregå med både eksentriske (bremsefasen) og konsentriske faser og dermed kan knebøy i større grad assosieres med sprint enn det beinpress kan. Om funnene hadde blitt annerledes ved buk av andre testøvelser enn keiser, vil kun være spekulasjoner. Andre grunner til ulike funn kan være kjønnsforskjeller, da menn har fra naturen sin side mer muskelmasse enn kvinner på grunn store forskjeller i testosteronkonsentrasjonen (Raastad et al., 2010, s. 100).

Delecluse (1997) og Seitz et al. (2014) viser også i motsetning til våre funn at det finnes en klar sammenheng mellom økning i muskelstyrke i underekstremitet ved trening og sprintprestasjon. De mener at ingen mekanismer alene er ansvarlig for fart og styrke, og indikerer at generell styrketrening sammen med variert og spesifikk trening rettet mot økning av sprintprestasjon, vil gi avkastning. Ifølge Seitz et al. (2014) kan man se en klar sammenheng mellom disse komponentene, og at større muskelstyrke vil bidra til høyere bakkereaksjonskraft, impuls og RFD. FP i vår studie har ulike trenings erfaringer og kanskje ikke nok relativ styrke til at overføringsverdien fra styrken til hurtigheten blir positiv. Young et al. (2006) fant i likhet med studiene til Delecluse (1997) og Seitz et al. (2014) at styrketrening alene ikke vil gi en positiv økning på sprintprestasjon, men at plyometrisk trening, inkludert ensidige øvelser, teknikktraining og eksplosiv trening (50% av 1RM) av hele kroppen vil forsterke sprintakselerasjonsytelsen. Ved variert og spesifikk trening vil den maksimale styrken øke og evnen til maksimal ytelse og nevralt erfaring bli bedre. FP i vår studie har sannsynligvis ikke hatt spesifikk sprinttrening i forkant av testene eller styrketrening rettet mot sprintprestasjon, og dermed kan det ha hatt betydning for at overføringen ikke var positiv.

Rønnestad et al. (2008) sin studie viste en sammenheng mellom styrke og sprintprestasjon ved trening over tid. Resultatene viste ingen økning i hurtighetstestene hos gruppen som gjennomførte vanlig fotballtrening. Gruppen som i tillegg trente styrke hadde økning på alle sprintdistansene. Sprintløp vil alltid utgjøre en del av fotballtreninger og kamper. Styrketrening utgjør derimot ikke en del av fotballtreningen og kamp, og må derfor trenes på si. Styrke er en positiv faktor for sprint ved spesifikk og variert trening over tid (Delecluse, 1997; Seitz et al., 2014; Young et al., 2006). Fordi variert og spesifikk trening fører til bedre prestasjon av sprint kan det ha vært grunnen til at det kun var gruppen som trente både styrke og fotball som fikk en økning på sprintdistansene. I vår studie ble det ikke gjennomført noen treningsperiode, og de gjennomsnittlige verdiene på hurtighets- og styrketestene til FP var såpass varierende at det kanskje kan ha hatt noe å si for resultatet.

Også Comfort et al. (2012) viste en signifikant korrelasjon mellom styrke og hurtighet. De fant lite forskjell i relativ styrke mellom gruppene. De fant også lite eller ingen forskjell mellom gruppene i akselerasjonsfasen. Derimot var rugby spillerne betydelig raskere på lengre distanser. Disse resultatene indikerer at relativ styrke er viktig for akselerasjon hos alle utøvere, men er enda sterkere relatert til ytelse over lengre distanse hos fritidstrente. Den relative styrken er viktigere enn den absolutte styrken i akselerasjonsfasen fordi man må akselerere egen kroppsvekt. Ved lengre distanser vil derimot den absolutte og maksimale styrken spille en større rolle på grunn av involveringen av strekkforkortningssyklusen, samt bedre teknikk og evne til å utvikle større kraft ved høy hastighet på grunn av større andel type II fibre. Grunnen til at vi ikke fant noen sammenheng mellom styrke og hurtighet i vår studie kan ha vært på grunn av for varierende treningsmetoder i forkant av testene eller at FP ikke hadde gjennomført maksimal styrketrening over tid, noe vi vet ville økt evnen til å rekruttere flere motoriske enheter og motornevronenes evne til økt fyringsfrekvens (Enoksen et al., 2007, s. 160). Ingen forskning vi er kjent med, støtter våre funn om lite eller ingen korrelasjon mellom styrke og hurtighet.

5.7 Begrensninger i studien

Studien ble gjennomført med 15 deltagere. Våre funn kan ha lav ekstern validitet på grunn av et for lite utvalg. Med et større deltakerutvalg ville studien hatt flere resultater å gå utfra og det kunne ført til andre funn og høyere validitet. Selv om alle deltagerne var idrettsstudenter og at et av inkluderingskravene var minst ett års erfaring med styrketrening, kan det likevel ha vært forskjeller innad i gruppen. For et mer reliabelt resultat kunne man hatt flere inkluderingskrav, som for eksempel en viss muskelmasse eller et visst krav om 1RM beinpress. Dette ville ført til et sterkere deltakerutvalg og kunne gitt flere signifikante funn.

Det ble ikke lagt til rette for tilvenningsdag i studien. Med en tilvenningsdag kunne man eliminert teknisk variasjon. Deltagerne kunne innøvd teknikk i hopp og sprint, og tatt en nøyaktig 1RM-test i keiser i stedet for en estimert 1RM-test som ble gjort på testdagen. Tilvenning i teknikk er viktig med tanke på et reliabelt resultat. CMJ er en øvelse som spesielt stiller krav til motorikk og teknikk. Teknikken kan variere mellom deltagerne ut ifra om de er kjent med øvelsen fra før eller ikke. Med en tilvenningsdag hadde alle fått mulighet til å bli kjent med og lært øvelsen. Bodyscan som ble tatt på testdagen kunne også blitt tatt på tilvenningsdagen for å spare tid.

På selve testdagen kunne man hatt flere hopp med tanke på læringseffekt, spesielt siden FP ikke hadde tilvenningsdag. CMJ på kraftplattform skal som nevnt være en reliabel test, men likevel var det tilfeller med store forskjeller på hoppene individuelt. Ujevnheter i gulvet eller ustødige landinger kan

være nok til å gi feilmålinger. Likevel samsvarte gjennomsnittet fra CMJ-testen godt med de andre testene og med det tidligere forskning fant på samme området. En annen begrensning var at FP måtte jogge 400m etter oppvarming for å komme seg til hurtighetstesten. Her ble det ikke lagt føringer om hvilken hastighet FP skulle løpe bort med. Noen kan ha tatt det rolig og blitt kaldere enn andre. Ved å f. eks. gitt FP et spesifikt løpetempo, kunne det gitt jevnere utgangspunkt før testingen.

All testingen foregikk på samme dag på bakgrunn av at den totale belastningen var lav. Likevel kunne man hatt flere testdager for å konsentrere seg om en test av gangen. Man kunne merke at noen av FP ubevisst ikke alltid presterte maksimalt fordi de skulle «spare seg» til neste test. Dette skjedde fordi de var redde for å bli slitne og dermed ikke kunne prestere like godt på de resterende testene.

En styrke ved denne studien er at det ble benyttet standardiserte protokoller for alle testene. Studien ble utført i laboratorium hvor variablene kunne kontrolleres. På oppvarmingen måtte alle sykle i gjennomsnitt på 100W i 15 minutter som ga et jevnt utgangspunkt foran testene. For å minimalisere forskjeller i erfaring og teknikk i sprint, ble ikke startblokk tatt i bruk.

5.8 Videre forskning

Flere studier har sett på sammenhengen mellom styrke, spenst og hurtighet. Det er også gjennomført noen studier på muskelmasse. Likevel er det ingen som har sett på alle faktorene samlet hos kvinner. Derfor bør mer forskning gjøres for å undersøke faktorene nærmere og for å komme frem til mer nøyaktige svar. Ut ifra resultatene i denne studien kan det virke hensiktsmessig å ha et større utvalg for å dekke hele populasjonen. Samt ha flere inkluderingskrav for å få et jevnere utvalg, tilvenningsdag og flere testdager for mer optimale resultat.

6.0 Konklusjon

Denne studien hadde til hensikt å undersøke sammenhengen mellom muskelmasse i underekstremitetene, styrke, spenst og hurtighet hos kvinnelige idrettsstudenter. Etter endt analyse av testresultatene ble det funnet signifikant korrelasjon mellom muskelmasse og styrke, samt signifikant korrelasjon mellom muskelmasse og spenst. Funnene viste derimot ingen signifikant korrelasjon mellom muskelmasse og hurtighet. Dette kan fortelle oss at muskelmasse har en sterk sammenheng med styrke og spenst, men vil spille en mindre rolle for hurtigheten hos kvinnelige idrettsstudenter. Den relative muskelmassen viste seg å være viktigere enn den absolutte muskelmassen. Funnene mellom styrke og spenst var signifikante, mens det ikke ble funnet noen signifikant korrelasjon mellom styrke og hurtighet. Resultatene viste heller ingen korrelasjoner mellom spenst og 10m sprint, men signifikante negative korrelasjoner ble funnet mellom spenst og 20-, 30-, og 40m sprint. Ut i fra vår studie kan vi konkludere med at styrke har høyere korrelasjon til spenst enn til hurtighet og at spenst og hurtighet har sterkere sammenheng ved lengre distanse enn i akselerasjonsfasen.

Litteraturliste

- Acar, H. & Eler, N. (2019). The relationship between body composition and jumping performance of volleyball players. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3), 192-196.
<https://doi.org/10.11114/jets.v7i3.4047>
- Bialoskorska, M., Tomczyk, E., Tomczyk, A. & Szafraniec, R. (2016). Relations between vertical jump height and volleyball players body composition. *Scientific Review of Physical Culture*, 6(1), 56-62.
- Bodyanalyse. (2018, mai). *InBody 720*. InBody.
https://www.bodyanalyse.no/gammel/images/stories/inbody/dokumenter/InBody%20720_forklaring_av_resultatene.pdf
- Brechue, W. F. & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 327–336.
<http://doi.org/10.1007/s00421-001-0543-7>
- Chelly, M. S., Chérif, N., Amar, M. B., Hermassi, S., Fathloun, M., Bouhlel, E., ... & Shephard, R. J. (2010). Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 266-271. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c3b298>
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 937-940. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5889>
- Dahl, H. A. & Rinvik, E. (2010). *Menneskets funksjonelle anatomi* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Medicine*, 24(3), 147–156.
<https://doi.org/10.2165/00007256-199724030-00001>
- Dieserud, E. J., Elvestad, J., Brunnes, A. O. & Hallén, J. (2012). *Trening, Helse og Trivsel* (9.utg.). Gyldendal Norsk Forlag.
- Donati, A. (1996). The association between the development of strength and speed. *New Studies in Athletics*, 11(2-3), 51-58.
- Earp, E. J., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Comstock, B. A., Fragala, M. S., Dunn-Lewis, C., Solomon-Hill, G., Penwell, Z. R., Powell, M. D., Volek, J. S., Denegar, C. R., & Häkkinen, K. (2010). Lower-body Muscle Structure And Its Role In Jump Performance During Squat,

- Countermovement, And Depth Drop Jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 722-729. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d32c04>
- Enoksen, E., Tønnesen, E. & Tjelta, L. I. (2007). *Styrketrening- i individuelle idretter og ballspill* (utg.2). Høyskoleforlaget. Spent innebærer vertikal og horisontal hopp.
- Gjerset, A., Haugen, K. & Holmstad, P. (2006). *Treningslære* (3.utg.) Gyldendal undervisning.
- Gjerset, A., Holmstad, P., Raastad, T., Haugen, K. & Giske, R. (2012). *Treningslære* (4.utg.). Gyldendal.
- Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J. W. & Enoksen, E., Raastad, T., Meen, H. D., Ommundsen, Y., Tønnesen, E., Frøyd, C., Johansen, E., Eriksrud, O., Giske, R., Pensgaard, A. M., Langberg, H., Kjær, M., Helge, E. W. & Beyer, N. (2015). *Idrettens treningslære*. Gyldendal undervisning.
- Grøn, Ø. (2020, 21. september). Newtons lover. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/Newtons_lover
- Hallén, J. & Ronglan, L. T. (2011). *Treningslære for idrettene*. Akilles-idrettens eget forlag.
- Haugen, T. (2018, 21. juni). *Biomekaniske betingelser for å løpe fort*. Olympiatoppen. <https://www.olympiatoppen.no/fagstoff/page9322.html>
- Hayashida, I., Tanimoto, Y., Takahashi, Y., Kusabiraki, T. & Tamaki, J. (2014). Correlation between Muscle Strength and Muscle Mass, and Their Association With Walking Speed, in Community-Dwelling Elderly Japanese Individuals. *Department of Hygiene & Public Health*, 9(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111810>
- Holck, P. (2020, 2. november). Musklene. I *Store medisinske leksikon*. <https://sml.snl.no/musklene>
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Kruuse, E. (2007). *Kvantitative forskningsmetoder- i psykologi og beslægtede fag* (6. utg.). Dansk Psykologisk Forlag.
- Moore, B. A., Bembem, D. A., Lein, D. H., Bembem, M. G. & Singh, H. (2020). Fat mass is negatively associated with muscle strength and jump test performance. *The journal of Frailty & Aging*, 9(4), 214-218. <http://dx.doi.org/10.14283/jfa.2020.11>
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P. & McCaulley, G. O. (2008). Relationship Between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 699-707. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816d5eda>
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R. & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening – i teori og praksis*. Gyldendal undervisning.
- Refsnes, P. J. (1996). *Styrketrening*. (Hefte 7A). Temahefte for forsvaret.

- Seitz, Laurent B, Reyes, Alvaro, Tran, Tai T, de Villarreal, Eduardo Saez, & Haff, G. Gregory. (2014). Increases in Lower-Body Strength Transfer Positively to Sprint Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland)*, 44(12), 1693–1702.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0227-1>
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 177-183.
<https://doi.org/10.1519/R-17715.1>
- Stephenson, M. L., Smith, D. T., Heinbaugh, E. M., Moynes, R. C., Rockey, S. S., Thomas, J. J. & Dai, B. (2015). Total and Lower Extremity Lean Mass Percentage Positively Correlates With Jump Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2167-2175.
<http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000851>
- Thomeë, R., Augustsson, J., Wernbom, M., Augustsson, S. & Karlsson, J. (2008). Styrketräning för idrott, motion och rehabilitering. Sisu Idrottsböcker.
- Tønnesen, E. & Garthe, I. (2017, 26. oktober). *Optimal styrketrening og ernæring for muskelvekst*. Olympiatoppen.
<https://www.olympiatoppen.no/fagavdelinger/ernaring/Fagstoff/media3811.media>
- Vescovi, J. D. & McGuigan, M. R. (2008) Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes, *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97-107.
<https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
- 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. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>
- Young, W. B. (2006). Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74–83.
<https://doi.org/10.1123/ijspp.1.2.74>

Vedlegg 1: Informasjonsskriv og samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet «Sammenhengen mellom muskelmasse, styrke, spenst og spurthastighet»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på sammenhengen mellom muskelmasse, maksimal muskelstyrke i underekstremiteten, spenst og spurthastighet hos kvinnelige idrettsstudenter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Tidligere forskning på menn har vist en vesentlig sammenheng mellom maksimal styrke og spurthastighet, men dette har blitt lite testet på kvinner. I tillegg ønsker vi å inkludere muskelmasse for å se om muskelmassen i beina henger sammen med styrke, spenst og hurtighet. I prosjektet skal vi se nærmere på denne sammenhengen ved å ta en bodyscan, CMJ hopp, en maksimal beinstyrke test ved hjelp av keiser-apparat og en 0-40 meters sprinttest. I teorien skal det være en sammenheng så vi har en hypotese om at de med mest relativ styrke også vil hoppe høyest og løpe raskest. Dette forskningsprosjektet vil være til en bacheloroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Forskningsprosjektet vil foregå ved Høgskulen på Vestlandet, Campus Kronstad. Prosjektansvarlig er Arild Hafstad, Høgskolelektor ved Instituttet for Idrett, kosthold og naturfag, HVL.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Som skrevet tidligere er det tidligere forsket mye på menn og derfor ønsker vi å se på sammenhengen hos kvinnelige idrettsstudenter. Vi ønsker å teste en gruppe som har god erfaring med trening og styrketrening for at testen og dataen skal kunne bli mest valid.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du først gjennomfører en kroppssammensetning målt ved impedansvekt (InBody 720), deretter en sprinttest fra 0-40 meter, en hoppetest på kraftplattform (CMJ) og en maksimal beinstyrketest i keiser-apparatet (beinpressmaskin). Det vil bli 3 forsøk på testene for å få best mulig resultat. Vi skal kun å se på sammenhengen så det stiller ingen krav til hvor sterk og/eller eksplosiv du er. Det vil bli en testdag der alle testene skal gjennomføres på samme dag. Deltagerne vil ikke kunne gjennomføre tung styrketrening av bein 48 timer før testing. Du får utdelt et forsøksnummer på testdagen og dataen vi samler inn vil lagres elektronisk og anonymiseres.

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 skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- *De som vil ha tilgang til opplysningene ved HVL vil være [redacted], Arild Hafstad og Coral Falco Perez.*
- *Navnet og kontaktopplysningene dine vil vi erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data. Denne navnelisten vil bli kastet når prosjektet er slutt.*
- *Deltagerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon. Kun forsøksnummeret som er anonymt vil publiseres i oppgaven.*

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 15.02.2021. Eventuelle personopplysninger som er blitt oppgitt, vil bli slettet etter endt prosjekt og det vil kun være anonymiserte innsamlede testresultater som vil bli beholdt.

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 Høgskulen på Vestlandet 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:

- Høgskulen på Vestlandet ved studenter: [redacted]
[redacted] HVL ved Arild Hafstad, tlf: 55585591 og Maria Coral Falco Perez, tlf: 55585534
- Vårt personvernombud: Trine Anniken Larsen, tlf: 55587682

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) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Arild Hafstad og Maria Coral Falco Perez
Prosjektansvarlig


Bachelorstudenter faglærer idrett

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Sammenhengen mellom maksimal styrke, muskelmasse og spurthastighet», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i forskningsprosjektet som omhandler tre ulike tester (Keiser, 0-40 sprint og bodyscan).

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2: Keiser protokoll

Protokoll for keiser

1. Sett i registreringschip. Hold inne begge gule knappene til 10RM blinkar. Bruk den gule pluss knappen til å stille inn keiseren på estimert 1RM (betre å ha litt for lav vekt enn for høy, minst 8 reps.)
Noter estimert 1RM på skjema.
NB! Pinnen som kopla saman pedalane må vere satt slik at pedalane opptrer uavhengig.
2. Forsøkspersonen setter seg i keiserapparatet med ein knevinkel som er mellom 80° og 90°. Noter innstillinga på skjema.
3. Mål vinkelen med goniometer. Sentrum på goniometeret plasserast på lateral epikondyle på humerus sikte punkt mot ankel på fibula sin lateral malleous og midt på humerus. Husk å sjå på riktig tal på goniometer (se bilde nedst). Noter innstillinga på skjema.
4. Gjennomfør to forsøksløft. Første løft kan vere roleg slik at forsøkspersonen blir kjend med apparatet. Løft blir forsøkspersonen instruert om å ta i så mykje han/ho kan. På tredje løftet når testen startar skal forsøkspersonen ta i alt han maktar.
5. Gjennomfør alle 10 løft eller færre/fleire alt er kor godt ein treffer på 1RM-estimatet. Viktig å minne forsøkspersonen på at kvart løft skal **gjerast med maksimal innsats**.
Noter ned faktisk 1RM, siste løft som går opp med begge bein, og tal på løft gjennomført.
6. Ta ut chippen og sett i PC-en. Gå inn på mappa som er linka til chippen. Der finn du siste testen. Viktig å lagre den med namnet til forsøkspersonen slik at ein finn att data. Ta alltid sikkerheitskopi når testdagen er over.