

Maksimal styrketrening: Frivekter vs. Flywheel

En randomisert kontrollert studie av effekten fra knebøy med frivekter eller flywheel på hurtigheten og spensten til fotballspillere.

Lars Petter Rotvold Nilsen

Masteroppgave i idrettsvitenskap, mai 2019

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	Masteroppgavens oppbygning	4
1.2	Begrepsavklaring	5
2	Epistemologi	6
3	Teori	7
3.1	Arbeidskrav i fotball	7
3.2	Hurtighet	8
3.3	Spent	11
3.3.1	Muskelfibertype og fysiologiske forutsetninger	12
3.4	Muskelbruk	13
3.5	Styrke	14
3.6	Maksimal styrketrening	15
3.7	Eksentrisk styrketrening	16
3.8	Sammenhengen mellom styrke, spent og hurtighet for fotballspillere	17
4	Metode - eksperimentelt design	21
4.1	Forsøkspersoner/Utvalg	22
4.2	Tester	23
4.2.1	Oppvarming	23
4.2.2	Hurtighet – 10 meter	24
4.2.3	Spent - CMJ	24
4.2.4	Styrke – knebøy	25
4.3	Treningsprogram	26
4.3.1	Knebøy	26
4.3.2	Flywheel	28

4.3.3	Nordic Hamstring.....	31
4.4	Reliabilitet og validitet.....	32
4.5	Etikk.....	33
4.6	Statistikk	33
5	Resultat	35
5.1	Hurtighet - 10 meter.....	36
5.1.1	10m – Knebøygruppa.....	36
5.1.2	10m – Flywheelgruppa	37
5.1.3	10m - Kontrollgruppa	38
5.1.4	10m - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene.....	38
5.2	Spenst – CMJ.....	39
5.2.1	CMJ – knebøygruppa	39
5.2.2	CMJ – Flywheelgruppa.....	40
5.2.3	CMJ – Kontrollgruppa	41
5.2.4	CMJ - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene	41
5.3	Styrke – 1RM.....	42
5.3.1	1RM – knebøygruppa	42
5.3.2	1RM – Flywheelgruppa	43
5.3.3	1RM – Kontrollgruppa.....	44
5.3.4	1RM - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene	44
5.4	Kroppsvekt.....	45
5.5	Relativ styrke – 1RM/kroppsvekt	45
5.5.1	Relativ styrke – Knebøygruppa	45
5.5.2	Relativ styrke – Flywheelgruppa	46
5.5.3	Relativ styrke - Kontrollgruppa	47
5.5.4	Relativ styrke - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene	47
6	Diskusjon	48

6.1	Hurtighet	48
6.2	Spenst.....	50
6.3	Styrke – 1RM knebøy	51
6.4	Relativ styrke	52
6.5	Styrker ved studiet	53
6.6	Svakheter ved studiet	53
6.7	Praktiske implikasjoner.....	56
7	Konklusjon.....	57
	Referanseliste.....	58
	Vedlegg 1, 2 og 3: Samtykkeskjema.....	63
	Vedlegg 4, 5 og 6: Hurtighetstest	65
	Vedlegg 7 og 8: Spensttest.....	67
	Vedlegg 9, 10 og 11: Knebøy	68
	Vedlegg 12 og 13: Flywheel.....	69
	Vedlegg 13 og 14: Nordic Hamstring.....	70

Tabelliste

Tabell 1: Forsøkspersoner utgangspunkt. KB = knebøygruppa. FG = Flywheelgruppa. KG = kontrollgruppa.....	22
Tabell 2: Protokoll/estimert progresjonsplan for knebøytrening. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.....	27
Tabell 3: Progresjonsplan for Flyweeltrening. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.	29
Tabell 4: Protokoll/progresjonsplan for Nordic Hamstring. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.....	31
Tabell 5: Pre og post verdier (gjennomsnitt og standardavvik) for alle gruppene. KB= knebøygruppen. FG = Flywheelgruppa. KG = kontrollgruppa.....	35

Figurliste

Figur 1: Arbeidskravsanalyse for fotballspillere (Brunes et al., 2012).....	8
Figur 2: Fasene i en 100m sprint på forskjellige nivåer på tvers av biologisk kjønn. Målt i meter/sekund (Gjerset et al., 2012).	9
Figur 3: Hillkurven: forholdet mellom forkortningshastigheten til en muskel og kraften muskelen utvikler (Gjerset et al., 2012).....	12
Figur 4: Sammenhengen mellom kraft og forkortningshastighet ved maksimal aktivering på tvers av muskelfibertyper. Forkortningshastighet er vist som antall fiberlengder per sekund (Raastad et al., 2010). Grønn: Type 2X. Orange: type 2A. Blå: Type 1.	13
Figur 5: Goniometer for å måle vinkel i kneleddet.....	25
Figur 6: Illustrasjon av knebøy med omtrent 90° i kneleddet (Getstrong, 2019).	26
Figur 7: Loggført treningsprogresjon for knebøygruppa. kg = antall kg løftet per sett. Fargekodete linjer = forsøkspersoner.....	28
Figur 8: Flywheel-knebøy. A: startstilling, B: eksplosiv konsentrisk bevegelse oppover, C: eksentrisk supramaksimal bremsefase (Illera-Domínguez et al., 2018).	29
Figur 9: Nordic Hamstring. 1: startstilling. 2: sluttstilling (Durber, 2014).....	31
Figur 10: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for knebøygruppa. Sekund = sekunder.	36
Figur 11: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for Flywheelgruppa. Sekund = sekunder.	37
Figur 12: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for kontrollgruppa. Sekund = sekunder.	38
Figur 13: Endring i spenst for kontrollgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.....	39
Figur 14: Endring i spenst for Flywheelgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.	40
Figur 15: Endring i spenst for kontrollgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.	41
Figur 16: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for knebøygruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.....	42
Figur 17: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for Flywheelgruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.....	43
Figur 18: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for kontrollgruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.....	44
Figur 19: Endring i relativ styrke for knebøygruppa. 1RM =1 repetisjon maksimum.	45

Figur 20: Endring i relativ styrke for Flywheelgruppa. 1RM =1 repetisjon maksimum. 46

Figur 21: Endring i relativ styrke for Flywheelgruppa. 1RM =1 repetisjon maksimum. 47

Forord

Masteroppgaven avslutter en toårig master i idrett ved idrettshøgskolen på UiT. Som fotballentusiast, fotballtrener og fotballspiller har arbeidet med masteroppgaven vært givende og kunnskapsnyttig. Året med masterskriving har vært krevende og flere nøkkelpersoner har vært avgjørende for at prosjektet ble gjennomført. Jeg vil derfor gjerne takke:

- Svein-Arne Pettersen for strålende veiledning, nyttige diskusjoner og rådgivning gjennom prosjektet.
- Phd. kandidatene Sigurd Pedersen og Edvard Sagelv for grundige tilbakemeldinger, god hjelp med planleggingen -og gjennomføringen av intervensjonen og også i skriveprosessen.
- Samboer og forlovede Rikke for motivasjon, omsorg, tilrettelegging og støttende ord på hjemmebane.
- Forsøkspersonene og lagene som gjorde gjennomføringen mulig
- Medstudenter Jonas Furøy og Vebjørn Angell for samarbeid gjennom hele studieløpet.
- Instagram, Snapchat, Twitter og Facebook for oppmuntring og latter gjennom tykt og tynt.

”Av alle uviktige ting i verden er fotball den viktigste” – Pave Johannes Paul II

Sammendrag

Hensikt: Hensikten med studien var å undersøke hvilken virkning maksimal konsentrisk (3-5 repetisjoner, 3-4 sett, >85% av 1 repetisjon maksimum (1RM)) og konsentrisk-eksentrisk flywheeltrening hvor begge er utført som knebøy har på hurtigheten og spensten til fotballspillere (10m sprint og CMJ-test).

Metode: 49 aktive fotballspillere (heretter forsøkspersoner (FP)) ble rekruttert, hvor 38 gjennomførte (år: $23,8 \pm 5,2$, kroppsvekt: $80,16 \pm 31,46$ kg). FP ble randomisert inn i tre ulike grupper: En knebøygruppe (n=13), en Flywheelgruppe (n=13) og en kontrollgruppe (n=12). Knebøygruppa trente 3-5 repetisjoner med 3-4 sett med en intensitet >85% av 1RM. Flywheelgruppa trente konsentrisk-eksentrisk knebøy med et flywheel-apparat, og kontrollgruppa gjennomførte ingen ekstra trening utenom sine respektive fotballtreninger. Alle FP ble testet i Hurtighet (10 meter sprint), Counter Movement Jump (CMJ) og knebøy (90° i kneleddet) før og etter intervensjonene. Knebøygruppa og flywheelgruppa gjennomførte to treninger i uka, i sekunds uker, som totalt gir 12 treningsøkter med maksimal styrketrening. Begge intervensjonsgruppene brukte også Nordic Hamstring som en del av treningsprogrammet for å opprettholde Q-faktor. Alle FP fortsatte som normalt med sine respektive fotballtreninger.

Resultat: Knebøygruppa økte styrken med 62,30 kg (48,60 %) i 1RM knebøy, forbedret hurtigheten med 0,03 sekund (1,43%) på 10 meter og hoppet 2,77 cm (7,63%) høyere på CMJ (alle $p < 0.001$). Flywheelgruppa økte styrken med 21,54 kg (17,42%) i 1RM knebøy, forbedret hurtigheten med 0,02 sekund (1,44%) på 10 meter og hoppet 2,77 cm (9,03%) høyere på CMJ (alle $p < 0.001$). Ingen signifikante forskjeller fra pre til post test ble oppdaget i kontrollgruppa (alle $p > 0.10$). Knebøygruppa og flywheelgruppa hadde lik prestasjonsøkning i 10 meter sprint ($p=1.00$) og CMJ ($p=1.00$), mens knebøygruppa økte mer i 1RM knebøy (kg) enn flywheelgruppa og kontrollgruppa ($p < 0.001$), og flywheelgruppa økte mer enn kontrollgruppa ($p < 0.001$). I 1RM i knebøy relativt til kroppsvekt (kg løftet/kg kroppsvekt), økte knebøygruppa mer enn flywheelgruppa og kontrollgruppa ($p < 0.01$), og flywheelgruppa økte mer enn kontrollgruppa ($p < 0.001$).

Konklusjon: Sekunds uker med knebøytrening utført som maksimal styrketrening med frivekter eller flywheel økte likt prestasjonen i 10 meter sprint og hopp høyde i CMJ. Knebøy med frivekter resulterte i en større økning i maksimal styrke. Derfor, fotballspillere som vil

forbedre hurtigheten og spensten gjennom styrketrening, bør velge knebøy med frivekter på grunn av en ekstra økning i maksimal styrke.

Nøkkelord: Hurtighet, spenst, maksimal styrke, knebøy, Flywheel, konsentrisk styrketrening, eksentrisk styrketrening, supramaksimal styrketrening

1 Innledning

En rekke vitenskapelige undersøkelser understreker at i tillegg til de tekniske –og taktiske ferdighetene, er også de fysiske egenskapene viktig for fotballspillere (Hallén & Ronglan, 2011). I fotball ser vi tendenser til et økende ferdighetskrav i spenst og hurtighet. Særlig god hurtighet anses som essensielt for å lykkes som profesjonell fotballspiller. Flere av verdens beste fotballspillere besitter stor hurtighet.

”Nils Johan Semb hevdet at den mest avgjørende egenskapen hos fremtidige fotballspillere vil være løpshurtighet, og antydte at mangel på hurtige kantspillere og spisser var en av hovedgrunnene til at Norge ble slått ut av sluttspillet til Europamesterskapet i 2000” (Tønnessen, Alnes, & Aasen, 2015, p. 1).

Fotballspillere sprinter oftere og hurtigere enn tidligere, og spillere på høyere konkurransenivå sprinter hurtigere og har flere høyhastighetsløp og sprinter enn de på lavere nivå (Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014; Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, & Sheldon, 2010) (Haugen, Tønnessen, & Seiler, 2013).

Studier viser til en sammenheng mellom hurtighet, spenst og styrke (Gjerset, Haugen, Holmstad, Raastad, & Giske, 2012). Flere undersøkelser viser at beinstyrken er viktig for hurtigheten, med at de sterkeste spillerne også hopper høyest og løper hurtigst (Comfort, Stewart, Bloom, & Clarkson, 2014; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). Kombinerte treningsprogram som inneholder styrke, spenst -og hurtighetstrening virker å være kjenningsmelodien hos topplagene for å utvikle løpshurtigheten. Flere studier viser også at en økning i den maksimale styrken, øker både spensten og hurtigheten til fotballspillere (Chelly et al., 2009; Helgerud, Rodas, Kemi, & Hoff, 2011; Ronnestad, Kvamme, Sunde, & Raastad, 2008). En stadig mer populær treningsform for å utvikle den maksimale styrken eksentrisk på, er Flywheeltrening som blant annet toppklubbene PSG, Chelsea, Real Madrid og Juventus bruker i treningen sin (Exxentric, 2019; Ramos, 2019).

Problemstillingen til denne studien er om konsentrisk styrketrening (3-5 repetisjoner, 3-4 set, >85% av 1 repetisjon maksimum (1RM)) eller konsentrisk-eksentrisk flywheeltrening, hvor begge er utført som knebøy, gir mer forbedring i hurtighet og spenst (10m sprint og CMJ-test).

1.1 Masteroppgavens oppbygning

I kapittel 2 beskrives det vitenskapsfilosofiske grunnlaget som utgjør bakgrunnen for planleggingen, datainnsamlingen og den skriftlige masteroppgaven.

Kapittel 3 inneholder en gjennomgang av relevant teori for oppgavens tema. Her skal jeg ta for meg fotballens arbeidskrav med fokus på hurtighet og spenst, og greie ut om hvordan styrketrening kan påvirke hurtigheten og spensten for fotballspillere. Deretter skal jeg se på teori som belyser sammenhengen mellom styrke, spenst og hurtighet. Avslutningsvis i kapitlet vil jeg se på ulike kontrollerte studier som har trent styrke for å bli hurtigere eller hoppe høyere. Teorikapitlet vil være grunnlaget som diskusjonskapitlet bygger videre på.

I kapittel 4 redegjøres det for metoden i oppgaven. Jeg vil presentere studiets design, og hvordan jeg har gjennomført studiet. Her skal jeg forklare hvordan jeg har samlet forsøkspersoner, gjennomført intervensjonen og testprosedyren. Avslutningsvis i kapitlet gjøres det rede for etikk, statistiske analyser og hvordan styrkeberegningen ble gjennomført.

I kapittel 5 vises resultatene. I dette kapitlet skal jeg presentere alle funn gjort i studien. Alle pre og post test verdier for 10 meter sprint, CMJ, 1RM knebøy og 1RM relativt til kroppsvekt vil presenteres. Deretter vil gruppenes pre og post verdier fremstilles med Figurer.

Kapittel 6 er diskusjonskapitlet. Her vil fokuset være å drøfte resultatene i de forskjellige treningsgruppene mot hverandre og innad. Funnene i oppgavene vil drøftes opp mot relevant teori og tidligere forskning knyttet til temaet.

Avslutningsvis vil det gjøres en oppsummering av sentrale funn i studien og konkluderes med svar på hypoteser.

1.2 Begrepsavklaring

- **Muskelstyrke:** defineres som muskelens evne til å skape mest mulig kraft i en gitt øvelse (Gjerset et al., 2012). Muskelstyrke deles inn i to hovedkategorier:
 - **Maksimal styrke:** den største kraften en muskel eller en muskelgruppe kan utvikle (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, & Wisnes, 2010).
 - **Ekspllosiv styrke:** evne til å utvikle kraft hurtig (Raastad et al., 2010).
- **Styrketrening:** systematisk trening for å vedlikeholde eller øke muskelstyrken (Raastad et al., 2010).
- **Konsentrisk muskelarbeid:** aktiv forkortning av en muskel (Raastad et al., 2010).
- **Eksentrisk muskelarbeid:** forlengelse av en muskel samtidig som den utvikler kraft (bremser bevegelsen) (Raastad et al., 2010).
- **Plyometrisk muskelarbeid:** muskelarbeid som går direkte fra eksentrisk til konsentrisk fase (som en fjær) (Raastad et al., 2010).
- **Supramaksimal eksentrisk muskelarbeid:** trening på større belastning enn sin egen maksimale styrke (Petré, Wernstål, & Mattsson, 2018).
- **Spent:** evnen til å hoppe høyt eller langt (Gjerset et al., 2012).
- **Akselerasjon:** hastighetsforandring per tidsenhet (Gjerset et al., 2012).
- **Hurtighet:** muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon (Gjerset et al., 2012).
- **Høyhastighetsløp:** løp på hastighet mellom 19-25 km/t (Bradley et al., 2010).
- **Sprint:** løp med hastighet over 25 km/t (Bradley et al., 2010).

2 Epistemologi

I dette kapitlet skal jeg gjøre rede for vitenskapsfilosofien som danner grunnlaget for oppgaven. Den vitenskapelige metode er en måte å undersøke fenomener, skaffe ny kunnskap eller samordne/bekreft/avkreft gammel kunnskap. Metoden er avgjørende i søken etter kunnskap gjennom bevis (empiri eller erfaring). Vitenskapsfilosofien og kunnskapsgrunnlaget som følges gjennom oppgaven er positivistisk. "Den klassiske positivismen" ble grunnlagt, tidlig på 1800-tallet. I følge Gilje and Grimen (1993) har positivismen et mål om å fremme et rettferdig og fremskrittrettet samfunn som kunne strukturere samfunnet gjennom vitenskapelige prinsipper. Etter hvert oppsto en videreutvikling av filosofien: "logisk positivism", også kalt logisk empirisme. Den oppsto tidlig på 1920-tallet av filosofer i Wien som ble kalt "Wienerkretsen". De ønsket en filosofi uten metafysikk og antakelser som ikke kunne forklares. Målet gjennom en logisk positivistisk filosofi, er å finne en absolutt vitenskap. De ønsket kunnskapsteoretiske og vitenskapsteoretiske problemstillinger. For en positivist er bare utsagn som kan verifiseres eller falsifiseres gjennom erfaring brukbar i forskningen (Gilje & Grimen, 1993). Dermed skal en med et positivistisk syn på vitenskap avdekke forskning gjennom sansene våre. Vitenskapen må også kunne kvantifiseres for å være vitenskap. Utsagn som ikke kan analyseres ses i positivismen på som meningsløse og kan ikke brukes i å formidle kunnskap, eksempelvis religiøse uttrykk (Gilje & Grimen, 1993).

"Mektig er guds himmel"

"Man blir raskere av å trene styrke med en Flywheelmaskin"

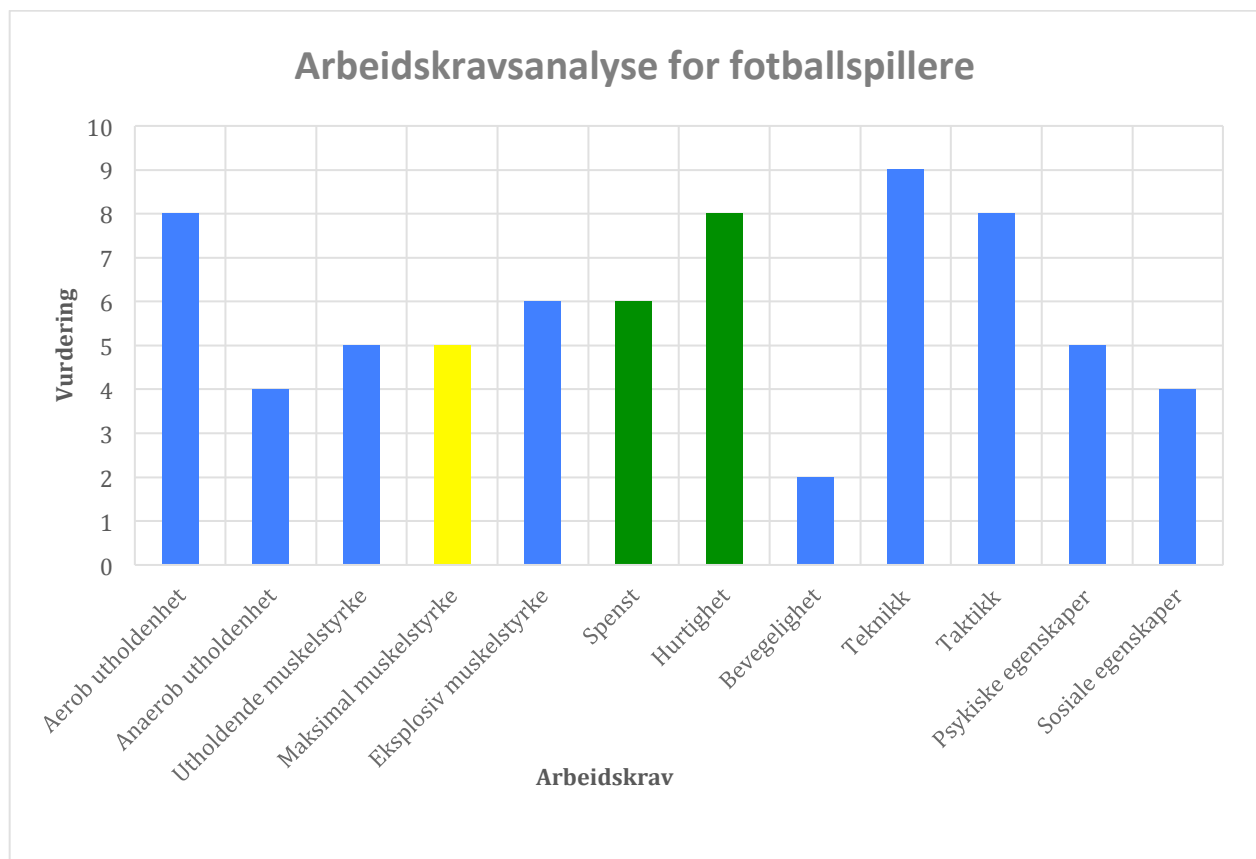
Utsagnet øverst kan ikke verifiseres og vil i et positivistisk syn være meningsløst i forskningssammenheng/søken etter ny viten. Utsagnet under om Flyweeltrening vil kunne bekreftes gjennom vitenskapelige undersøkelser. I forskning vil positivistiske bruke en hypotetisk deduktiv metode, hvor en teori er utgangspunktet for et forskningsspørsmål og deretter søker man verifikasjon for å se om det er riktig gjennom forskningen (Gilje & Grimen, 1993). Masteroppgaven følger den positivistiske tankegangen med å bruke tidligere teori og forskning som grunnlag til å formulere tydelige problemstillinger/hypoteser, som gjennom verifikasjonsprinsippet kan konkluderes som riktig eller feil (Gilje & Grimen, 1993; Halvorsen, 2008).

3 Teori

I dette kapitlet skal jeg ta for meg litt om hvilke arbeidskrav som anses som viktige i fotball og hva teorien sier om hurtighet, spenst og styrke. Deretter skal jeg se på hva teorien sier om temaet og gå inn på studier som har sett på sammenhengen mellom styrke, spenst og hurtighet, og ulike kontrollerte studier hvor forsøkspersoner har trent styrke for å bli hurtigere eller hoppe høyere.

3.1 Arbeidskrav i fotball

For å lykkes som profesjonell fotballspiller må en besitte forskjellige individuelle ferdigheter. Ferdighetene måles gjerne i en arbeidskravsanalyse. Arbeidskravene kan variere ut fra hvilken posisjon spilleren har på banen. For eksempel stilles det høyere krav om god hurtighet og evne til å gjennomføre repeterende sprinter for spillere lateralt i banen (sidebacker og kanter) sammenliknet med spillere medialt i banen (midtstoppere og midtbanespillere) (Salvo et al., 2007). Jeg har tatt utgangspunkt i en arbeidskravsanalyse for fotballspillere som ser på forskjellige egenskaper som er viktig i fotball (Brunes, Enoksen, & Sletten, 2012). Som illustrert i Figur 1 er spesielt hurtigheten men også spenst ansett som svært viktig, samtidig som maksimal muskelstyrke ikke virker like viktig.

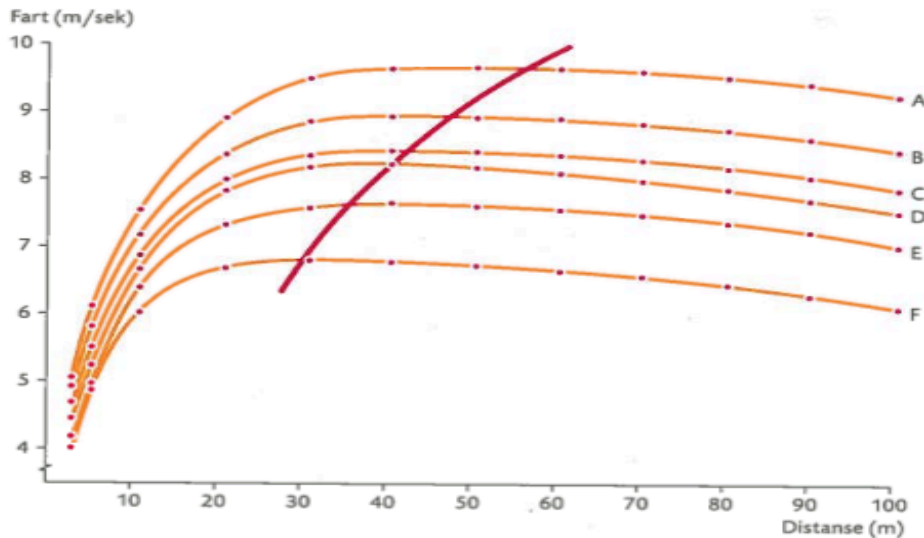


Figur 1: Arbeidskravsanalyse for fotballspillere (Brunes et al., 2012).

3.2 Hurtighet

Hurtighet er muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon horisontalt. Vi deler hurtighet inn i fire faser: reaksjons-, akselerasjons-, maksimal- og utholdende hurtighet (Gjerset et al., 2012). *Reaksjon* er vår evne til å observere, tolke og reagere riktig og hurtig. Reaksjonstiden er tiden fra en mottar et signal eller en oppfatter noe, til bevegelsen i kroppen starter. Denne delen virker viktig i fotball, da fotball er et sammensatt spill der spillerne reagerer intuitivt på sanseinntrykk. I fotball vil reaksjonstiden ofte være avhengig av spillerens persepsjon (evne til å tolke og reagere på sanseinntrykk). Spillere med god persepsjon og spilleforståelse vil ha bedre forutsetninger for å reagere hurtig (Gjerset et al., 2012; Hallén et al., 2008). *Akselerasjon* er evnen til å raskest oppnå egen toppfart. I en sprint er akselerasjon fra frasparket starter mot startblokken til utøveren kommer opp i sin maksimale hurtighet. Akselerasjon blir ofte sett på som de første 10 meterne i løpet, selv om toppfart ofte ikke nås før etter 30-40 meter (Delecluse, 1997). *Maksimal hurtighet* uttrykkes

som toppfarten som kan holdes i 30-40m. *Utholdende hurtighet* er evnen til å opprettholde hurtigheten etter at trøttestoffene (ofte melkesyren) gjør seg gjeldende slik at musklene ikke klarer å jobbe på samme måte lengre (Gjerset et al., 2012). I Figur 2 vises de forskjellige fasene og løpsutviklingen i en 100 meter sprint på forskjellige konkurransenivåer på tvers av biologisk kjønn (Gjerset et al., 2012).



Hastighetskurve for løpere med forskjellige personlige rekorder

Kurve A = menn med personlig rekord på 10,8–11,7 sek

Kurve C = menn med personlig rekord på 12,3–13,2 sek

Kurve B = gjennomsnitt menn

Kurve D = kvinner med personlig rekord på 12,5–13,4 sek

Kurve F = kvinner med personlig rekord på 14,5–15,4 sek

Kurve E = gjennomsnitt kvinner

(n = 10 i hver gruppe, etter Gundlach, 1963)

Figur 2: Fasene i en 100m sprint på forskjellige nivåer på tvers av biologisk kjønn. Målt i meter/sekund (Gjerset et al., 2012).

I en fotballkamp varer de fleste sprintene mellom 2 og 4 sekunder på og er under 30 m. Spillerne sprinter dobbelt så mye under 5m som 5-20 m, og fem ganger så ofte som sprinter over 20m. Selv om bare 205 meter av den totale distansen løpt i en kamp er sprinter (gjennomsnittlig for spillere i Champions League), er det ofte sprinter og eksplosive bevegelser som avgjør om laget vinner ballen, slipper inn mål eller scorer (Di Salvo et al., 2010). Antallet sprinter en spiller gjennomfører i en kamp varierer ut i fra hvilken posisjon spilleren har på banen og hvilket nivå spilleren konkurrerer på. Spillere som har posisjon

lateralt i banen og spisser løper flere sprinter enn sentrale midtbanespillere og midtstopperer. Konkurransenivået virker også avgjørende for hvor mange sprinter en gjør: spillere på internasjonalt nivå løper flere sprinter enn de på lavere nivåer (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010; Styles, Matthews, & Comfort, 2016; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005).

Hurtig aksjonstid og god akselerasjon kan være avgjørende i dueller i fotball. Hvis du er en tiendedel raskere enn motspilleren på de første ti meterne vil du være en halv meter foran i kamp om ballen. Ved å bare være to hundredeler raskere på 10 meter vil skulderpartiet være foran motspilleren, og du vil ha gunstige forutsetninger for å nå ballen først (Brunes et al., 2012). For profesjonelle fotballspillere er de raskeste spillerne i gjennomsnitt 1 meter foran de tregeste på 10 meter sprint, noe som ofte kan være matchavgjørende (Stølen et al., 2005). Også den maksimale hurtigheten er viktig, for å løpe opp en motspiller eller å nå en pasning i bakrom. God hurtighet kombinert med fremragende ferdigheter er karakteristikk for de beste angrepsspillerne i verden som Lionel Messi, Kylian Mbappe og Mohamed Salah (Tønnessen et al., 2015).

Spillere med stor hurtighet vil ha bedre forutsetninger til å mestre en rekke spillsituasjoner. Særlig i 1 mot 1 situasjoner kan god hurtighet være avgjørende: hurtigheten kan være avgjørende for å dribble forbi en forsvarer, løpe opp angriperen som forsvarer, eller for en angriper å kunne akselerere fra forsvareren for å bedre kunne utnytte avslutningsferdighetene sine og score mål. Ekstrem akselerasjon og hurtighet kan være en avgjørende egenskap for å vinne fotballkamper (Bangsbo, Nørregaard, & Thorsoe, 1991; Tønnessen et al., 2015).

Det virker også å være høyere krav til hurtighet på høyere nivåer enn lavere. I en undersøkelse av mannlige fotballspillere i Norge (n=939) så forskerne på forskjellene i hurtighet på tvers av konkurransenivå. Med en datainnsamling (fra 1995 til 2010) kartla de at spillere på høyere nivå løper hurtigere på 10 meter enn de på lavere nivå. A-landslagsspillere løpte hurtigst med gjennomsnittlig 1.51 sekund. Spillere i 1. divisjon løpte på 1.52, 2. div. på 1,53 og 3.- til 5- divisjonsspillere løpte gjennomsnittlig på 1.58 sekund. Kravet til stor hurtighet virker å være økende. Spillerne på A-landslaget som ble testet fra 2006-2010 var to hundredeler raskere enn de som testet fra 1995-1999 (Haugen et al., 2013).

Fysiske analyser viser også til et stadig økende hurtighetskrav i fotballen. En 7-sesongs analyse av engelsk Premier League-spillere (n=14700) viste at høyhastighetsløp og sprinter

økte med 30% fra 2006-2007-sesongen, sammenliknet med 2012-2013 sesongen.

Sprintdistanse og antall sprinter økte med 35% noe som viser til et økende ferdighetskrav til hurtighet i fotball (Barnes et al., 2014).

3.3 Spenst

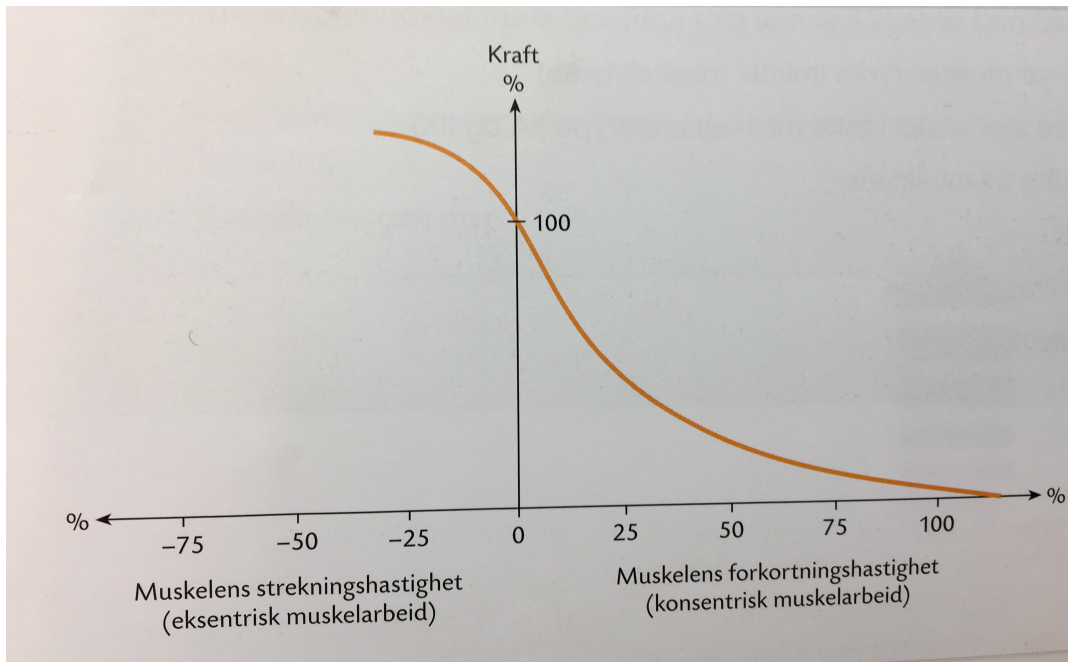
Spenst er evnen til å hoppe høyt eller langt (Gjerset et al., 2012). For å kunne hoppe høyt eller langt kreves det god spenst. Med en begrenset tid i en sats, er evnen til å kunne skape stor kraft hurtig, svært viktig. Begrepet *power* eller *effekt* (W) brukes om potensialet til å utvikle størst mulig kraft på en gitt hastighet. Effekt defineres som arbeid utført per tidsenhet (effekt = kraft * tid), og er et nyttig mål på spenst og hurtighet. Hurtig kraftutvikling eller kraftutviklingshastigheten omtales som "rate of force development (RFD) og er viktig for å produsere stor effekt (W).

"Høy RFD er en viktig faktor for å produsere stor effekt (W), siden tiden vi bruker på å utvikle kraft, er sentral i alle hurtige bevegelser." (Raastad et al., 2010, p. 227)

For å kunne utvikle kraft hurtig bør vi også være sterke sammenliknet med egen kroppsvekt (relativ styrke). God spenst krever også sterke og eksplosive muskler i strekkapparatene i beina. En god spenst vil kunne gi fordeler i fotball for å hoppe høyt og vinne hodedueller, eller for en keepers feltarbeid eller redninger han må slenge seg (Dreier, Morisbak, & Skarsfjord, 2009). I tillegg ser vi en nær sammenheng mellom spenst, styrke og hurtighet, og at mange av de spillerne som hopper høyest også er hurtigst (Raastad et al., 2010; Wisloff et al., 2004).

3.3.1 Muskelfibertype og fysiologiske forutsetninger

Sammenhengen mellom kraft og forkortningshastighet beskrives som *Hillkurven*. Den viser at ved høyere kontraksjonshastighet vil kraften som produseres avta. Dette kan sammenliknes med giret på en sykkel. Når vi øker giret på sykkelen kan vi skape mer kraft og vi kan oppnå høyere fart på sykkelen. Hillkurven illustreres i Figur 3 (Gjerset et al., 2012).



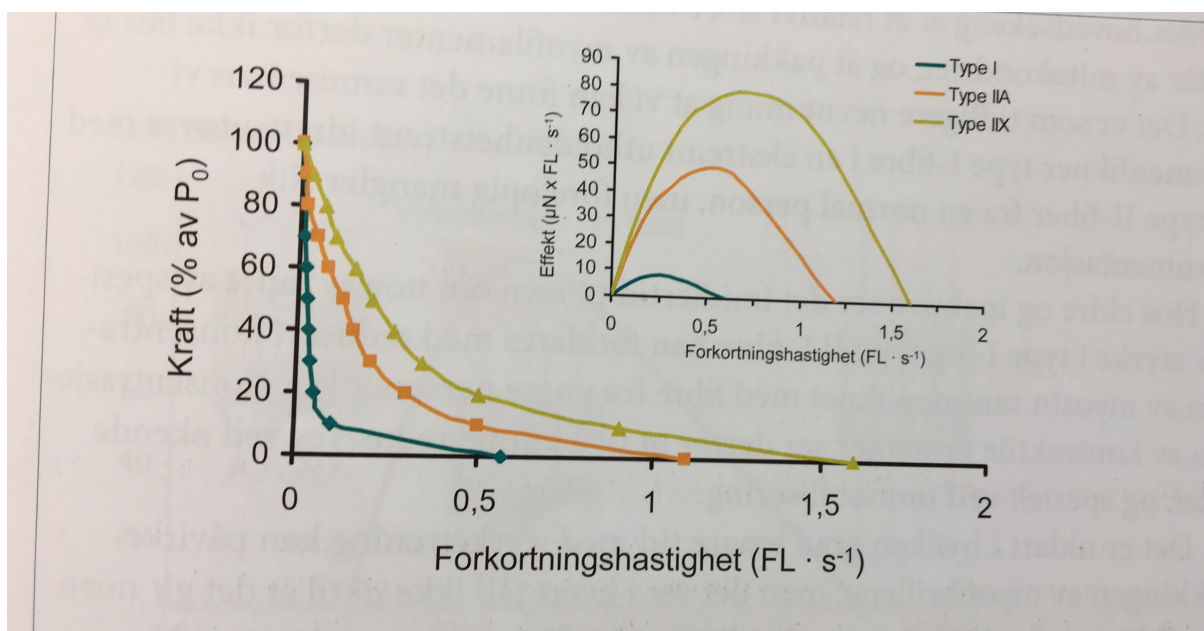
Figur 3: Hillkurven: forholdet mellom forkortningshastigheten til en muskel og kraften muskelen utvikler (Gjerset et al., 2012).

Hillkurven viser kraftproduksjon, men også at muskelen kan utvikle størst kraft når muskelen forlenges (eksentrisk muskellarbeid). I et arbeid uten ytre belastning, som en sprint eller i ett hopp, vil et eksentrisk muskellarbeid kunne skape mer kraft enn et konsentrisk muskellarbeid. En klarer å holde igjen en større kraft eksentrisk enn konsentrisk – en plass mellom 20 og 50% mer (Norrbrand, Pozzo, & Tesch, 2010; Petré et al., 2018).

”Han er født rask”

Et uttrykk vi alle har hørt, men stemmer det, og har det noe å si for prestasjonen til en fotballspiller? Sammensetningen av muskelfibertyper er til dels forhåndsbestemt av genetik. Gjennom arv gjøres en fordeling av de forskjellige muskelfibertypene. Noen typer er mer fordelaktig enn andre, særlig hva angår hurtighet og spenst (Haugland & Mathisen, 2003).

Vi har 3 typer muskelfibertyper. Type 1, type 2A og type 2X. Type 2 fibre er hurtigere enn type 1, selv om type 1 er mer utholdende. De raske muskelfibrene gir bedre forutsetning for å utvikle stor kraft på kort tid. Type 2A fibre er omtrent dobbelt så raske som type 1, mens type 2X er 3-4 ganger raskere (Raastad et al., 2010). På bakgrunn av at effekt (w) er kraft* hastighet i et muskelarbeid, vil en muskel med stor andel av raske type 2x muskelfibre skape større effekt (w) enn en muskel med type 1, selv om muskelstyrken og tverrsnittsarealet til muskelen er den samme. Derfor vil spillere med stor andel type 2 muskelfibre, ofte ha en spenst- og hurtighetsfordel sammenliknet med spillere med høy andel type 1 (Raastad et al., 2010).



Figur 4: Sammenhengen mellom kraft og forkortningshastighet ved maksimal aktivering på tvers av muskelfibertyper. Forkortningshastighet er vist som antall fiberlengder per sekund (Raastad et al., 2010). Grønn: Type 2X. Orange: type 2A. Blå: Type 1.

3.4 Muskelbruk

De mest sentrale musklene vi bruker i en sprint er: forsiden av låret/knestrekkerne eller Quadriceps (musculus (m.) rectus femoris, m. vastus lateralis, m. vastus intermedius, m. vastus medialis) og ankelstrekkerne (m. gastrocnemius og soleus). De jobber eksentrisk for å bremse trykket og motvirke tyngdekraften og deretter hurtig konsentrisk i neste fase (Raastad et al., 2010).

Bakside lår/hamstringsmuskulaturen (m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus) jobber både som en hofteekstensor og som en knefleksor i en sprint. Den viktigste oppgaven til hamstringsmuskulaturen er å trekke tilbake frampendlingen av leggen ved en kraftig eksentrisk kontraksjon. Det er som regel i denne fasen at hurtige fotballspillere pådrar seg strekk i hamstringen (Rey et al., 2016; Sebelien, Maher, & Xianggui, 2014).

Også den store setemuskelen (m. gluteus maximus) arbeider i en sprint. Den jobber som en hoftestrekker. I et hopp jobber de samme musklene som i en sprint, som en fjær (plyometrisk), gjennom å utnytte strekkrefleksen. Det vil si at musklene går direkte fra en eksentrisk til en konsentrisk fase (Gjerset et al., 2012; Raastad et al., 2010).

3.5 Styrke

Muskelstyrke deles inn i tre kategorier: maksimal styrke, eksplosiv styrke og muskulær utholdenhet. I fotball trenger vi maksimal styrke for å hoppe høyt, løpe hurtig og vinne hodedueller. I tillegg vil god maksimal styrke hjelpe til å vinne kroppsdueller. Eksplosiv styrke hjelper for å utvikle stor kraft hurtig for eksempel i et skudd eller i starten av en sprint. Muskulær utholdenhet trengs for å gjennomføre eksplosive aksjoner gjennom en hel fotballkamp (90 min) (Dreier et al., 2009; Hallén et al., 2008). Selv om hastigheten i bevegelsen gjennomføres sakte ved maksimal styrketrening, virker det som maksimal styrketrening kan øke hastigheten i bevegelser uten ytre motstand. Styrketrening med ”Maksimal intensjonelle kontraksjoner” (Maximum voluntary contraction) har vist seg å være en treningsmetode som kan øke prestasjonene i eksplosive bevegelser. Det å forsøke å gjøre repetisjonene så hurtig som mulig i den konsentriske fasen med maksimal belastning virker viktigere enn selve hastigheten på bevegelsen, selv om bevegelseshastigheten er lav (D. G. Behm & D. G. Sale, 1993). Denne teorien samsvarer med Newtons 2. Lov om at kraft = masse*akselerasjon ($f = m \cdot a$) (Raastad et al., 2010).

”Hvis målet med styrketrening er å bedre spensten og akselerasjonsevnen, er det viktig med maksimal mobilisering i den konsentriske fasen av bevegelsen, slik at aktiveringen av muskulaturen optimaliseres mot hurtig kraftproduksjon” (Raastad et al., 2010, p. 233).

En økning i muskelstyrken forklares oftest gjennom enten hypertrofi (muskelvekst) eller nevralt tilpasninger. Selv om en økning i muskelmasse er viktig for muskelstyrken trenger det nødvendigvis ikke å være gunstig for idrettsutøvere å øke muskelmassen. Større muskelvekst fører også som regel til en økning i kroppsvekt som gjør at utøverne må flytte på mer kroppsmasse (Raastad et al., 2010). Styrkeøkning gjennom nevralt tilpasninger handler om å øke muskelstyrken uten å øke kroppsvekten. Det er en beskrivelse på faktorer som bestemmer styrkeøkning uten hypertrofi, altså samspillet mellom nervesystemet og muskelsystemet med blant annet: økt nervesignal, rekruttering av motoriske enheter, reflekspotensial, forbedring i ledningshastighet i nervesystemet, aktivering av de sterkeste muskelfibrene og synkronisering av muskler (D. Behm & D. Sale, 1993; Gjerset et al., 2012).

3.6 Maksimal styrketrening

For å utvikle den maksimale styrken best bør en ha tung belastning, få repetisjoner (reps) og ha lange pauser. Personer som ikke har erfaring med styrketrening bør trene med en belastning på 70-85% av 1 repetisjon maksimum (1RM) (den tyngste vekt en person klarer å gjennomføre 1 repetisjon med), og trente personer bør trene fra 80% til sin 1RM styrke. Utrente personer kan ligge på et høyere antall reps (4-8) for å få økning enn trente personer som bør ligge fra 1-5 reps. Pauser mellom sett når man driver med maksimal styrketrening bør være minimum 3 minutter. For å bli sterkere bør treningsfrekvensen per muskelgruppe ligge på 2-3 økter i uka, mens det viser seg å være nok med 1 økt i uka for å vedlikeholde styrken. Flere studier på nybegynnere med styrketrening viser til en økning i 1RM på 25-40% i løpet av en 7-8 ukers treningsperiode med 2-3 styrkeøkter i uka (Raastad et al., 2010).

For å trene de musklene vi bruker i en sprint og i et hopp er øvelsesutvalget stort, og særlig knebøy regnes som en gunstig og funksjonell øvelse for å trene styrken i beina. I flere kontrollerte studier brukes "half squat" (90° vinkel i kneleddet) som et substitutt til vanlige knebøy for å øke beinstyrken. Øvelsen virker ofte gunstig basert på at det ikke stilles like store krav til teknikk og bevegelighet som i vanlig knebøy, og forsøkspersonene trenger derfor mindre tid til å tilpasse seg øvelsen (Helgerud et al., 2011; Raastad et al., 2010; Wisloff et al., 2004).

Flere forsøk er gjort på hvilken knebøydybde som er mest gunstig for idrettsutøvere. Mye tyder på at det ikke er like viktig å være sterk i den dype fasen i knebøy for å drive idretter som fotball, fordi spillerne sjeldent arbeider i slike stillinger. I en undersøkelse av idrettsutøvere (n=38) så forskerne på forskjellene mellom tre forskjellige dybder: 60-40° i kneleddet, 70-100° grader og dypere enn 100° i kneleddet. Alle dybdene hadde god styrkeeffekt, men de fant ut at knebøy med en dybde på 60-40° i kneleddet (ofte kalt Quarter Squats) hadde størst forbedringer i både styrke, hurtighet og spenst. Knebøy med 70-100° viste seg mer effektivt for å forbedre styrke, hurtighet og spenst, enn knebøy med mer enn 100° (Rhea et al., 2016) (Helgerud et al., 2011).

Øvelser som Nordic Hamstring, er en funksjonell øvelse for å trene baksiden av låret og er ofte inkludert i styrketreningsprogram for å opprettholde styrkeforholdet mellom fram- og bakside av lårmuskulaturen (Q-faktor) og den er ansett som svært viktig i et skadeforebyggende perspektiv for fotballspillere (Raastad et al., 2010; Sebelien et al., 2014).

3.7 Eksentrisk styrketrening

Eksentrisk trening kan være effektivt for å utvikle styrken. Musklene i kroppen kan produsere mellom 20 og 50% mer kraft i den eksentriske fasen sammenlignet med den konsentriske fasen. Det er flere måter å trene eksentrisk styrketrening på. En stadig mer populær treningsmåte som har vist seg effektiv for å øke styrken på er Flywheel-trening/svinghjultrening (FT). Populariteten til FT i fotballen virker å være økende, og flere kjente lag som Real Madrid, Arsenal og Chelsea bruker FT i den ukentlige treningen sin (Exxentric, 2019). FT består av ett eller flere svinghjul som er koblet til en roterende aksel. Ved å trekke i et bånd som er festet i akselen, begynner svinghjulet å rotere. I det man drar i båndet vil den konsentriske bevegelsen overføre kinetisk energi til svinghjulet. Når båndet dras helt ut, vil svinghjulet snurre båndet på akselen igjen, og kreve eksentrisk muskelarbeid for å redusere energien på tur ned. FT gjør at du kan oppnå *supramaksimal eksentrisk belastning*. Det vil si at hvis du tar i maksimalt i den konsentriske fasen, vil du bli dratt ned med så stor kraft at du ikke direkte klarer å stoppe bevegelsen eksentrisk – og du vil kunne få større belastning eksentrisk enn konsentrisk. Jo mer energi du produserer konsentrisk, jo tyngre vil det være å holde igjen eksentrisk. For å øke belastningen kan man legge til et større

eller flere svinghjul, som krever større kraft for å øke hastigheten på svinghjulets bevegelse (Petré et al., 2018).

For å trene bena med FT vil en normalt bruke en vestsele som festes til båndet. I en FT-knebøy kan skaderisikoen reduseres med at belastningen fordeles utover vesten, og man får en gunstig vektarm, dermed vil korsryggens belastning være svært liten. FT reduserer også kravene til teknikk og bevegelighet sammenliknet med en knébøy med frivekter. Den maksimale styrken ser også ut til å bli større med FT. I en oversiktsstudie over flere studier viste det seg at FT økte den maksimale styrken i knébøy gjennomsnittlig 17,3 % etter 4-10 uker med 1-3 økter i uka (Petré et al., 2018).

Med den supramaksimale eksentrisk belastningen øker også risikoen for støl muskulatur og små micromuskelskader (Ratamess et al., 2009). Dette kan øke risikoen for skader, og det kan kreve lengre restitusjonstid, noe som kan gå på bekostning av annen trening (Tøien, Pedersen Haglo, Unhjem, Hoff, & Wang, 2018).

3.8 Sammenhengen mellom styrke, spenst og hurtighet for fotballspillere

Til tross for noen få unntak, er det en klar enighet om at en styrkeøkning i beina fører til en økning i hurtighet og spenst (Chelly et al., 2009; Comfort et al., 2014; McBride et al., 2009; Wisloff et al., 2004).

I en studie av Rosenborgs A-lag (n=17) så forskerne på sammenhengen mellom spillernes maksimale styrke, spenst og hurtighet. Undersøkelsen ble gjennomført på 2 testdager med 3 dagers mellomrom. På dag 1 ble spillerne testet i en Counter Movement Jump Test (CMJ) på en kraftplattform og den maksimale beinstyrken i 1RM knébøy (90° i kneleddet).

Hurtighetstesten ble gjort på dag 2 med en 10- og 20 metertest med fotoceller. Forskerne fant ut at de spillerne som løftet flest kg i knébøy også var hurtigere og mer spenstige enn de svakere (Wisloff et al., 2004). En tilnærmet lik studie ble gjennomført av amerikanske fotballspillere på høgskolenivå. Spillerne(n=17) ble også her testet i hurtighet, men med en 3-punkts startstilling, hvor FP startet i det tommelen ble løst fra en touchpad. Styrken ble testet

med en knebøy (70 grader i kneleddet). De sterkeste spillerne var også her signifikant raskere enn de svakeste på 10 meter (McBride et al., 2009).

Det er også gjort flere studier som ser hvordan hurtigheten og spensten kan endres etter en treningsintervensjon med maksimal styrketrening. I en undersøkelse av profesjonelle fotballspillere (n=21) som nylig hadde spilt Champions League, så forskerne på hvilken endring et styrkeprogram på 8 uker hadde på hurtighet og spenst. Spillerne gjennomførte Half Squat to økter i uka med 4 repetisjoner og 4 sett. Etter treningsperioden hadde spillerne økt med 51% i den maksimale styrken, 0,06 sekunder nedgang i gjennomsnitt på 10 meter og 3 cm i spenst (CMJ) (Helgerud et al., 2011).

I en studie (n=35) så forskerne på hva som var mest effektivt for fotballspillere av å trene bare maksimal styrketrening eller å kombinere maksimal styrketrening med hurtighetstrening. Begge gruppene økte den maksimale styrken, men gruppen som trente kombinert hadde signifikant større forbedringer i hurtighet og spenst (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaikovou, & Patikas, 2005).

Det virker å være gunstigere for fotballspillere å trene maksimal styrketrening (ofte med 3-5 sett og 3-6 repetisjoner på over 85% av 1RM) sammenliknet med tradisjonell hypertrofitrening (3-5 sett med 8-12 repetisjoner på 70-80% av 1RM). Maksimal styrketrening viser til en større økning i 1RM, hurtighet og spenst. Noe av denne økningen kan være økningen i kroppsmasse gjennom hypertrofitrening, som kan gå ut over den relative styrken (Heggelund, Fimland, Helgerud, & Hoff, 2013).

I en annen studie av et norsk Eliteserielag (n=21) gjennomførte spillerne 7 uker med to maksimale styrkeøkter i uka. Øktene besto av Half Squat og spillerne forbedret hurtigheten med en nedgang på 0,03 sekunder på 10 meter og ble 26% sterkere i 1RM knebøy (Rønnestad et al., 2008).

Noe forskning viser at eksentrisk styrketrening også er effektiv for hurtig kraftutvikling. I en studie trente den ene gruppen (n=19) tradisjonell knebøy med 4 sett og 4 repetisjoner på 90% av 1RM, mens den andre gruppen (n=19) gjennomførte knebøy (4*4, 90% av 1RM) med maksimal overbelastning (150%) i den eksentriske fasen. I løpet av 8 uker økte gruppa som trente eksentrisk med 32% og tradisjonell knebøy med 27% i 1RM knebøy. Begge

treningsmetodene viste seg å være effektive for å øke styrke, spenst og RFD, men de fant ingen ytterligere forbedringer for gruppa som trente eksentrisk (Tøien et al., 2018).

Det er etter min viten, til tross for noen få studier, lite forskning som har sett på sammenhengen mellom flywheeltraining og styrke, spenst og hurtighet hos fotballspillere. I en treningsintervensjon med FT-trening på profesjonelle juniorfotballspillere (n=36, 18± 1 år) for å redusere skaderisikoen, fant forskerne ut at i tillegg til å redusere skader, økte spillerne sin hurtighet på 10 meter og spenst på CMJ-test. Spillerne gjorde FT-knebøy (Half Squat) i 10 uker med 6 repetisjoner og 3 til 6 sett (de Hoyo et al., 2015).

En annen studie av reservelaget (17± 0,8 år) til en italiensk Serie A klubb hvor flere av spillerne på laget også spilte for A-laget (n=3) og for U-landslag (n=8) gjennomførte spillerne flywheelknebøy i tillegg til fotball. I løpet av en sesong på 27 uker 2 ekstra FT-økter, med knébøy, ble spillerne over 10% sterkere i knébøy og de ble raskere på 40 m sprint (Suarez-Arrones et al., 2018).

Til tross for lite forskning, er det mye som tyder på at FT er en effektiv måte å forbedre hurtigheten og spensten til fotballspillere. I en metaanalyse hvor forskerne tok for seg 20 randomiserte kontrollerte studier på idrettsutøvere hvor alle hadde brukt FT for å se på utviklingen styrkerelaterte variabler som styrke, muskeltverrsnitt, effekt (w), spenst og hurtighet, viste FT-trening å gi signifikante forbedringer i alle variablene. FT-trening viste seg å være spesielt gunstig for å øke styrke, hurtighet og spenst (Petré et al., 2018).

Problemstillingen til denne studien er om konsentrisk styrketrening (3-5 repetisjoner, 3-4 set, >85% av 1 repetisjon maksimum (1RM)) eller konsentrisk-eksentrisk flywheeltrening, hvor begge er utført som knebøy, gir mer forbedring i hurtighet og spenst (10m sprint og CMJ-test).

Videre utarbeidet jeg følgende hypoteser på bakgrunn av teorigrunnet:

- H1 Maksimal styrketrening gjennom konsentrisk muskelarbeid i knebøy med frivekter gir en større forbedring enn konsentrisk-eksentrisk knebøy i flywheel på 10 meter sprint og CMJ.
- H2 Maksimal styrketrening gjennom konsentrisk muskelarbeid i knebøy med frivekter gir mer økning i 1RM enn konsentrisk-eksentrisk knebøy i flywheel.

4 Metode - eksperimentelt design

I dette kapitlet skal jeg presentere studiedesignet og hvordan gjennomføringen av studiet er gjort. Her skal jeg forklare hvordan jeg har samlet forsøkspersoner, gjennomført intervensjonen og hvordan testprosedyren var. Avslutningsvis i kapitlet gjøres det rede for etikk, statistiske analyser og styrkeberegning.

Hovedmålet med studien var å undersøke hvordan virkning en styrkeøkning gjennom maksimal konsentrisk- og eksentrisk styrketrening har på hurtigheten og spensten (10m sprint og CMJ-test).

Oppgaven følger en kvantitativ tilnærming som er nødvendig for å kunne si noe om kausalitet og for å kunne trekke konklusjoner. Dette er et randomisert kontrollert studie, noe som egner seg best for å undersøke effekten av et (i dette studiet to) tiltak. I et randomisert kontrollert studie blir forsøkspersonene tilfeldig valgt inn i en kontrollgruppe og en/eller flere tiltaksgrupper, i dette tilfellet to treningsgrupper og en kontrollgruppe (Laake, Olsen, & Benestad, 2008).

Et kvoteutvalg med følgende kriterier ble brukt for å finne forsøkspersoner: menn, fotballspillere på konkurransenivå 4 eller 5, skadefri. Gjennom bekjentskap kom jeg i kontakt med spillere fra 3 forskjellige lag. Spillerne virket tilnærmet homogene med en lik treningshverdag med 2 til 3 treninger i uka + treningskamp (Jacobsen, 2005; Laake et al., 2008).

4.1 Forsøkspersoner/Utvalg

49 forsøkspersoner (FP) sa ja til å delta i prosjektet (se Tabell 1). Alle FP var aktive fotballspillere under sesongoppkjøring og noen drev med styrketrening individuelt på treningssteder. For å dele gruppene med jevnt antall i hver gruppe, ble forsøkspersonene blokkrandomisert inn i tre ulike grupper gjennom en online randomiseringsgenerator (Urbaniak & Plous, 2013): En knebøygruppe (n=16), en Flywheelgruppe (n=16) og en kontrollgruppe (n=17). Av de 49 som sa ja til være med var det flere som trakk seg eller ikke møtte opp til post test. To fra både knebøygruppa og flywheelgruppa måtte trekke seg pga sykdom og skader (ingen skader skjedde gjennom styrketreningen). Syv av FP møtte ikke til post test. Dermed sto jeg til slutt igjen med 38 FP som fullførte hele prosjektet: knebøygruppa (n=13), flywheelgruppa (n=13) og kontrollgruppa (n=12).

Tabell 1: Forsøkspersoner utgangspunkt. KB = knebøygruppa. FG = Flywheelgruppa. KG = kontrollgruppa.

	KB (N=16)	FG (N=16)	KG (N=17)
ALDER (ÅR)	23,23 ± 2,13	23,08 ± 3,15	25,33 ± 2,39
VEKT (KG)	78,87 ± 11,98	78,69 ± 7,42	83,13 ± 7,06
HURTIGHET (SEKUND)	1,74 ± 0,09	1,75 ± 0,07	1,73 ± 0,04
SPENST (CM)	36,98 ± 3,98	34,38 ± 3,15	35,99 ± 3,79
STYRKE 1RM (KG)	134,62 ± 26,96	127,69 ± 21,27	137,50 ± 21,79
1RM/ KROPPSVEKT	1,71 ± 0,24	1,65 ± 0,22	1,62 ± 0,20
NIVÅ (DIVISJON)			
4. DIVISJON	13	12	10
5. DIVISJON	3	4	2

POSISJON			
KEEPER	1	2	
MIDTSTOPPER	3	4	3
SIDEBACK	2	3	4
SENTRAL MIDTBANE	4	4	5
KANT	3	3	2
SPISS	3	1	2

4.2 Tester

Datainnsamlingen ble gjennomført over 8 uker. Treningsintervensjonene varte i 6 uker og testene ble gjort i uke 1 og uke 8. All datainnsamling ble gjort over to dager på Alfheim testlab- og treningsrom i Tromsø over 2 dager hvor FP ble delt inn i fire grupper som skulle testes på fire forskjellige tidspunkt. Gruppe 1 og 2 testet på dag 1 og gruppe 3 og 4 på dag 2. FP ble testet i spenst (CMJ), hurtighet (10 meter), og knebøy (90° i kneleddet).

4.2.1 Oppvarming

Før testingen av hurtighet og spenst gjennomførte FP en 15 minutters oppvarming med løping, forskjellige typer hopp og andre øvelser (utfall, høye kneløft, spark opp bak, spark og pendeløvelser) FP var kjent med fra fotballtreninger. Oppvarmingen ble gjennomført med økende intensitet og ble avsluttet med stigningsløp med opp til 90% av full spurt.

4.2.2 Hurtighet – 10 meter

Hurtighetstesten var en 10 meter sprinttest på en kunstgressmatte inne på testlaben. Målingene ble gjort med 5 meter splitt fotoceller (ATU-X, IC control AB, Stockholm, Sweden) som var fastmontert på bakken og i veggen med laser mot en refleks. Tidene ble målt da laserlinjen ble brutt. Underlaget besto av kunstgress. Fotocellene måler tiden en deltaker bruker fra 0 til 10 meter. En tape ble festet 30 cm bak start. Første fotocelle på 0 meter var plassert 20 cm over bakken slik at armene ikke bryter laseren før frasparket. Fotocellen på 10 meter var 60cm over bakken.

FP ble instruert i å bruke samme joggesko og lette treningsklær, på pre- og post test. Hver deltaker gjennomførte 3 godkjente tester. Pausene mellom forsøkene var på 3 minutter. En ugyldig test ga nytt forsøk. I startfasen måtte fremre fot være nøyaktig plassert rett bak tapen 30cm bak start. Bakerste fot måtte passere startlinjen først. Kroppen måtte være rettet løpsretningen og være i ro før frasparket med bakerste fot. Ugyldige tester var som regel at fremre fot ble dratt tilbake før frasparket istedenfor å sparke i fra med bakerste fot, eller at FP vugget med kroppen. Hvis det siste forsøket var det raskeste, fikk deltakeren prøve på nytt. Visuell illustrasjon av oppsettet til 10 metertesten vises i vedlegg 4, 5 og 6.

4.2.3 Spenst - CMJ

Etter hurtighetstesten gjennomførte FP en Counter Movement Jump test (CMJ-test) på kraftplattform (HUR Labs Force Platform – ALU4 2003, Finland). Plattformen ble koblet opp til en PC med programvaren til HUR Labs, som målte av resultater av testen. Først blir deltakerens kroppsvekt målt, før plattformen måler kraften i satsen og på bakgrunn av den regner ut deltakerens spenst i cm.

Testprosedyren var å stå med beina i skulderbreddeavstand på kraftplattformen med henda på hoftene, svikte ca. 90° i kneleddet (valgfritt hvor dypt) og hoppe med full kraft og prøve å lande på samme plass som en satset fra. Et ugyldig hopp ga et nytt forsøk. Softwaren ga direkte tilbakemelding om hoppet var gyldig. En vanlig feil var å løfte helen før svikten i kneleddet. En slik feil kom direkte opp på skjermen. Alle fikk tre forsøk, men hvis det siste hoppet var høyest fikk de et nytt. Bilder av CMJ-testen vises i vedlegg 7 og 8.

4.2.4 Styrke – knebøy

Styrken ble testet med en 1RM test i knebøy (90° i kneleddet). Testingen ble gjort med standard olympisk stang med frivekter (Eleiko, Sverige). FP måtte svikte i knærne til kneleddet hadde en vinkel på 90° før de kunne reise seg igjen. Et goniometer ble brukt for å måle vinkel i kneleddet (digitalt (se Vedlegg 11 og Figur 5) og fysisk). FP startet med sett med lette vekter og 8-10 repetisjoner, før de gradvis økte til tyngre vekter og færre repetisjoner. Deretter løftet de 1 repetisjon med økende vekt (10kg) og pauser på 3-5 min mellom forsøkene. I det FP ikke klarte å reise seg med vekta, hadde de funnet sin 1RM. Det tyngste godkjente løftet ble da tellende. 1RM ble som regel funnet etter 3-6 forsøk. Visuell illustrasjon av knebøyttest og knebøytrening vises i vedlegg 9, 10 og 11.



Figur 5: Goniometer for å måle vinkel i kneleddet.

4.3 Treningsprogram

I uke 2 startet treningen for de to treningsprogrammene. Begge programmene varte over 6 uker, med 2 treningsøkter i uka hver. I løpet av treningsperioden, fortsatte alle FP som normalt med fotballtreninger med sine respektive lag. Alle øktene i prosjektet foregikk på Alfheim testlab med meg som veileder tilstede. Både knebøygruppa og Flywheelgruppa gjennomførte en generell oppvarming før hver treningsøkt. Oppvarmingen besto av 10 minutter på enten spinningssykkel eller tredemølle (dette fikk de velge selv). Deretter gjennomførte de spesifikk oppvarming innad i gruppene (knebøy: 4.3.1, Flywheel: 4.3.2).

4.3.1 Knebøy

I løpet av 6 uker skulle knebøygruppa gjennomføre 12 økter med styrketrening. Øvelsene de skulle gjøre var knebøy og Nordic Hamstring. Gjennomføringen av en knebøy med 90° i kneleddet illustreres i Figur 6.



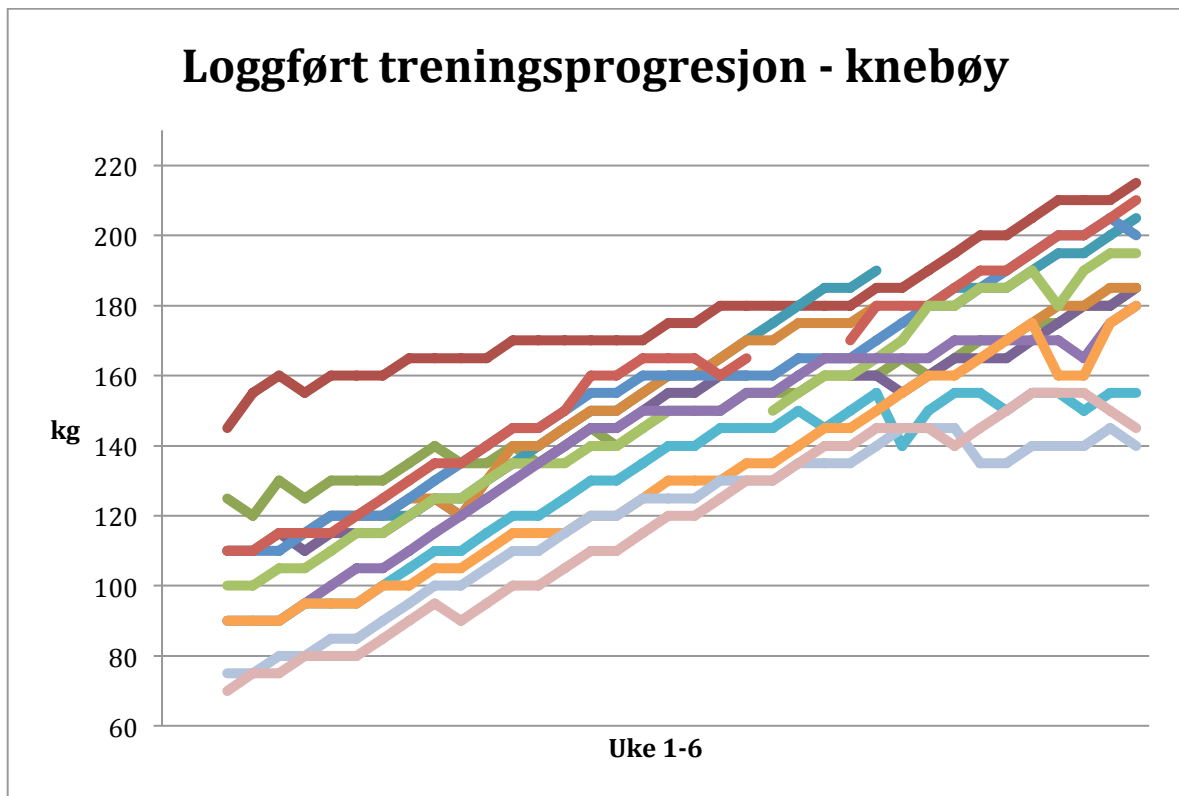
Figur 6: Illustrasjon av knebøy med omtrent 90° i kneleddet (Getstrong, 2019).

Tabell 2: Protokoll/estimert progresjonsplan for knebøytrening. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.

Uke	Repetisjoner	Sett	Estimert belastning (% av 1RM på pre test)
1	8	3	70
2	5	3	80-85
3	5	3	85-90
4	4	4	90-95
5	4	4	95-100
6	3	4	100-105

Etter den generelle oppvarminga gjennomførte knebøygruppa også en spesifikk oppvarming. Den besto av 3 sett med økende belastning i knebøy (1 sett: 8 repetisjoner på 30% av 1RM, 2: 6 reps på 50%, 3: 6 reps på 70%).

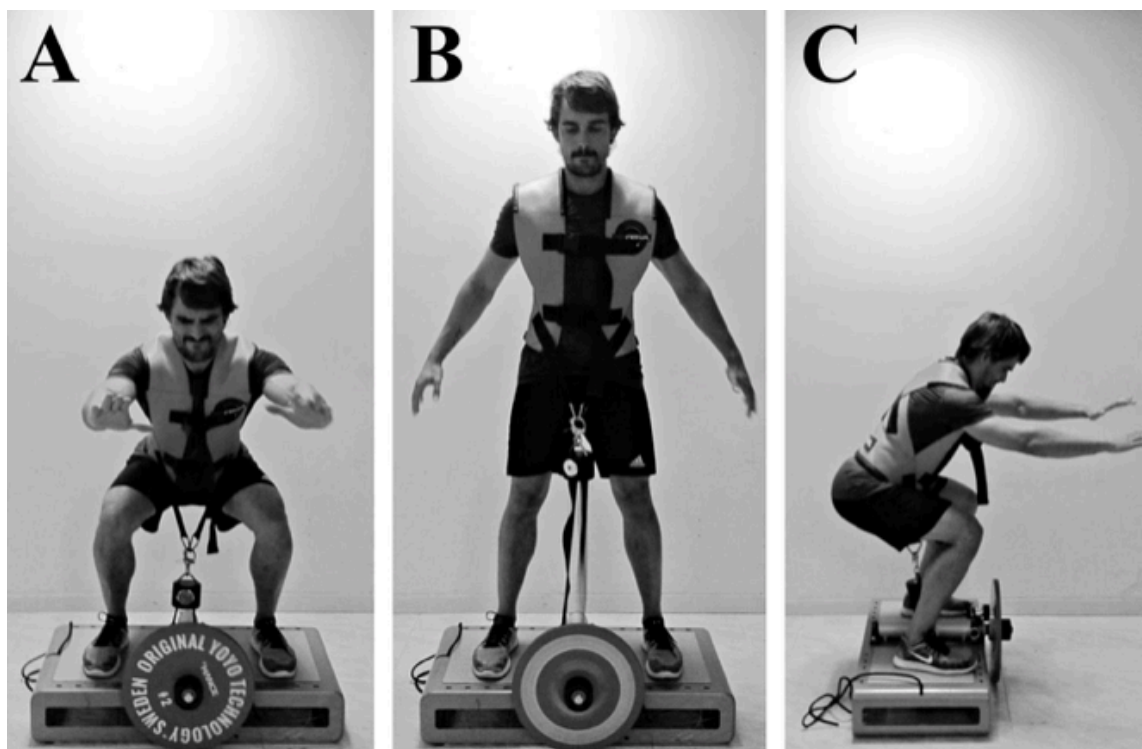
Tabell 2 viser progresjonsplanen som var lagt opp for knebøygruppa. Den første uka var fokuset å bli vant med øvelsen, og dermed ble det lagt opp til flere repetisjoner med fokus på teknikk. Fra den andre uka begynte de å løfte tungt, med en belastning på 80% av 1RM fra pre test. FP ble instruert i å øke 5 kg til neste sett hvis de klarte fem repetisjoner med riktig teknikk og dybde, uavhengig den estimerte belastningen. FP hadde 3-5 minutter pause mellom hvert sett. Jeg var som veileder opptatt av at FP gjorde øvelsen riktig og fortsatt fikk progresjon, og belastningen til hver FP ble justert individuelt. Repetisjonsnivået gikk ned mot slutten av treningsprogrammet for å tvinge stadig økning i antall kg. FP loggførte treningen i et skjema med hvor mange kilo de løftet hvert sett i løpet av treningsperioden. Loggført treningsprogresjon for knebøygruppa illustreres i Figur 7 (Se vedlegg 9, 10 og 11 for bilder av knebøytreningen).



Figur 7: Loggført treningsprogresjon for knebøygruppa. kg = antall kg løftet per sett. Fargekodete linjer = forsøkspersoner.

4.3.2 Flywheel

Flywheelgruppa skulle også gjennomføre 12 økter på 6 uker. De skulle gjøre knebøy i en Flywheelmaskin (Exxentric, YOYO Technology, Sweden), som er illustrert i Figur 8. FP brukte en vest som var festet til båndet. Båndet ble strammet og festet slik at FP hadde litt svikt i kneleddet og ikke kunne strekke knærne helt ut. Slik var det lettere for FP å finne flyten i repetisjonene og man var sikker på å at de gikk rett i den eksentriske fasen etter å ha presset seg opp konsentrisk.



Figur 8: Flywheel-knebøy. A: startstilling, B: eksplosiv konsentrisk bevegelse oppover, C: eksentrisk supramaksimal bremsefase (Illera-Domínguez et al., 2018).

Tabell 3: Progresjonsplan for Flyweeltrening. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.

Uke	Repetisjoner	Sett
1	6	3
2	6	3
3	5	3
4	5	4
5	4	4
6	4	4

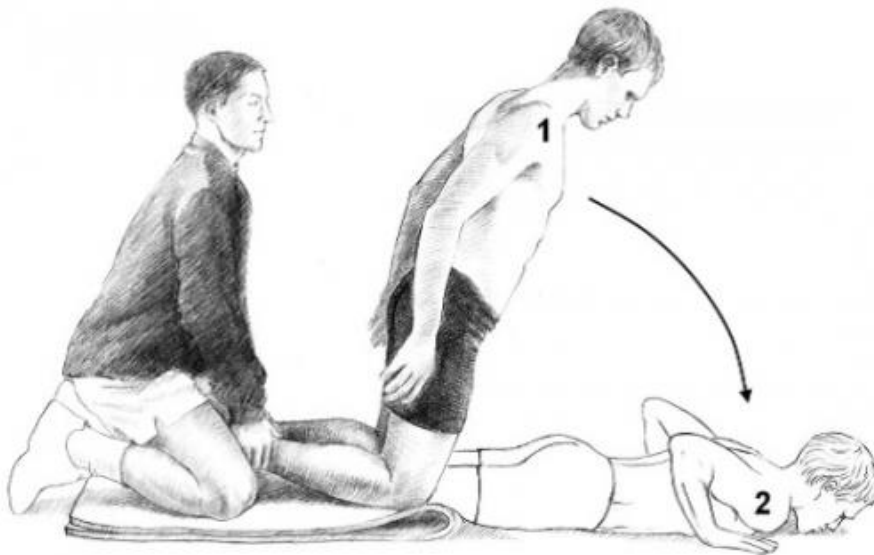
Etter den generelle oppvarmingen brukte Flywheelgruppa 1 sett med rolig belastning og fokus på teknikk som oppvarming før de gikk i gang med den maksimale styrketreninga.

Tabell 3 viser progresjonsplanen som var lagt opp for flywheelgruppa. Siden ingen i flywheelgruppa var kjent med flyweeltrening, ble de første øktene brukt til å venne seg til øvelsen og bevegelsesmønsteret. Det var derfor lagt opp til flere repetisjoner med fokus på å lære seg teknikken. Alle brukte det letteste hjulet (#1) fra start. Hvert sett startet med tre rolige repetisjoner med å bare følge bevegelsesmønsteret til en knebøy og komme i en fin flyt, før de på signal jobbet maksimalt i 6 repetisjoner. FP fikk beskjed om å jobbe så eksplosivt som mulig i den konsentriske fasen, og holde igjen i den eksentriske. FP hadde 3-5 minutter pause mellom hver sett.

Et nettbrett med en applikasjonen (BlueBrain, Finland) var koblet til hjulet. Hver repetisjon ble målt i watt i den konsentriske fasen. FP kunne se på nettbrettet hvor mange watt de produserte på hver repetisjon. Denne målingen ble brukt for å avgjøre hvordan belastning/hjul FP skulle bruke. Progresjonen ble også justert etter hvor mye watt som ble produsert. Hvis en forsøksperson klarte å produsere mer watt enn 4 watt pr kg kroppsvekt i gjennomsnitt på alle repetisjonene i et sett, gikk han over til #2 hjul neste gang. Større tall på hjulet betyr at det er tyngre å produsere watt. Progresjonen var også slik at hvis han klarte 4 ganger kroppsvekt på #2, skulle han øke til #3. Flere av FP brukte #4 på de siste ukene. FP hadde et skjema hvor de fylte inn hvor mye watt de løftet i snitt hvert sett og hvilket hjul de hadde brukt (se bilder av FT i vedlegg: 12 og 13).

4.3.3 Nordic Hamstring

Begge treningsgruppene gjennomførte også Nordic Hamstring som en del av treningsopplegget. Riktig utførelse av Nordic Hamstring illustreres i Figur 9. De fleste i treningsgruppene hadde lite eller ingen erfaring med øvelsen. Det ble lagt en stor progresjonsplan i antall repetisjoner og sett fra uke 1 til uke 6 vist i Tabell 4. FP hadde 3-5 minutter pause mellom settene. Ikke alle klarte å gjennomføre progresjonsplanen, og noen FP måtte justere belastningen individuelt for å enten ta flere eller færre repetisjoner.



Figur 9: Nordic Hamstring. 1: startstilling. 2: sluttstilling (Durber, 2014).

Tabell 4: Protokoll/progresjonsplan for Nordic Hamstring. Treningen ble gjennomført to ganger pr uke.

Uke	Repetisjoner	Sett
1	4	3
2	5	3
3	6	3
4	6	4

5	8	3
6	10	3

4.4 Reliabilitet og validitet

All kvantitativ forskning formes gjennom et representativt utvalg av en populasjon, som vi ønsker å generalisere innenfor. For å kunne generalisere må visse krav være på plass:

Reliabilitet betyr pålitelighet. En undersøkelse av oppgavens reliabilitet vil være å se om dataene er reliable, og om undersøkelsen er til å stole på. Hvis forskningen er gjort reliabelt vil en kunne gjøre det samme arbeidet og få samme resultat. I praksis vil dette bety at hvis en annen idrettsforsker gjør den samme undersøkelsen jeg har gjort, med identiske metoder, vil forskeren komme fram til samme resultat som meg (Laake et al., 2008). Dette kan til en viss grad sikres gjennom å blant annet ha så like forutsetninger som mulig for pre -og posttestene. For eksempel i studien min ble testene gjort på samme dag, med samme tekniske utstyr og FP brukte samme klær og sko.

Det at testene som er brukt i oppgaven er reliable, betyr ikke nødvendigvis at de måler det de er ment til å måle, altså validiteten (gyldigheten). Validitet handler også om sammenhengen eller forskjellen vi undersøker er reel. Er det en stor avstand mellom målingene/testene som er gjort og konklusjonen, kan validiteten være svak. Vi skiller gjerne mellom ytre/ekstern validitet og indre/intern validitet. Intern validitet handler om muligheten for at svarene i forskningen kan forklares gjennom hypotesen. Det viser hvor godt man har målt det man hadde intensjon om å måle (Jacobsen, 2005).

Ekstern validitet handler om generaliserbarhet – til hvem kan vi generalisere konklusjonene våre? Vi kan som regel ikke undersøke hele populasjonen, så derfor ønsker vi et utvalg som skal være likt hele populasjonen.

”Hvordan skal vi sikre at utvalget blir representativt? Det vi ønsker oss, er et speilbilde i miniatyr av alle enhetene.”(Jacobsen, 2005, p. 276)

Vil undersøkelsen min gjelde for alle mennesker eller bare for mannlige fotballspillere? Spørsmålet avhenger av utvalget, populasjonen og hvordan vi behandler dataene. Selv om forskningsarbeidet planlegges og analyseres, vil den eksterne validiteten uansett være avhengig av vurderinger og antakelser, og ikke av klare kriterier. Konklusjonene i en oppgave bør være klart og tydelig formulert, sånn at leserne selv kan vurdere den eksterne validiteten (Laake et al., 2008).

4.5 Etikk

Prosjektbeskrivelsen og foreslått samtykkeskjema ble sendt inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD), siden identifiserbare personopplysninger skulle samles (fødselsdato). Prosjektet var i samsvar med personvernlovgivningen og ble godkjent av NSD. Alle forsøkspersonene skrev under på et skriftlig samtykkeskjema før de deltok i studien (se vedlegg 1, 2 og 3). I Samtykkeskjemaet ble FP informert om at de når som helst kunne trekke seg fra prosjektet uten å oppgi grunn. Den samme informasjon ble også gitt muntlig. Gjennomføringen av prosjektet ble gjort i overenstemmelse med Helsindeklarasjonen om forskning på mennesker.

4.6 Statistikk

Alle data ble analysert ved hjelp av Statistical Package for Social Sciences (SPSS) (Spss, 2011). For å undersøke om dataene fulgte normalfordeling gjorde jeg Shapiro-Wilk tester i SPSS; alle data, utenom endring i spenst i FG gruppa og endring i styrke, relativ styrke og hurtighet i kontrollgruppa var ikke normalfordelt, ble bekreftet for å følge normalfordeling. I knebøygruppa var alle endringsverdiene normalfordelt. Etter visuell inspeksjon av histogram og Q-Q plot ble alle variabler ansett som normalfordelt. Paret T-tester ble brukt for å undersøke forskjellene fra pre- til post test i 10 meter sprint, CMJ cm, 1RM kg knebøy og 1RM kg knebøy fordelt på kroppsvekt (1RM kg/kg kroppsvekt). En toveis univariat variansanalyse (ANOVA) ble brukt til å undersøke om det er en forskjell i endring (post test – pre test) mellom gruppene FG, knebøy og kontroll. Post-hoc tester med Bonferoni-korreksjon ble brukt for å sammenlikne to og to grupper separat (Laake et al., 2008). Før jeg kunne gå i

gang med datainnsamlingen måtte jeg gjøre en styrkeberegning for å anslå hvor mange deltakere jeg trengte for å trekke holdbare konklusjoner om effekt.

Først anslo jeg den kliniske relevante forskjellen for å kunne si noe om effekt. I en pilotstudie (Furøy & Nilsen, 2017) viste det seg at maksimal styrketrening i beinpress (3-5 repetisjoner, 3-4 set, >85% 1RM) hadde en signifikant forbedring 0,0243 (standardavvik (SD):0,02149) sekund fra pre til post på 10 meter. Denne forbedringen tilsvarer omtrent 7,5 cm på 10 meter. 7,5 cm på 10 meter indikerer at skulderpartiet er foran motstanderen og kan anses som klinisk relevant forskjell i hurtighet over 10 meter. Med 80 % styrke og en alfaverdi på 0,05 estimerte jeg at det trengtes 12 deltakere i hver gruppe (Laake et al., 2008). Med en antagelse av frafall på 4 i hver gruppe estimerte jeg at jeg trengte 48 deltakere i denne studien, hvor jeg endte opp med 49 deltakere.

5 Resultat

I dette kapitlet skal jeg presentere alle funn gjort i studien. Alle pre og post test verdier for 10 meter sprint, CMJ, 1RM knebøy og 1RM relativt til kroppsvekt blir presentert som gjennomsnitt \pm Standardavvik (SD) i tabell 4. Deretter vil gruppenes pre- og post-verdier fremstilles med illustrasjon og prosentvis økning.

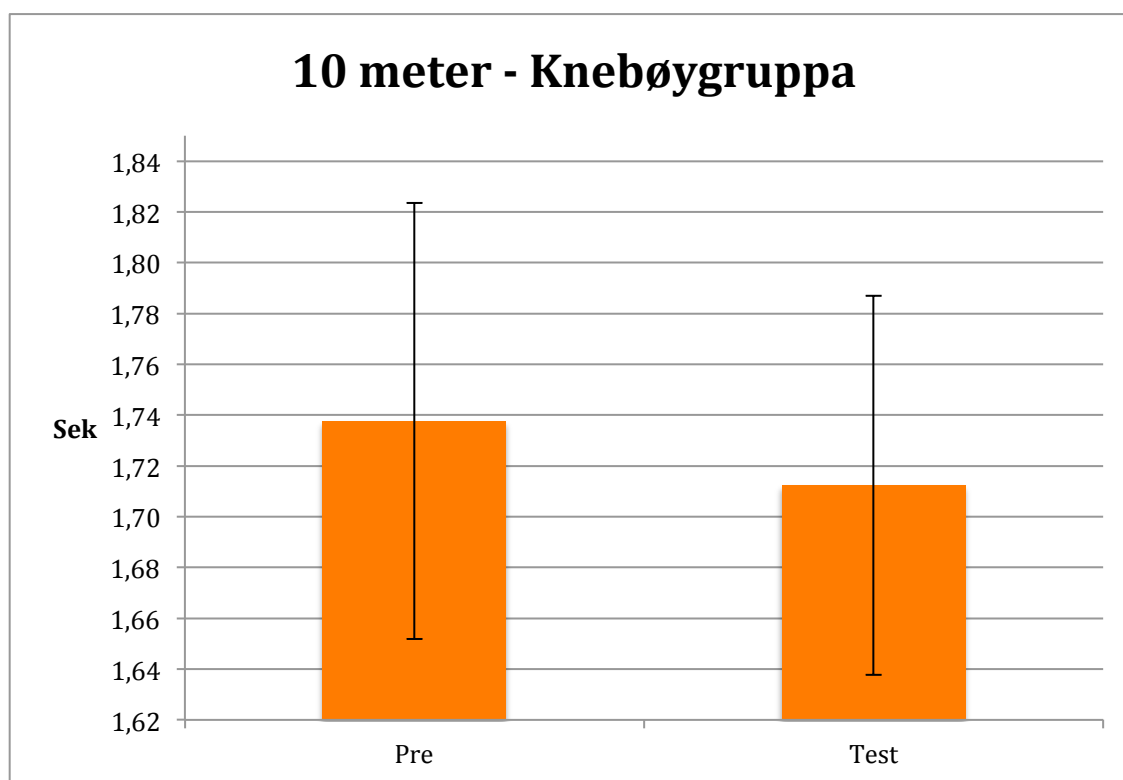
Tabell 5: Pre og post verdier (gjennomsnitt og standardavvik) for alle gruppene. KB= knebøygruppen. FG = Flywheelgruppa. KG = kontrollgruppa.

	Test	KB (n=13)	FT (n=13)	KG (n=12)
<i>Hurtighet – 10 m</i> <i>sekund</i>	Pre	1.74 \pm 0.09	1.75 \pm 0.07	1.73 \pm 0.04
	Post	1.71 \pm 0.07	1.73 \pm 0.07	1.73 \pm 0.04
<i>Spent - CMJ</i> <i>cm</i>	Pre	36.98 \pm 3.98	34.38 \pm 3.15	35.99 \pm 3.79
	Post	39.75 \pm 4.14	37.45 \pm 3.46	36.06 \pm 3.41
<i>Knebøy 1RM (90°)</i> <i>kg</i>	Pre	134,62 \pm 26,96	127,69 \pm 21,27	137,50 \pm 21,79
	Post	196,92 \pm 26,89	149,23 \pm 22,16	140,83 \pm 25,39
<i>Relativ styrke</i> <i>1RM/kroppsvekt - kg</i>	Pre	1.71 \pm 0.24	1.62 \pm 0.20	1.65 \pm 0.22
	Post	2.51 \pm 0.36	1.88 \pm 0.21	1.69 \pm 0.24

5.1 Hurtighet - 10 meter

5.1.1 10m – Knebøygruppa

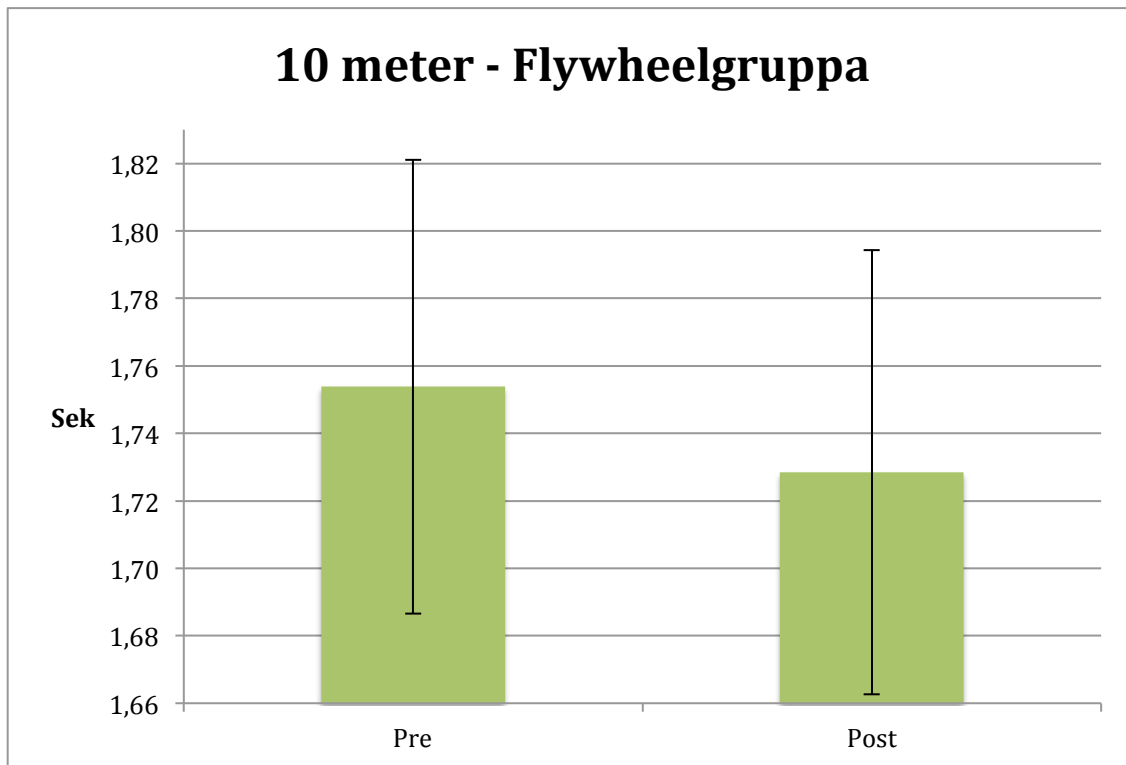
Resultatet til knebøygruppa på 10m illustreres i Figur 10. Den viser en forbedring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $1,74 \pm 0,09$ til $1,71 \pm 0,07$ sekund ($p=0.005$, prosentvis endring: $1,43 \pm 1,46\%$).



Figur 10: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for knebøygruppa. Sekund = sekunder.

5.1.2 10m – Flywheelgruppa

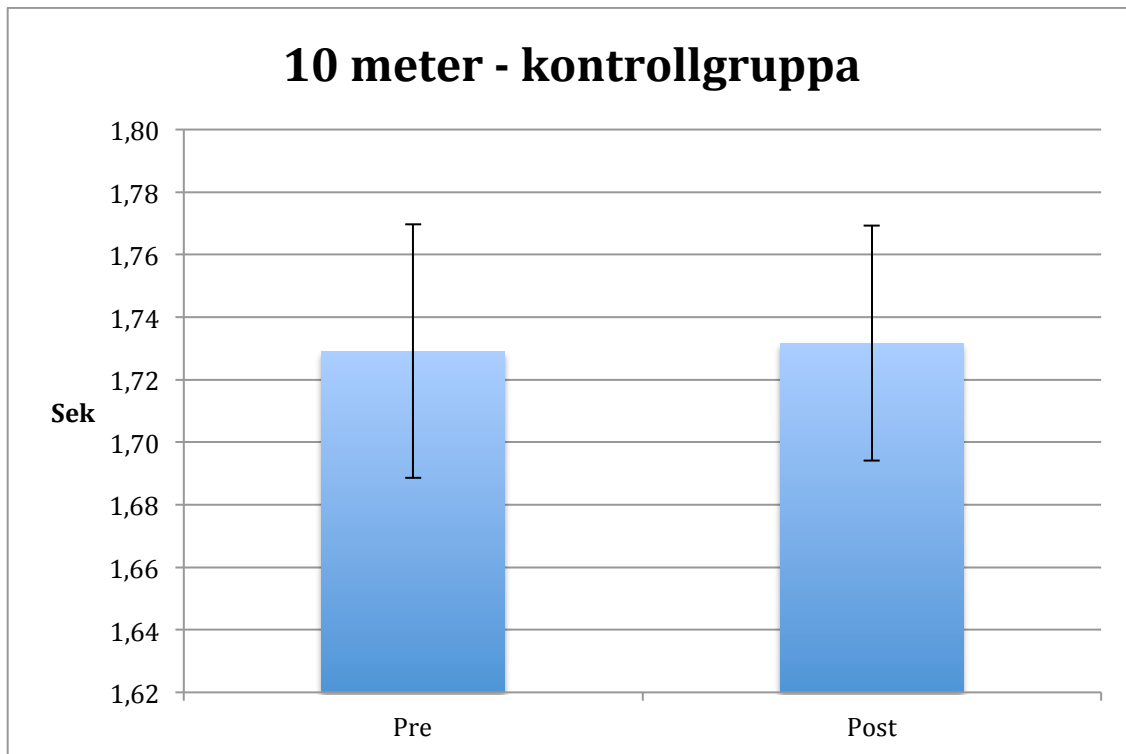
Resultatet til flywheelgruppa på 10m illustreres i Figur 11. Den viser en forbedring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $1,75 \pm 0,07$ til $1,73 \pm 0,07$ sekund ($p < 0,001$, prosentvis endring: $1,44 \pm 0,54\%$).



Figur 11: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for Flywheelgruppa. Sekund = sekunder.

5.1.3 10m - Kontrollgruppa

Resultatet til kontrollgruppa på 10m illustreres i Figur 12. Den viser ingen endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $1,73 \pm 0,04$ til $1,73 \pm 0,04$ sekund ($p=0.39$, prosentvis endring: $-0,15 \pm 0,57\%$).



Figur 12: Endring i Hurtighet (10 meter sprint) for kontrollgruppa. Sekund = sekunder.

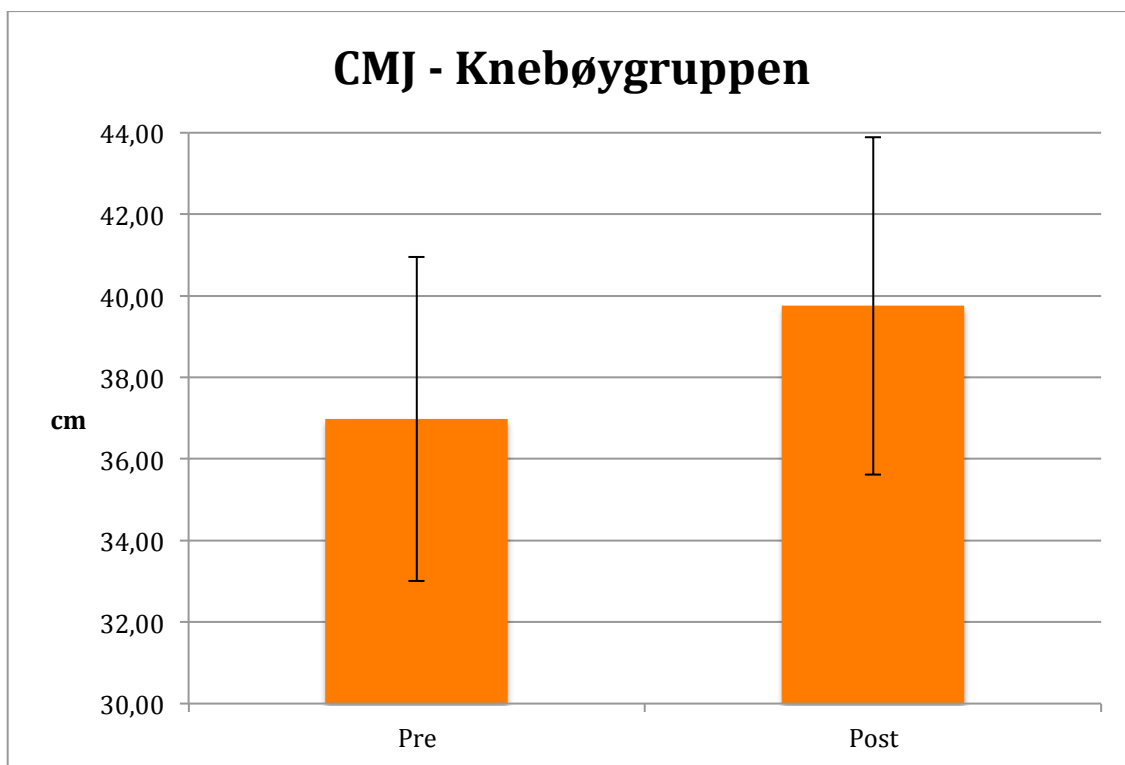
5.1.4 10m - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene

Det var en forskjell i forbedringen mellom flywheelgruppa, knebøygruppa og kontrollgruppa, hvor flywheelgruppa og knebøygruppa forbedret sin hurtighet mer enn kontrollgruppa (absolutt (s): $p<0,001$, relativ (%): $p<0.001$), men det var ingen forskjell mellom FG og knebøy (absolutt (s): $p=1,00$, relativ (%): $p<0.001$).

5.2 Spenst – CMJ

5.2.1 CMJ – knebøygruppa

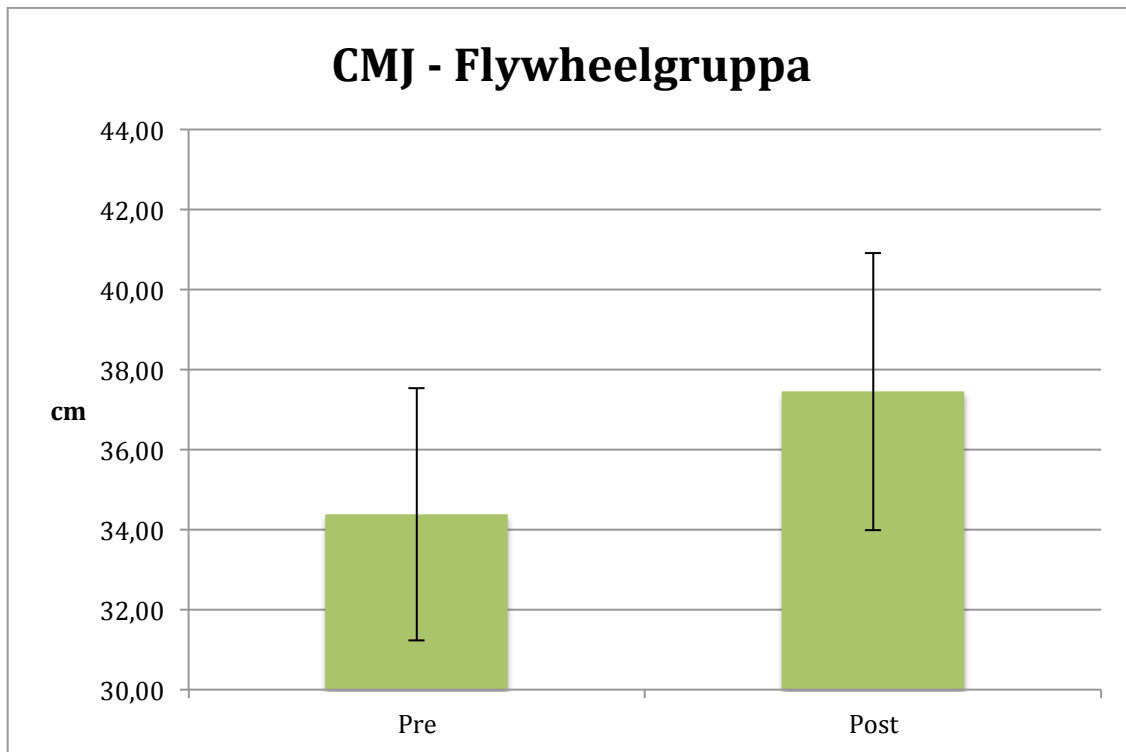
Resultatet til knebøygruppa på spensttesten CMJ illustreres i Figur 13. Den viser en forbedring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $36,98 \pm 3,98$ til $39,75 \pm 4,14$ sekund (<0.001 , prosentvis endring: $7,63 \pm 4,73\%$).



Figur 13: Endring i spenst for kontrollgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.

5.2.2 CMJ – Flywheelgruppa

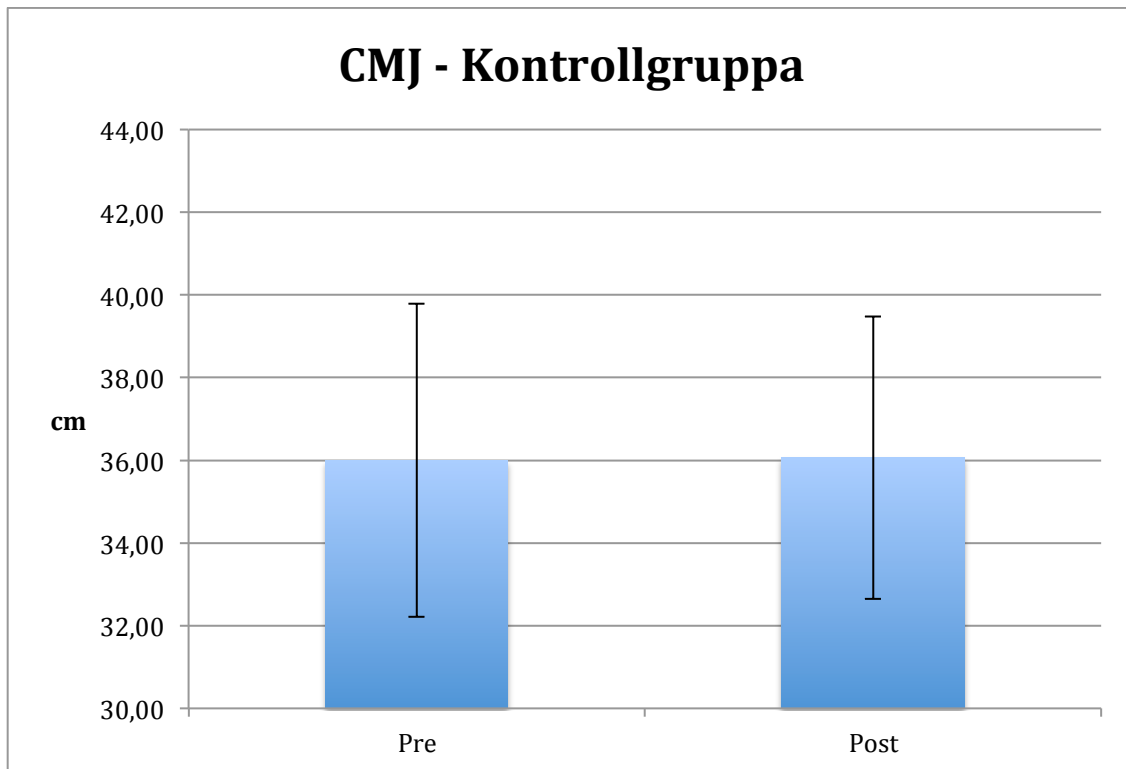
Resultatet til flywheelgruppa på spensttesten CMJ illustreres i Figur 14. Den viser en forbedring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $34,38 \pm 3,15$ til $37,45 \pm 3,46$ cm ($p < 0.001$, prosentvis endring: $9,03 \pm 5,43\%$).



Figur 14: Endring i spenst for Flywheelgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.

5.2.3 CMJ – Kontrollgruppa

Resultatet til kontrollgruppa på spensttesten CMJ illustreres i Figur 15. Den viser ingen endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $35,99 \pm 3,79$ til $36,06 \pm 3,41$ sekund ($p=0.75$, prosentvis endring: $0,29 \pm 1,83\%$).



Figur 15: Endring i spenst for kontrollgruppa. cm = centimeter. CMJ = Counter Movement Jump Test.

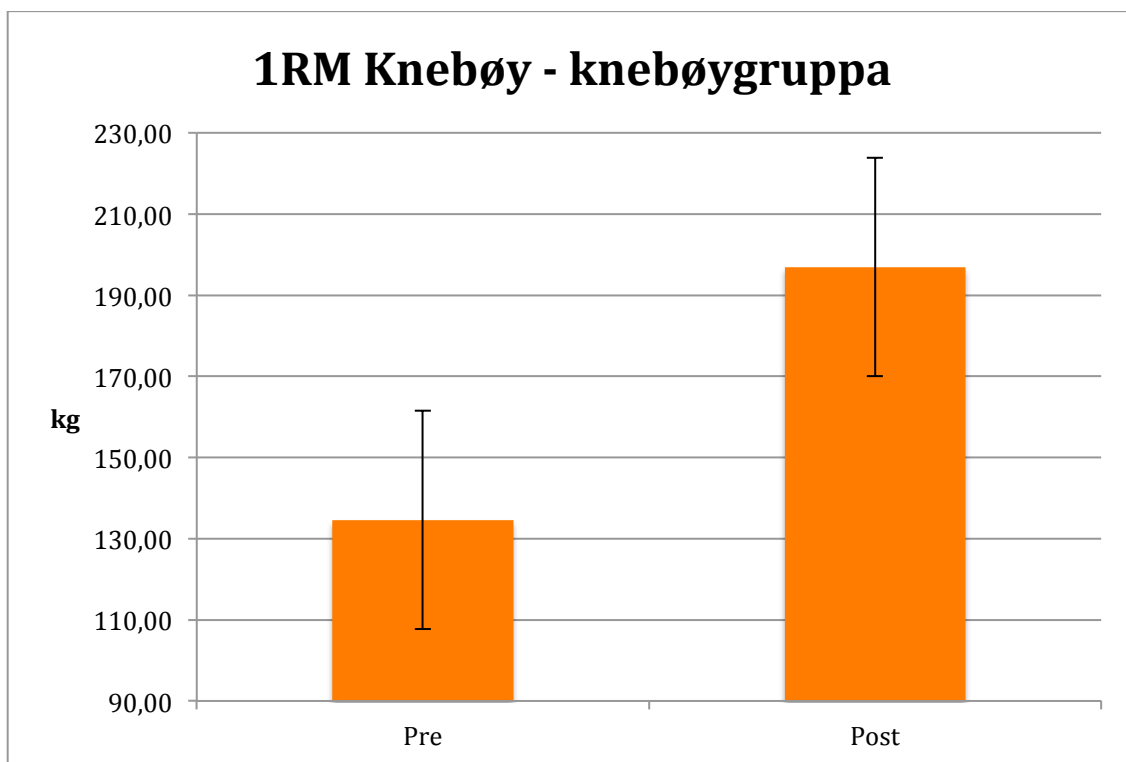
5.2.4 CMJ - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene

Det var en forskjell i forbedringen mellom Flywheelgruppa, knebøygruppen og kontrollgruppa, hvor flywheelgruppa og knebøygruppen forbedret sin spenst mer enn kontrollgruppa (absolutt (cm): $p<0,001$, relativ (%): $p<0.001$), men det var ingen forskjell mellom FT og knebøy (absolutt (cm): $p=1,00$, relativ (%): $p<0.001$).

5.3 Styrke – 1RM

5.3.1 1RM – knebøygruppa

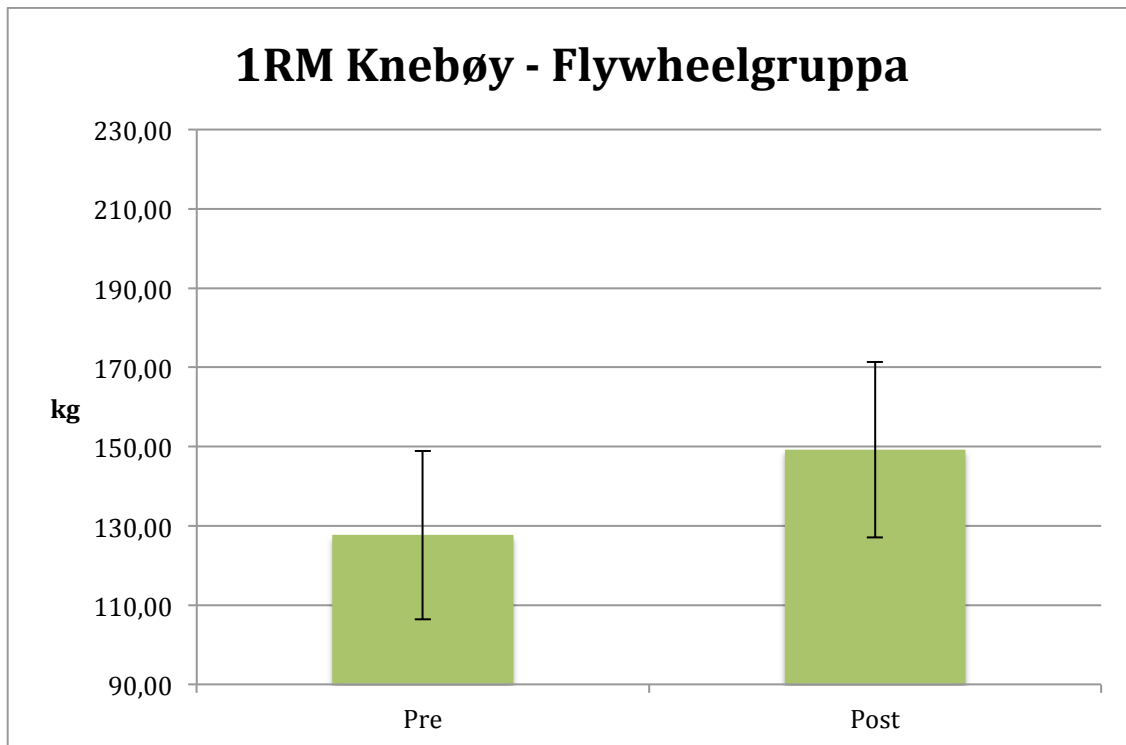
Resultatet til knebøygruppa i 1RM illustreres i Figur 16. Den viser en endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $134,64 \pm 26,96$ til $196,92 \pm 26,89$ kg ($p < 0.001$, prosentvis endring: $48,60 \pm 16,42\%$).



Figur 16: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for knebøygruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.

5.3.2 1RM – Flywheelgruppa

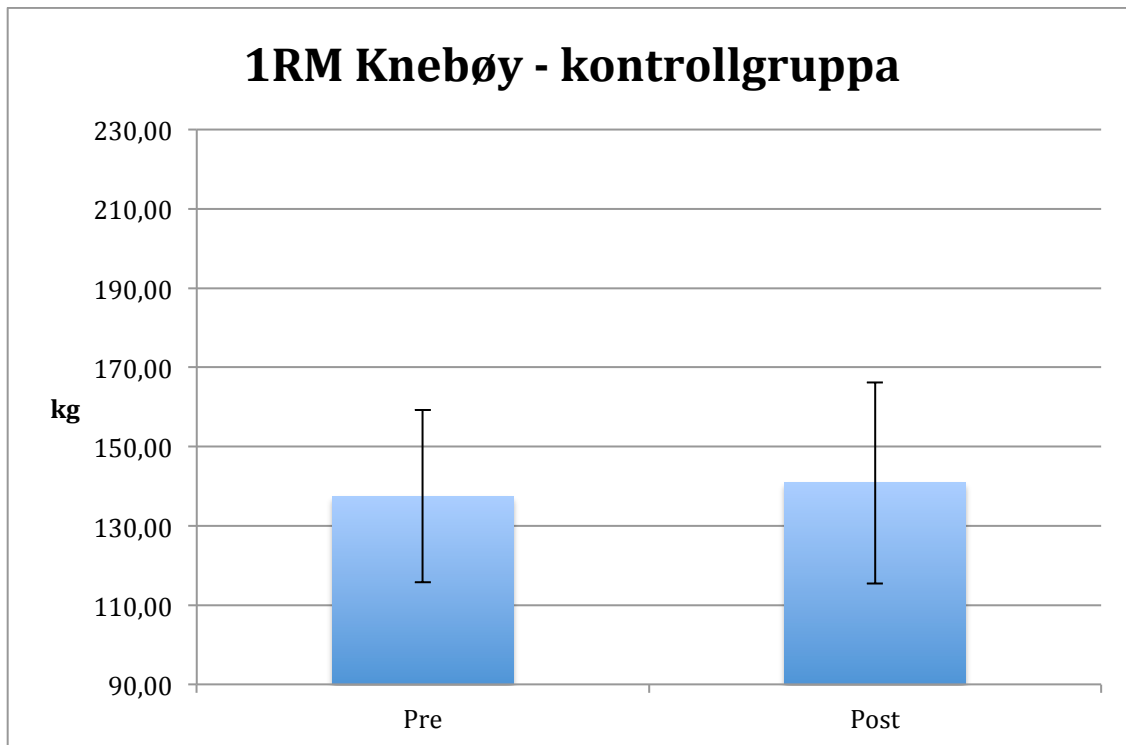
Resultatet til Flywheelgruppa i 1RM illustreres i Figur 17. Den viser en endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $127,69 \pm 21,27$ til $149,23 \pm 22,16$ kg ($p < 0.001$, prosentvis endring: $17,42 \pm 6,62\%$).



Figur 17: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for Flywheelgruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.

5.3.3 1RM – Kontrollgruppa

Resultatet til kontrollgruppa i 1RM illustreres i Figur 18. Den viser ingen endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra 137,50 \pm 21,79 til 140,83 \pm 25,39 kg ($p < 0.001$, prosentvis endring: 2,17 \pm 4,30%).



Figur 18: Endring i knebøystyrke med 90° i kneleddet for kontrollgruppa. 1RM (1repetisjon maksimum). Kg = antall kilo løftet.

5.3.4 1RM - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene

Det er en forskjell i endring i 1RM knebøy fra pre til post mellom gruppene (absolutt (kg): $p < 0,001$, relativ (%): $p < 0.001$). Knebøygruppa forbedret sin 1RM mer enn flywheelgruppa og kontrollgruppa (absolutt (kg): $p < 0,001$, relativ (%) $p < 0.001$). Flywheelgruppa forbedret seg mer enn kontrollgruppa (absolutt (kg) $p < 0.001$, relativ (%) $p = 0.003$).

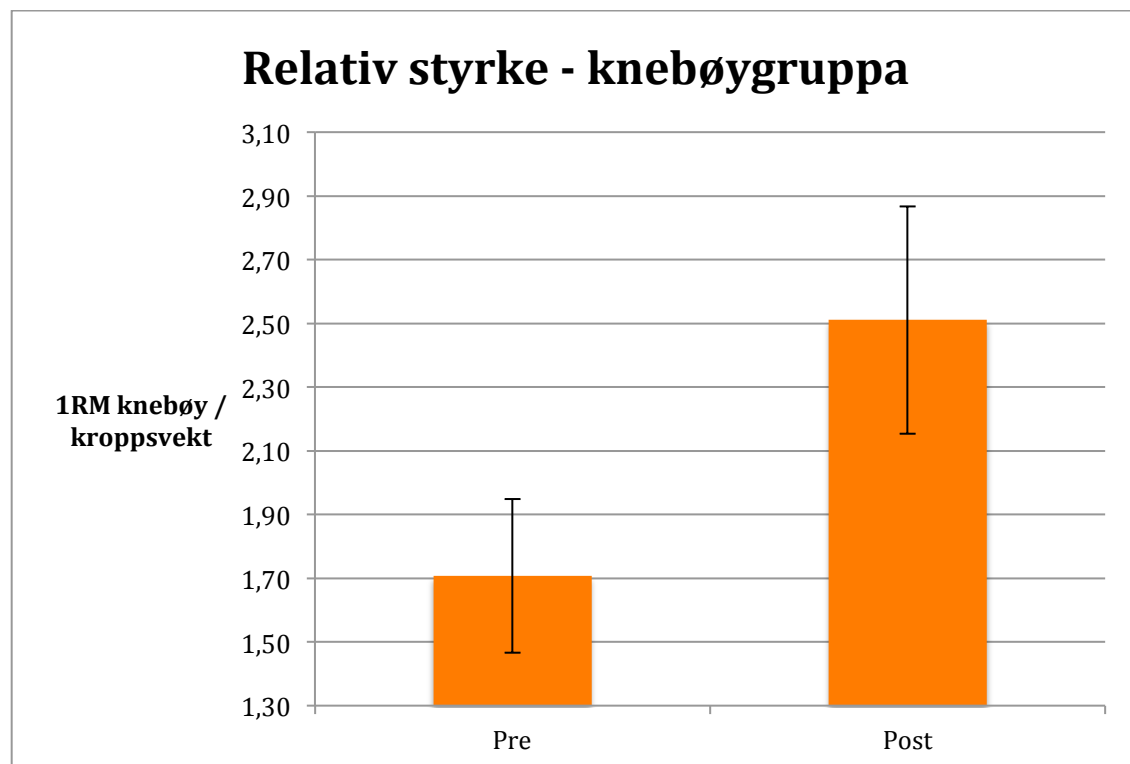
5.4 Kroppsvekt

For å kunne regne ut den relative styrken må vi finne kroppsvekten. Ingen av gruppene endret sin kroppsvekt fra pre til post test ($p > 0.10$). Som et resultat var det ingen forskjell i endringen mellom gruppene (absolutt (kg): $p = 0.49$, relativ (%): $p = 0.46$).

5.5 Relativ styrke – 1RM/kroppsvekt

5.5.1 Relativ styrke – Knebøygruppa

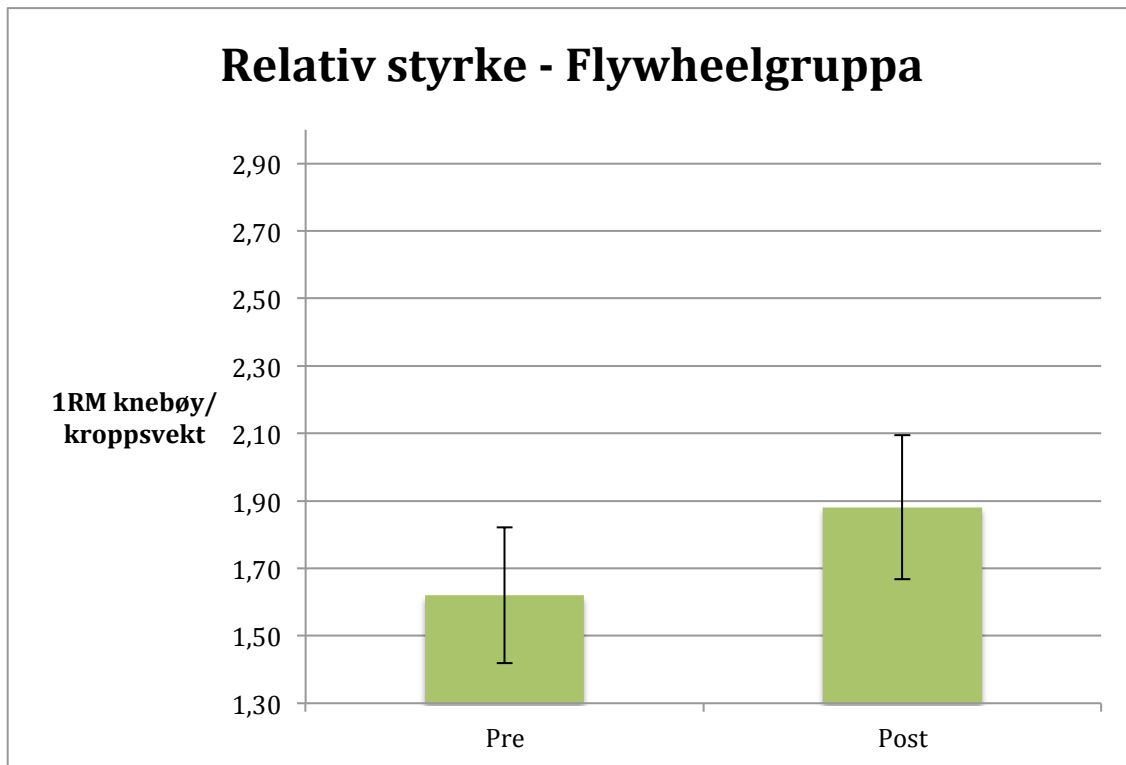
Resultatet til knebøygruppa i relativ styrke (1RM/kroppsvekt i kg) illustreres i Figur 19. Den viser en forbedring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $1,71 \pm 0,24$ til $2,51 \pm 0,36$ ($p < 0.001$, prosentvis endring: $47,76 \pm 15,98\%$).



Figur 19: Endring i relativ styrke for knebøygruppa. 1RM = 1 repetisjon maksimum.

5.5.2 Relativ styrke – Flywheelgruppa

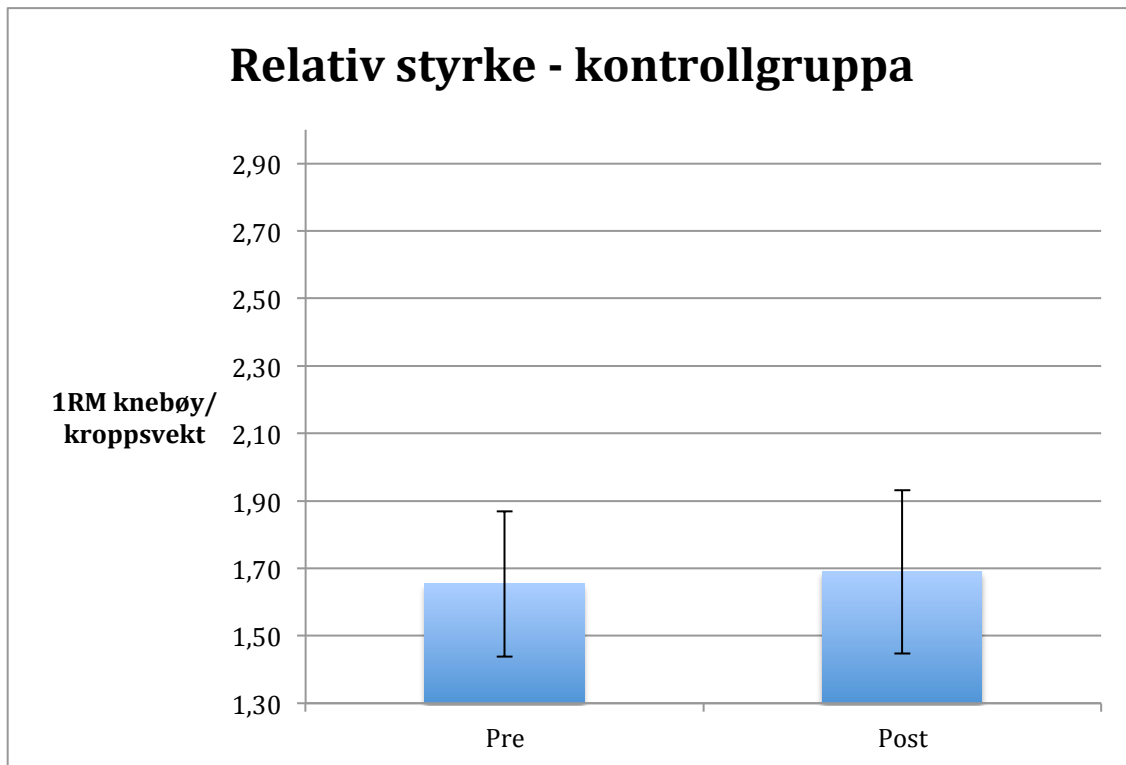
Resultatet til flywheelgruppa i relativ styrke (1RM/kroppsvekt i kg) illustreres i Figur 20. Den viser en forbedring (gjennomsnitt ± standardavvik) absolutt fra $1,62 \pm 0,20$ til $1,88 \pm 0,21$ ($p < 0,001$, prosentvis endring: $16,42 \pm 5,61\%$).



Figur 20: Endring i relativ styrke for Flywheelgruppa. 1RM =1 repetisjon maksimum.

5.5.3 Relativ styrke - Kontrollgruppa

Resultatet til kontrollgruppa i relativ styrke (1RM/kroppsvekt i kg) illustreres i Figur 21. Den viser ingen endring (gjennomsnitt \pm standardavvik) absolutt fra $1,65 \pm 0,22$ til $1,69 \pm 0,24$ ($p < 0.13$, prosentvis endring: $2,18 \pm 4,63\%$).



Figur 21: Endring i relativ styrke for Flywheelgruppa. 1RM =1 repetisjon maksimum.

5.5.4 Relativ styrke - Sammenlikning i endring (pre til post) mellom gruppene

Det er en forskjell i endring i relativ styrke fra pre til post mellom gruppene (absolutt (1RM/kg kroppsvekt): $p < 0,001$, relativ: $p < 0.001$). Knebøygruppa forbedret sin relative styrke mer enn flywheelgruppa og kontrollgruppa (absolutt (1RM/kg kroppsvekt): $p < 0.01$, relativ (%): $p < 0.001$). Flywheelgruppa gruppa økte mer enn kontrollgruppen (absolutt (1RM/kg kroppsvekt): $p < 0.001$, relativ (%): $p = 0.004$).

6 Diskusjon

I dette kapitlet skal jeg diskutere funnene gjort i min oppgave opp mot relevant teori og tidligere forskning rundt samme tema. Deretter skal jeg se på studiets styrker, svakheter og mulige praktiske implikasjoner.

I denne randomiserte kontrollerte studien, viste det seg at maksimal styrketrening gjennomført enten som flywheeltrening eller med tradisjonelle frivekter økte hurtigheten på 10 meter sprint, samt spenst på CMJ-test og maksimal styrke i 1RM knebøy (90° i kneleddet). Det var ingen forskjeller i treningseffekt mellom treningsgruppene for hurtighet og spenst, men knebøygruppa hadde større økning i 1RM enn flywheelgruppa. Ingen forskjeller fra pre-til posttest ble funnet i kontrollgruppa.

Mine hypoteser var H1: «*Maksimal styrketrening gjennom konsentrisk muskelarbeid i knebøy med frivekter gir en større forbedring enn konsentrisk-eksentrisk knebøy i flywheel på 10 meter sprint og CMJ*», og H2: «*Maksimal styrketrening gjennom konsentrisk muskelarbeid i knebøy med frivekter gir mer økning i 1RM enn konsentrisk-eksentrisk knebøy i flywheel.*» H1 ble avvist, hvor jeg forkaster hypotesen og beholder nullhypotesen, og H2 ble beholdt hvor jeg forkaster nullhypotesen.

6.1 Hurtighet

I løpet av treningsperioden på 6 uker ble knebøygruppa 0,03 sekund (1,43% økning) hurtigere, og Flywheelgruppa 0,02 sekund (1,44% økning) hurtigere på 10 meter sprint. Tidligere studier har vist at styrketrening øker hurtigheten til fotballspillere, og funnene i min undersøkelse samsvarer noe med tidligere lignende studier. I Rønnestads 7-ukers treningsperiode på profesjonelle spillere økte de med 0,03 sekund (Rønnestad et al., 2008), som er mindre sammenliknet med Helgerud (2011), hvor spillerne også var profesjonelle. Spillerne ble 0,06 sekund hurtigere etter maksimal styrketrening. En økning i hurtighet er sannsynligvis forklart med enten en forbedring i teknikk og/eller nevralt tilpasninger (D. G. Behm & D. G. Sale, 1993; Gjerset et al., 2012).

Styrketrening med ”Maksimal intensjonelle kontraksjoner” kan øke prestasjonene i eksplosive bevegelser. Det å prøve og gjøre repetisjonene så hurtig som mulig i den konsentriske fasen virker viktigere enn selve hastigheten på bevegelsen. Det vil si at selv om bevegelseshastigheten er lav, som i en tung knebøy, vil en kunne bli hurtigere i bevegelser uten ytre motstand (D. G. Behm & D. G. Sale, 1993; Gjerset et al., 2012; Raastad et al., 2010). Selv om FP i denne studien var fotballspillere som hadde ukentlige fotballtreninger som inneholder naturlige sprinter, observerte jeg ingen forbedring i sprinthastighet i kontrollgruppa noe som burde utelukke en forbedring i teknikk hos intervensjonsgruppene. På den andre siden kan en økning i styrke resultere i mindre relativ kraft brukt på hvert løpssteg, og med tanke på at det ikke ble gjort noen mål på løpsteknikk i denne studien, kan ikke en forbedring i sprintteknikk totalt utelukkes (Gjerset et al., 2012; Raastad et al., 2010). Mye tyder på at så lenge utøverne trener maksimal styrketrening og trener fotball i samme periode med naturlige sprinter og vendinger, vil en styrkeøkning gi forbedringer i hurtighet og som kan være fordelaktig på fotballbanen (Gjerset et al., 2012; Helgerud et al., 2011).

Hovedhensikten med denne studien var å sammenligne effekten av knebøytrening og flywheeltrening, hvor knebøygruppa og flywheelgruppa økte sin hurtighet likt. Basert på min kunnskap, er dette den første studien som direkte sammenligner disse to treningsmetodene gjennomført som maksimal styrketrening på hurtighet for fotballspillere. Uten noen åpenbar forklaring i litteraturen, tillater jeg meg å spekulere i at siden flywheeltrening innebærer en eksplosiv konsentriske kontraksjon etterfulgt av en supramaksimal eksentriske kontraksjon vil den totale belastningen av en repetisjon i flywheelknebøy være større enn en repetisjon i knebøy med frivekter, noe som indikerer en større belastning ved ”time under tension”. Time under tension ved maksimal og supramaksimal belastning vil kreve høy fyring av motoriske enheter, som igjen vil øke aksjonshurtigheten. På denne måten kan flywheeltrening kompensere for en manglende ytre belastning sammenlignet med frivekter under den konsentriske fasen (Tøien et al., 2018).

Helgeruds intervensjon skiller seg fra min og Rønnestads studie med en større forbedring i hurtighet (Helgerud et al., 2011). En annen årsaksforklaring kan være lengden på treningsintervensjonene (6 mot 8 uker). En mer sannsynlig forklaring på den ytterligere forbedringen kan være at studien til Helgerud ble gjort på et profesjonelt fotballag, uten kontrollgruppe og uten at det var rapportert noe spesifikt om hva fotballtreningen innebar. I og med at fotballaget var profesjonelle er det stor grunn til å tro at den ytterlige forbedringen i

hurtighet har kommet gjennom implementerte sprinter, hopp og andre eksplosive øvelser som har vist seg å være effektive for å forbedre hurtigheten (Kotzamanidis et al., 2005).

6.2 Spenst

Studien viste til en signifikant forbedring i spenst for begge treningsgruppene. Knebøygruppa økte i løpet av treningsperioden spensten med 2,77 cm (7,63%) på CMJ, og flywheelgruppa med 3,07 cm (9,03%). Økning i spenst for knebøygruppa samsvarer med Helgeruds studie. Helgerud viste til en økning på 3 cm (5,26%) etter en treningsintervensjon på 8 uker (Helgerud et al., 2011).

Forbedringen i spenst kan i likhet med hurtighet begrunnes med at selv om hastigheten på løftet i en tung knebøy (80-95% av 1RM) er lav, kan forbedringer i bevegelser uten ytre motstand forekomme, så lenge løftene gjøres med maksimal intensjonell hastighet i den konsentriske fasen (D. G. Behm & D. G. Sale, 1993; Raastad et al., 2010). En økning i spenst er, som med hurtighet, oftest forklart med enten en forbedring i teknikk og/eller nevralt tilpasninger (D. G. Behm & D. G. Sale, 1993; Gjerset et al., 2012).

FP hadde også ukentlige fotballtreninger som inneholdt naturlige hopp. Økningen i spenst hos intervensjonsgruppene virker lite sannsynlig forklart med en teknikkforbedring, med tanke på at ingen forbedring i spenst ble observert i kontrollgruppa. Til tross for dette, vil en styrkeøkning føre til mindre relativ kraft brukt i hver sats, og siden det ikke ble gjort noen mål på spenstteknikk i studien kan ikke teknikkforbedring utelukkes helt (Raastad et al., 2010). Det ser i alle fall ut til at hvis spillere trener maksimal styrketrening og i samme periode trener fotball (som inneholder naturlige hopp, vendinger og plyometriske aksjoner), vil en styrkeøkning føre til en økning i spenst som er fordelaktig på banen.

Det er viktig å vurdere de praktiske fordelene av å øke effekten. Muskulært har kroppen mulighet til å produsere mellom 20 og 50% mer kraft i den eksentriske fasen sammenlignet med den konsentriske fasen (Norrbrand et al., 2010). En skulle kunne tenke seg at siden muskelen er sterkere i den eksentriske fasen enn den konsentriske, at den eksentriske styrken ville kunne gi en fordel i et hopp eller andre plyometriske eksplosive aksjoner. Til tross for at det eksentriske arbeidet spiller inn, vet vi at den konsentriske styrken er viktigst ved at det

driver oss framover i et hopp og en sprint. Den konsentriske styrken ser ut til å være viktigst da den påvirker effekten (w) i større grad, noe som samsvarer med Newtons 2. Lov ($k=m*a$) (Raastad et al., 2010; Tøien et al., 2018).

På samme måte som med hurtigheten, økte både knebøygruppa og flywheelgruppa spensten sin likt. En kan spekulere i at belastningen i en flywheelrepetisjon er større enn en knebøyrepetisjon med frivekter, basert på "time under tension" (Tøien et al., 2018). Maksimal og supramaksimal belastning vil kreve høy aksjonsfyring og fyring av motoriske enheter. Slik kan flywheeltrening veie opp for den manglende ytre belastningen som forekommer under den konsentriske fasen med frivekter (Petré et al., 2018; Tøien et al., 2018).

6.3 Styrke – 1RM knebøy

En stor økning i 1RM styrke ble funnet hos knebøygruppa, med 62,28 kg (48,60% totalt, 4% per treningsøkt). Denne økningen samsvarer med tidligere lignende studier gjort på profesjonelle fotballspillere. Helgeruds treningsintervensjon på eliteseriespillere viste til en økning på 60 kg (51,72% totalt, 3,2% per økt) i knebøy etter 8 uker. I Rønnestads lignende studie var den gjennomsnittlige økningen 43 kg (25,90% totalt, 1,6% per økt) i 1RM etter 7 uker med trening, men her hadde alle FP hatt en tilvenningsperiode med knebøy (12-15RM) to ganger i uka 3 uker før intervensjonen. De løftet adskillig mer på pre test, sammenliknet med min og Helgeruds intervensjon, noe som kan forklare den beskjedne økningen i 1RM, da utgangsnivå er en viktig faktor for effekten av et gitt treningsregime (Rønnestad et al., 2008). Chellys gjorde en studie der FP økte med 40kg (35% totalt, 2,2 % per økt), og også her hadde de en tilvenningsperiode (1 måned med 8 økter) da de ikke var tidligere styrketrent, og ikke kjente til teknikken i knebøy (Chelly et al., 2009). Dette gir en naturlig forklaring på den lavere styrkeøkningen sammenliknet med min studie. En annen årsak til lavere styrkeøkning i Chellys studie kan være at de brukte en dypere tradisjonell knebøy med 100° eller mer i kneleddet, istedenfor 90° i kneleddet. Å trene med en høyere vinkel i kneleddet har vist seg å være mindre effektivt for å øke styrken (Rhea et al., 2016).

Styrken kan ikke bedømmes ut i fra størrelsen på muskelen da ingen mål på dette ble gjort i denne studien og styrkeøkningen kommer sannsynligvis av en stor forbedring i nevralt tilpasninger og/eller økt rekruttering og fyring av motoriske enheter. En kan også antyde at

styrkeøkningen videre skyldes at flere av FP ikke var nybegynnere med styrketrening, og vi vet at nybegynnere har større forbedringer i styrke enn styrketrente (Raastad et al., 2010). Det ble for knebøygruppa også observert en lineær økning i treningsbelastning gjennom treningsperioden (se Figur 7). En kan derfor spekulere i om FP med en lengre treningsperiode enn 6 uker ville endt opp med ytterligere forbedringer i 1RM. Det vil være umulig å gi en endelig konklusjon på hvilke fysiologiske forandringer som har ført til styrkeøkningen i studien.

Flywheelgruppa økte med 21,31 kg (17,42%). Sammenliknet med Tøiens studie (32%) var styrkeøkningen i min oppgave noe mindre (Tøien et al., 2018). Dette kan skyldes at gruppen som trente konsentrisk i den studien ikke brukte et annet apparat (Flywheel), men trente knebøy med (150%) belastning i den eksentriske fasen som igjen kan forklares med spesifisitetsprinsippet om at du blir god på det du trener på (Raastad et al., 2010). Hvis målet for fotballspillere er å øke styrken gjennom maksimal styrketrening, er det flere aspekter som taler for å bruke knebøy med frivekter foran eksentrisk supramaksimal trening med Flywheel. Siden maksimal konsentrisk styrketrening med frivekter gir mindre risiko for skader, er lettere å gjennomføre alene, og i tillegg gir de samme funksjonelle effektene som FT kan det i noen tilfeller være gunstigere å gjøre knebøy med frivekter kontra Flywheel (Tøien et al., 2018).

6.4 Relativ styrke

FP i treningsgruppene hadde, til tross for forbedringer i 1RM knebøy, ingen økning i kroppsvekt fra pre til post test. Disse funnene står i kontrast til tidligere studier hvor maksimal styrketrening for fotballspillere kan føre til en økning i kroppsvekt (Helgerud et al., 2011). FP i masteroppgaven min var ikke profesjonelle fotballspillere og intervensjonen ble gjennomført i sesongoppkjøring. Det stilles ikke like store krav til profesjonalitet og egentrening for spillere på lavere nivåer i fotballferien (som regel 2 måneder). Basert på dette, samt visuelle observasjoner i løpet av treningsintervensjonen kan en spekulere i at spillerne gjorde en stor endring i kroppssammensetning i form av en lavere fettprosent (kroppssammensetning ikke målt i studien), og dermed ikke økte vekten sin til tross for å øke muskelmassen. Spillerne kan ha økt muskelveksten (hypertrofi) sin uten å øke sin egen kroppsvekt (Rønnestad et al., 2008). Det kan på den andre siden også skyldes at styrkeøkningen var basert på stor endring i

rekrutteringen av motoriske enheter og nevralt tilpasninger, og ikke muskelmasse (Raastad et al., 2010).

Som følge av at styrkeøkningen fant sted uten en økning i kroppsvekt var også den relative styrken blitt bedre for treningsgruppene. Resultatene viser til en økning i relativ styrke (1RM/kroppsvekt i kg) på 0,8 (47,76%) for knebøygruppa og 0,26 (16,42%) for flywheelgruppa. En økning i den relative styrken ser ut til å ha stor påvirkning på hurtighet og spenst. En viktig årsak kan derfor være Newtons 2. Lov (kraft=masse*akselerasjon) (Raastad et al., 2010). Det derfor en stor grunn til å tro at økningen i den relative styrken i intervensjonsgruppene har spilt en stor rolle med tanke på forbedringene i hurtighet og spenst.

6.5 Styrker ved studiet

En av styrkene ved denne studien er at det er benyttet et randomisert kontrollert studie. Det er den beste metoden å bruke for å måle forskjellen mellom behandlinger, i tillegg til at det er det optimale designet for å påvise kausale sammenhenger (Laake et al., 2008). Grunnet randomiseringer kontrollerte dette studiedesignet for at ikke andre konfunderende faktorer enn intervensjonene påvirket målingene.

En annen styrke ved studien er at antallet deltakere har vært tilstrekkelig, som har gjort det mulig å trekke holdbare konklusjoner som viser klinisk relevant endringer. I litteraturen finnes mange eksperimentelle studier hvor en styrkeberegning ikke er foretatt. Siden jeg også tok forbehold om ”drop out” satt jeg igjen med nok FP, selv etter endt intervensjon, til å kunne trekke konklusjoner selv med frafall, hvor jeg kunne gjøre ”per protokoll”-analyser av endepunktene.

6.6 Svakheter ved studiet

Selv om reliabiliteten i hurtighetstesten (10 meter sprint) er god, trenger det ikke å være direkte overførbart til fotballferdighet (Dreier et al., 2009; Laake et al., 2008). Testen måler akselerasjonshurtigheten, men hurtigheten i fotball vil også bestå av reaksjonstiden.

Reaksjonstiden er avhengig av god persepsjon (evnen til å lese spillet, og tolke og reagere på sanseinntrykk). Reaksjonstiden er også avgjørende for å komme først på ballen (Gjerset et al., 2012). Det ble ikke gjort noe mål på reaksjonshurtigheten. Selv om jeg fant en klinisk relevant forskjell (0,02 sekund hurtigere, ca. 7,5 cm) som ville gi en konkurransefordel i fotball, trenger den ikke å være relevant for å komme først på ballen. Målte jeg bare akselerasjonshurtigheten til FP, og er da den kliniske relevante forskjellen relevant for fotballspillere? Dette er et naturlig mål å stille, men jeg mener fremdeles den har en stor verdi, selv om hurtigheten ikke måles i direkte ”fotballkontekst”. For videre forskning kan det være interessant å undersøke om en forbedring i hurtighet fører til endringer i kamp.

En perfekt randomisering i denne studien ville vært at det var likt antall forsvarsspillere og angrepsspillere i hver gruppe. Blokkrandomiseringen kunne vært stratifisert etter posisjon på banen i forkant, og den konfunderende faktoren kunne vært kontrollert for, med at FP ville blitt randomisert jevnt i gruppene på bakgrunn av posisjon. Dette hadde jeg ikke tatt høyde for, og jeg hadde ikke samlet informasjon om posisjoner i forkant av randomiseringen, noe som kunne ført ulikhet i gruppene ved randomiseringen. Til tross for dette gjorde førte randomiseringen til at fordelingen var ganske jevn likevel, med omtrent like mange spillere fra hver posisjon i hver gruppe (se Tabell 1).

Selv om kroppsvekten til FP ble målt i kg, ble det ikke gjort noen måling i kroppssammensetningen til FP. En slik måling kunne vært forklarende og kunne sagt noe mer om hvorfor intervensjonsgruppene økte styrken. Det kunne i større grad forklart om økningen skjedde på bakgrunn av hypertrofi eller nevralt tilpasninger og/eller rekruttering av motoriske enheter (Helgerud et al., 2011).

En annen retrospektiv observasjon jeg gjorde var at en pre og posttest på wattproduksjonen i en flywheelknebøy kunne vært gjort for å kunne si noe om kraftutvikling. Her kunne man sett om det var forskjeller mellom gruppene i watt, og kanskje ville flywheelgruppa hatt større forbedringer enn knébøygruppa i flywheelknebøy.

Jeg testet ikke reproduserbarheten i testene mellom meg og assistentene som hjalp meg med datainnsamlingen. Det vil si at jeg ikke har gjort noen sammenlikning mellom testbedømmingen gjort av meg kontra assistentene. Det kan det ha vært forskjell i hvordan ulike personer bedømte hva som var en riktig utført test, for eksempel godkjent dybde i knébøy eller godkjent start på 10 meter sprint. Samtidig ble det brukt goniometer for å måle dybden i knébøy, og anvendt klare protokoller og retningslinjer for riktig sprint- og CMJ-test. Ideelt sett ville det kanskje vært bedre om jeg testet alle FP. Selv om jeg ikke testet alle FP selv, hadde jeg en gjennomgang med muntlig og visuell demonstrasjon av riktig utførelse. I og med at assistentene var opplært i bedømmingen av testene og at det var lettere for meg å gjennomføre med hjelp, var det gunstig for studien min å ha med assistenter på testdager.

6.7 Praktiske implikasjoner

I denne studien viste både flywheel og knebøy seg som effektive metoder for å forbedre hurtigheten og spensten til fotballspillere. Samtidig kan en argumentere for og i mot begge treningsmetodene.

Både knebøy med frivekter (3-5 repetisjoner, 3-4 sett, >85% av 1RM) og konsentrisk-eksentrisk flywheelknebøy (har vist seg å være viktige egenskaper i fotball som styrke, spenst og hurtighet. Knebøy med frivekter gir større forbedringer i den maksimale styrken enn flywheelknebøy. Flere flywheel-apparater gir også direkte tilbakemelding, som er gunstig for å måle og justere belastning for spilleren.

Med et formål om å øke styrken gjennom maksimal styrketrening, er det flere aspekter som peker mot at fotballspillere bør velge knebøy med frivekter foran flyweeltrening. Dette til tross for at begge treningsmetodene ga like gode forbedringer i hurtighet og spenst.

Hovedsakelig kan en knebøypreferanse begrunnes med at maksimal konsentrisk styrketrening gir mindre skaderisiko, krever mindre restitusjonstid, og gir en større økning i den maksimale styrken enn flyweeltrening (Tøien et al., 2018).

7 Konklusjon

Problemstillingen til denne studien var om konsentrisk styrketrening (3-5 repetisjoner, 3-4 sett, >85% av 1 repetisjon maksimum (1RM)) eller konsentrisk-eksentrisk flywheeltrening, hvor begge er utført som knebøy, gir mer forbedring i hurtighet og spenst (10m sprint og CMJ-test). Basert på denne problemstillingen konkluderer jeg: Seks uker med knebøytrening utført som maksimal styrketrening med frivekter eller flywheel økte prestasjonen i 10 meter sprint og hopphøyde i CMJ likt. Knebøy med frivekter resulterte i en større økning i maksimal styrke. Derfor er det mye som tyder på at fotballspillere som ønsker å forbedre sin hurtighet og spenst gjennom styrketrening, bør velge knebøy med frivekter foran flywheelknebøy på grunn av den ekstra økningen i maksimal styrke.

Referanseliste

Faglitteratur

- Brunes, A., Enoksen, E., & Sletten, S. (2012). *Aktivitetstlære* (3. utg, 1. opplag ed.): Gyldendal.
- Dreier, S., Morisbak, A., & Skarsfjord, T. (2009). *Fotballferdigheten* (Vol. 1.). Oslo, Norway: Akilles.
- Gilje, N., & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger* (Vol. 3).
- Gjerset, A., Haugen, K., Holmstad, P., Raastad, T., & Giske, R. (2012). *Treningslære* (4 utg.).
- Hallén, J., Alnes, L. O., Apold-Aasen, S., Hollekim, S., Holmlund, H., Kvamme, N., . . . Tønnessen, E. (2008). *Fysisk trening i toppfotball*. Akilles: Akilles.
- Hallén, J., & Ronglan, L. T. (2011). *Treningslære - for idrettene* (Bokmål, 1. utg. ed.). Oslo: Akilles forlag og SISU Idrottsböcker.
- Haugland, O. A., & Mathisen, G. (2003). *Biomekanikk i teori og praksis: fra grunnleggende teori til bevegelsestudier ved hjelp av moderne datateknologi*. Eureka Forlag, Høgskolen i Tromsø.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (Vol. 2): Høyskoleforlaget Kristiansand.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening-i teori og praksis*: Gyldendal.

Artikler

- Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences = Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100.
- Behm, D., & Sale, D. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15(6), 374-388.
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of Applied Physiology*, 74(1), 359-368.
Retrieved from <https://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappl.1993.74.1.359>

- Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2343-2351. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aeb1b3
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krusturup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 27(2), 159-168. doi:10.1080/02640410802512775
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., & Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(8), 2241-2249. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b86c40
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 173-177.
- de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 46-52.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. *Sports Medicine*, 24(3), 147-156. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.2165%2F00007256-199724030-00001.pdf>
- Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of sports sciences*, 28(14), 1489-1494. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2010.521166>
- <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02640414.2010.521166?needAccess=true>
- Furøy, J., & Nilsen, L. P. (2017). *Virkning av maksimal styrketrening på spenst og hurtighet hos juniorfotballspillere*. Bacheloroppgave. Idrettshøgskolen, Det Helsevitenskapelige Fakultet
- Halvorsen, K. (2008). Å forske på samfunnet. *En innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, 5.
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995–2010. *International journal of sports physiology and performance*, 8(2), 148-156.

- Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *European journal of applied physiology*, *113*(6), 1565-1573.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med*, *32*(9), 677-682. doi:10.1055/s-0031-1275742
- Illera-Domínguez, V., Nuell, S., Carmona, G., Padullés Riu, J. M., Padullés, X., Lloret, M., . . . Cadefau, J. A. (2018). Early functional and morphological muscle adaptations during short-term inertial-squat training. *Frontiers in physiology*, *9*, 1265.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *19*(2), 369-375.
- Laake, P., Olsen, B. R., & Benestad, H. B. (2008). *Forskning i medisin og biofag*: Gyldendal.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res*, *23*(6), 1633-1636. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa
- Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European journal of applied physiology*, *110*(5), 997-1005.
- Petré, H., Wernstål, F., & Mattsson, C. M. (2018). Effects of Flywheel Training on Strength-Related Variables: a Meta-analysis. *Sports medicine-open*, *4*(1), 55. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6292829/pdf/40798_2018_Article_169.pdf
- Ratamess, N. A., Alvar, B. A., Evetoch, T. E., Housh, T. J., Ben Kibler, W., Kraemer, W. J., & Triplett, N. T. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, *41*(3), 687-708.
- Rey, E., Paz-Dominguez, A., Porcel-Almendral, D., Paredes-Hernandez, V., Barcala-Furelos, R., & Abelairas-Gomez, C. (2016). Effects of a 10-Week Nordic Hamstring Exercise and Russian Belt Training on Posterior Lower Limb Muscle Strength in Elite Junior Soccer Players. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/JSC.0000000000001579

- Rhea, M. R., Kenn, J. G., Peterson, M. D., Massey, D., Simão, R., Marin, P. J., . . . Krein, D. (2016). Joint-angle specific strength adaptations influence improvements in power in highly trained athletes. *Human movement, 17*(1), 43-49.
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res, 22*(3), 773-780.
doi:10.1519/JSC.0b013e31816a5e86
- Salvo, D., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med, 28*(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Sebelien, C., Maher, S., & Xianggui, Q. (2014). Effects of implementing Nordic hamstring exercises for semi-professional soccer players in Akershus, Norway. *Orthop Pract, 26*(2), 90-97.
- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. *J Strength Cond Res, 30*(6), 1534-1539.
doi:10.1519/JSC.0000000000001243
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine, 35*(6), 501-536.
- Suarez-Arrones, L., de Villarreal, E. S., Núñez, F. J., Di Salvo, V., Petri, C., Buccolini, A., . . . Mendez-Villanueva, A. (2018). In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PLoS one, 13*(10), e0205332.
- Tøien, T., Pedersen Haglo, H., Unhjem, R., Hoff, J., & Wang, E. (2018). Maximal strength training: the impact of eccentric overload. *Journal of neurophysiology, 120*(6), 2868-2876.
- Tønnessen, E., Alnes, L. O., & Aasen, S. B. (2015). Hurtighetstrening i fotball. *Olympiatoppen*. Retrieved from http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/spenst_og_hurtighet/hurtighet/fagartikler/fagavdelinger/trening/hurtighet/fagartikler/Fotballhurtighet/media3800.media
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med, 38*(3), 285-288. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15155427>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724821/pdf/v038p00285.pdf>

Nettsider

Durber, M. (2014). Nordic Hamstring. Retrieved from <http://excelsiorgroup.co.uk/blog/why-most-hamstring-exercises-dont-work-for-running/>

Exxentric. (2019). Football (Soccer). Retrieved from <https://exxentric.com/flywheel-training/applications/performance-sports/football-soccer/>

Getstrong. (2019). Half Squat How To Exercise Guide. Retrieved from <https://www.getstrong.fit/Half-Squat-How-To-Exercise-Guide/Exercises>

Ramos, S. (2019). Always UP. Retrieved from <https://twitter.com/SergioRamos/status/1126872963398160385>

Programvare

Spss, I. (2011). IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. *New York: IBM Corp, 440.*

Urbaniak, G. C., & Plous, S. (2013). Research Randomizer (Version 4.0) Retrieved from <http://www.randomizer.org/>

Vedlegg 1, 2 og 3: Samtykkeskjema



Forespørsel om deltakelse i et forskningsprosjekt

"Muskler gjør deg ikke langsom"

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke forskjeller i spenst og hurtighet ved forskjellige styrketreningsmetoder. I dette skrivet gis informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med forskningsprosjektet er å se hvordan forskjellige typer beinstyrketrening påvirker spensten og hurtigheten til fotballspillere. Prosjektet er en mastergradsoppgave hvor all datainnsamling foregår på Alfheim Testlab - UiT.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Idrettsstudiet ved UiT campus Tromsø – Idrettshøgskolen.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Forsøkspersonene ble hentet ut i fra følgende ønsker: fotballspiller, menn, 4. divisjon, skadefrie. Jeg fikk kontaktinformasjonen gjennom bekjentskap med fotballtrener. Totalt 80 spillere får forespørsel om å delta.

Hva innebærer det for deg og delta?

Forsøkspersonene blir trukket inn i to styrketreningsgrupper, og en kontrollgruppe. Treningsgruppene skal gjennomføre 2 styrketreningsøkter i uka sammen med veiledere. Øktene varer i 50 minutter. Totalt 6 uker med 12 økter. Alle testes i knebøy, hurtighet og spenst før og etter treningsperioden. Kontrollgruppen skal fortsette som normalt.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Du vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Vedlegg 1: samtykkeskjema del 1/3



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. Opplysningene behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt gjennom et passordkodet dokument på egen datamaskin. All informasjon som omhandler personopplysninger skjer mellom masterstudent og veileder. Deltakerne har mulighet til å få innblikk i egne resultater og har rett til å klage til datatilsynet via mail. Ingen deltakere vil kunne gjenkjennes i en eventuell publikasjon.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 15. Mai. Alle gjenkjennbare persondata vil da slettes.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller 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 UiT 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:

- Prosjektansvarlig og student – Lars Petter Rotvold Nilsen: ln058@post.uit.no, 90663029.
- Veileder - Svein Arne Pettersen: svein.arne.pettersen@uit.no, 93229644 ved UiT.
- Personvernombud – Joakim Bakkevold: personvernombud@uit.no, 97691578 ved UiT.
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personvertjenester@nsd.no) eller telefon: 55582117.

Vedlegg 2: samtykkeskjema del 2/3



Med vennlig hilsen

Veileder - Svein Arne Pettersen og masterstudent - Lars Petter Rotvold Nilsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "Muskler gjør deg ikke langsom", og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i forskingsprosjektet
- å bli randomisert i en av tre grupper

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. *[oppgi tidspunkt]*

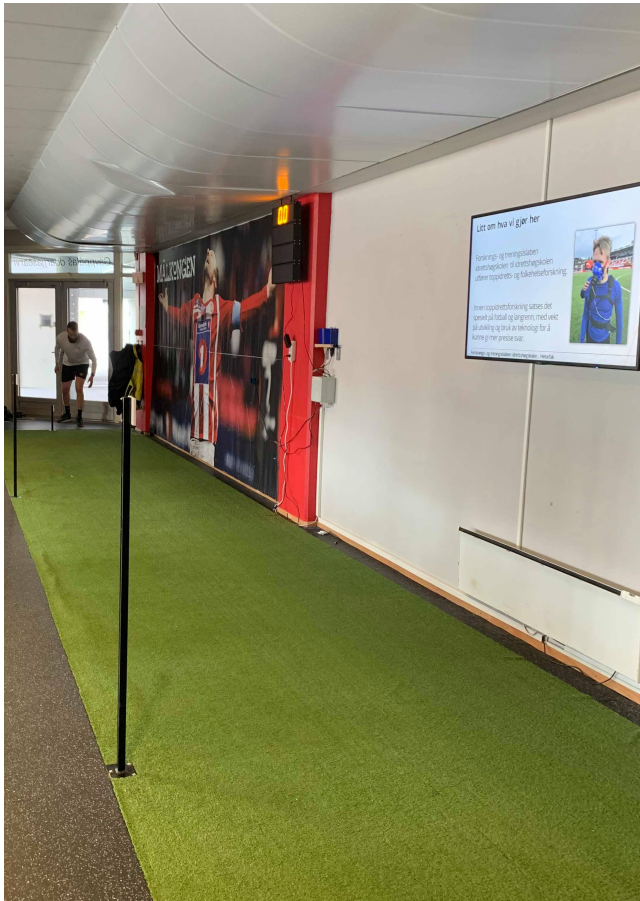
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3: samtykkeskjema del 3/3

Vedlegg 4, 5 og 6: Hurtighetstest



Vedlegg 4: 10 meter 1/3



Vedlegg 5: 10 meter sprint 2/3



Vedlegg 6: 10 meter 3/3

Vedlegg 7 og 8: Spensttest



Vedlegg 7: CMJ 1/2



Vedlegg 8: CMJ 2/2

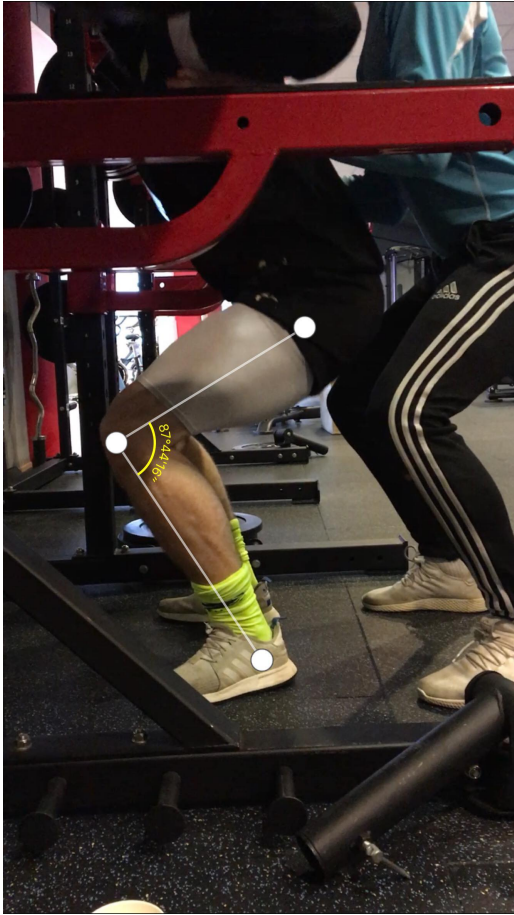
Vedlegg 9, 10 og 11: Knebøy



Vedlegg 9: Knebøytrening



Vedlegg 10: Knebøy



Vedlegg 11: Knebøy

Vedlegg 12 og 13: Flywheel



Vedlegg 12: Flyweeltrening



Vedlegg 13: Flyweeltrening

Vedlegg 13 og 14: Nordic Hamstring



Vedlegg 14: Nordic Hamstring ½



Vedlegg 15: Nordic Hamstring 2/2