

**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for helse og sosialvitenskap

Hermann Moen

Masteroppgave

**Styrketrening med forskjellig frekvens gir
samme endring i styrke og muskelvekst , men
ulik endring på svikthopp og repetert sprint hos
elite junior fotballspillere**

Strength Training with Different Frequency Induces Similar
Muscle Hypertrophy and Strength, but Dissimilar Improvement in
Counter Movement Jump, and Repeated Sprint Ability in Elite
Junior Soccer Players.

Master i treningsfysiologi

2023

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
Teoridel.....	4
Introduksjon	9
Problemstilling	10
Hypoteser.....	11
Metode	12
Design.....	12
Utvalg	13
Treningsprotokoll	15
Testprotokoll	18
Testdag 1	20
Ultralyd av muskeltykkelse i M.vastus lateralis.....	20
Testdag 2	20
Svikthopp på kraftplattform	20
1RM Trapbar markløft	21
40 meter lineær sprint.....	21
Repetert sprint	21
Yo-Yo Intermitent recovery Level 1	22
Statistikk og databehandling.....	22
Resultater	23
Muskelstyrke og muskelvekst	23
Spent og hurtighet.....	24
Utholdenhet	26
Diskusjon	28
Konklusjon	33
Referanseliste.....	34

Forord

Først og fremst vil jeg uttrekke en stor takk til Bent R. Rønnestad for godt samarbeid i planleggingen av prosjektet, under gjennomføringen av prosjektet og i veiledningen ved skriveprosessen.

Jeg vil takke HamKam og Lillehammer Fotballklubb for å ville delta i denne studien, og for å stille sine treningslokaler disponible for gjennomføringen av økter.

Masterstudent Jacob Mollatt fortjener også en stor takk for innspill og diskusjon i forkant av prosjektet, og uvurderlig hjelp i forbindelse med testing, og gjennomføring av treningsøkter.

Takk til bachelor-studentene ved Høgskolen i Innlandet, campus Lillehammer: Joakim Juel Ingebrigtsen, Børge Modell, Espen Abrahamsen, og Dennis Elvegaard for hjelp med gjennomføring av treningsøkter og testing.

Jeg vil også takke høyskolen i innlandet for låan av laboratorisk testutstyr, og Spenst Lillehammer for utlån av treningsutstyr til testing

Til slutt vil jeg takke alle deltagerne som deltok i studien, uten deres deltakelse og innsats hadde studien vært umulig å gjennomføre.

Sammendrag

Bakgrunn

Styrketrening er vist å kunne forbedre prestasjon på fysiske bestemmende faktorer i fotball. Forskjellig styrketreningsfrekvens med likt ukentlig volum er lite undersøkt på elite fotballspillere, men de praktiske forskjellene (tid mellom styrketreningsøktene, treningsvolumet innad i styrketreningsøktene, og tid fra forrige fotballtrening) mellom høy og lav treningsfrekvens har hver sine spennende mulige fordeler og ulemper, som kan gi utslag på resultatene til treningen.

Formål

Formålet med denne studien var å undersøke effekten av høy og lav styrketreningsfrekvens på styrke, muskelvekst, og andre fysiske prestasjonsrelaterte tester etter 11 ukers styrketreningsintervensjon på elite junior fotballspillere

Metode

34 elite junior fotballspillere, ble stratifisert randomisert i to intervensjonsgrupper som trente samme ukentlig styrketreningsvolum, med forskjellig styrketreningsfrekvens. Totalt i perioden gjennomførte høyfrekvensgruppen 32,1±2,4 og lavfrekvensgruppen 15,9±0,9 styrketreningsøkter for underkropp, og begge gruppene fulgte det samme treningsopplegget for resterende trening i sine respektive klubber.

Resultat

Det var ingen forskjell mellom høyfrekvensgruppen og lavfrekvensgruppen i 1RM trapbar markløft, eller muskeltykkelse i M.vastus lateralis (hhv. $11,9 \pm 5,2$ % vs. $12,2 \pm 10,3$ %, $p = 0,910$, $ES = 0,04$, og $9,1 \pm 6,4$ % vs. $6,9 \pm 7,2$ % $p = 0,370$, $ES = 0,31$). Fra pre til post-test var høyfrekvensgruppens endring i svikthopp bedre enn lavfrekvensgruppen (hhv. $9,1 \pm 13,5$ % vs. $0,9 \pm 7,6$ % $p = 0,039$) med en moderat effektstørrelse i favør av høyfrekvensgruppen ($ES = 0,075$). Lavfrekvensgruppen fikk en moderat bedre endring i hastighetsfall fra sprint en til seks på repetert sprint, fra pre til post-test enn høyfrekvensgruppen ($-13,6 \pm 86,4$ % vs. $34,3 \pm 330,4$ % $p = 0,042$, $ES = 0,78$). Det var også tendens til at 40m lineær sprint forbedret seg bedre fra pre-post hos høyfrekvensgruppen enn hos lavfrekvensgruppen ($p = 0,056$), og den praktiske effektens omfang var moderat ($ES = 0,72$).

Konklusjon

Elleve uker styrketrening med forskjellig treningsfrekvens, gir lik endring i 1 RM trapbar markløft og muskeltykkelse i M.vastus lateralis. Styrketrening med lavere frekvens gir bedre evne til å motstå utmattelse enn høyere frekvens, og høyere styrketreningsfrekvens gir bedre evne til hurtig kraftproduksjon enn styrketrening med lav frekvens.

Teoridel

Fotball er en verdensomspennende idrett. I løpet av de siste tiårene ser man økt bruk og publisering av vitenskapelig litteratur til fotball, og faktisk er så mye som 98 % av all publisering på fotball gjort etter 1980 (Kirkendall, 2020). Den samme økningen ser man også i idrettsvitenskaplige arbeidsstillinger i fotballorganisasjoner på elitenivå (Drust & Green, 2013; Gabbett et al., 2017). Fotball har, som andre lagidretter, et multifaktorielt arbeidskrav, og består i tillegg til tekniske, taktiske ferdigheter av forskjellige fysiske prestasjonsbestemmende faktorer (Bishop & Girard, 2013). En av de viktigste endringene observert for fotballspillere på elitenivå de siste tiårene, er at spillerne har blitt raskere, og evner å løpe mer på høy intensitet enn tidligere (Bush et al., 2015; Haugen et al., 2014). I en fotballkamp dekkes 7-12 % av den totale distansen med løping på høy intensitet, og 1-4 % som sprint (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010).

Aerobt løpskrav i fotball

Økt andel løping på høy intensitet har skjedd uten at spillere har fått økt aerob kapasitet, målt som maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}), når man sammenliknet resultatene hos elitespillere fra 2000-2006 og 2006-2012 (Tønnessen et al., 2013). En analyse av Engelsk Premier League viste 30 % økning i total distanse høyintensitetsløping, 50 % økning i antall aksjoner og 40 % flere pasninger fra sesongen 2006/07 til 2012/13 (Barnes et al., 2014). Denne økningen i antall pasninger i tillegg til antall vellykkede involveringer, og antall sprinter har man sett øke hos elite juniorspillere etter 8 uker aerob intervalltrening, sammenliknet med kontrollgruppen (Helgerud et al., 2001). Spillerne i treningsgruppen til Helgerud et al., (2001) økte fra 58 til 64 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, som stemmer overens med funnene til Tønnesen et al., (2013), at 62-64 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ er tilstrekkelig nivå for VO_{2maks} for profesjonelle fotballspillere.

Sprint og kraftfulle aksjoner

I tillegg til at fotballspillere på elitenivå løper mer på høy hastighet enn tidligere, er også spillerne blitt raskere. En følge av dette er at en større andel av forskningen dreier seg mot den anaerobe delen av arbeidskravet (Haugen et al., 2014). Det anaerobe arbeidet innebærer aktivitet der intensiteten overstiger tilgjengeligheten av oksygen, og fører til energiomsetning via glykolysen (Patel et al., 2017). Det innebærer også alaktisk arbeid som eksempelvis hopp, sprint, retningsendringer og duellspill i fotball, og andre korte aksjoner med høy

effektutvikling. En analyse av seriespillet i siste halvdel av kampsesongen i Tysk Bundesliga viste at i 298 av 360 scoringer var det minimum en kraftfull aksjon av enten spilleren som gir den målgivende pasningen, eller målscorer og 262 av målene involverte en kraftfull aksjon hos målscorer alene (Faude et al., 2012). Faude et al., (2012) fant også at lineær sprint, definert som maksimal til nært maksimal sprint i en rett linje med en tydelig akselerasjon, var den klart mest benyttede aksjonen hos både målscorer og spiller som gir den målgivende pasningen. Disse funnene viser viktigheten av sprint for avgjørende situasjoner.

Sprinthastighet, er en likning bestående av to faktorer; steglengde, og stegfrekvens (Majumdar & Robergs, 2011). I en analyse av tyske elitesprintere, fant man korrelasjon mellom steglengde og tid med bakkekontakt per steg med høyere sprinthastighet (Mattes et al., 2021). Steglengde kommer som et resultat av effektutvikling under tid med bakkekontakt. Maksimal styrke, er en egenskap som påvirker effektutvikling, og maksimal styrke i underkropp korrelerer med sprint og hopp-tester (Dowson et al., 1998; Pääsuke et al., 2001). Dette er også sett hos elitefotballspillere (Wisloff et al., 2004). Styrken i forhold til kroppsvekt i knebøy, har også vist seg å kunne forklare 45-53 % av variasjonen i knebøyhopp, svikthopp, og 30 meter sprint hos 492 elitefotballspillere fra U14-U23 (Keiner et al., 2022). Disse funnene indikerer at styrke i underkropp er en viktig egenskap for prestasjon i fotball, og at styrketrening er viktig for å utvikle evnen til å produsere mye kraft hurtig (eksplosivitet).

Evne til repetert sprint

Evnen til restitusjon mellom disse alaktiske og anaerobe aksjonene er viktig for å kunne vedlikeholde prestasjonene og hyppigheten på høyintensive aksjoner gjennom en fotballkamp. Restitusjon mellom de høyintensive aksjonene, er avhengig av blant annet aerob kapasitet, med VO_{2max} som måler den maksimale kapasiteten til aerob metabolisme og er det mest brukte og aksepterte målet (Tomlin & Wenger, 2001). Arbeid som fører til anaerob metabolisme via glykolysen, vil føre til opphopning av H^+ -ioner, reduksjon i pH-verdi, som potensielt bidrar til reduksjon i effektivitet i de kontraktile prosessene, og videre senke prestasjon (Sahlin, 1992). Et mål på evne til å gjentagende innsats er repetert sprint, definert som to eller flere løpsaksjoner over en gitt hastighet innenfor et bestemt tidsrom, høyhastighetsløping (over 20km/t), eller sprint (over 25km/t), (Buchheit et al., 2010; Datson et al., 2019; Gabbett et al., 2013). Kampanalyse har vist at repeterte sprinter med 20 sekunder eller mindre tid mellom, varierer fra to sprinter på rad, som mest normalt, opp til fire til seks sprinter, som det høyeste antallet i kamp (Datson et al., 2019; Gabbett et al., 2013). Resultat

av test på repetert sprint har vist seg å være en god prediktor for fysisk prestasjon i kamp (Rampinini et al., 2007).

Samtidig styrke og utholdenhetstrening

Trening av styrke og eksplosivitet samtidig med utholdenhet kan potensielt redusere adaptasjonene til styrketreningen (Wilson et al., 2012). Dette ble omtalt som «interferens effekten» av Hickson, som fant at gruppen som kombinerte styrke med utholdenhetstrening fikk dårligere resultater på styrketreningen enn gruppen som trente bare styrke i de siste ukene av en 10 ukers intervensjon (Hickson, 1980). Det er gjort mange studier på samtidig styrke og utholdenhetstrening, som finner disse reduserte tilpasningene til styrketreningen. (Dolezal & Potteiger, 1998; Hunter et al., 1987; Häkkinen et al., 2003; Kraemer et al., 1995). Det er også studier som ikke finner redusert effekt, eller finner en forbedret effekt av samtidig styrke og utholdenhetstrening versus bare styrketrening (McCarthy et al., 2002). Det ser ut som at den negative påvirkningen på styrketreningsadaptasjonene er størst hos godt trente utøvere etter samtidig styrke og utholdenhetstrening (Rønnestad et al., 2012). Samtidig ser man at styrketrening hverken er negativ eller positiv på VO_{2maks} på syklistene på elitenivå (Rønnestad et al., 2015). Selve utholdenhetsprestasjonen hos løpere og syklistene bedres ofte ved å kombinere styrke og utholdenhetstrening sammenlignet med utholdenhetstrening alene (Rønnestad & Mujika, 2014). Disse resultatene viser viktigheten av styrketrening for utholdenhetsprestasjon, og kan være en mulig forklaring på økt andel løping på høy hastighet uten økning i VO_{2maks} omtalt tidligere.

Når det kommer til lagidrett er det mindre forskning omtalt som samtidig styrke og utholdenhetstrening. I fotball er det fysiske arbeidskravet variert, totalbelastningen er stor, og organiseringen av treningen er vanskelig hos elitespillere, som gjerne har 6 økter på 5 dager ledende opp til kamp (Bangsbo et al., 2006). Faktisk er forflytningen for spillerne så stor i både kamper, treninger med taktisk fokus, treninger med teknisk fokus, og spill på forskjellige banestørrelser, at uansett hva som gjennomføres vil utholdenhetssystemene generelt sett tilføres et stimuli (Bangsbo et al., 2006; Hill-Haas et al., 2011; Owen et al., 2011). Hyppigheten, og type trening spillerne gjennomgår i sine fotballøkter, forårsaker at fotballspillere som gjennomfører styrketrening, bedriver samtidig styrke og utholdenhetstrening. Fotballspillere på elitenivå har allerede en stor treningsdose med fotballøkter, og optimalisering for maksimal effekt av styrketreningen vil være essensielt med tanke på prestasjonsbestemmende faktorer.

Studier som viser negativ påvirkning på resultatene til styrketreningen av samtidig styrke og utholdenhetstrening trekker ofte studier på gnagere og cellulære modelleringer, som indikerer mulig inhibering av mTORC1 (mekanistisk mål for rapamycinkompleks 1) signalering gjennom aktivering av AMPK (Adenosinmonofosfataktivert proteinkinase) etter aerob trening frem som forklaring (Coffey & Hawley, 2017). Disse signalveiene er dog ikke vist å påvirke mennesker, og studier med treningsindusert økt aktivering av AMPK har ikke ledet til reduksjon i muskelvekst (Lundberg et al., 2014), eller ikke inhiberte mTORC1 (Apró et al., 2015). I tråd med dette viser en meta-analyse av 43 forskjellige studier på styrketrening alene mot samtidig styrke og utholdenhetstrening at muskelvekst og muskelstyrke ikke påvirkes negativt, men at eksplosiv muskelstyrke blir negativt påvirket (Schumann et al., 2022). Dette kan indikere som Coffey & Hawley, (2017) konkluderte med at innvirkningen kan ligge på et mere grunnleggende nivå rundt utmattelse både fra forrige økt, og den kroniske utmattelsen. Det må også nevnes at studiene inkludert i Schumann et al., (2022) var gjort på utrente og lite til moderat trente og med varierende treningsvolum, som kan forklare hvorfor styrke og muskelvekst ikke ble påvirket. Dette tatt i betraktning med at reduksjonen i styrketreningsadaptasjoner er størst hos godt trente Rønnestad, (2012), kan tyde på at elitefotballspillere som har stort utholdenhetsvolum, og er relativt godt utholdenhetstrent, får redusert effekt av styrketreningen på eksplosivitet, og en potensiell redusert effekt på styrke og muskelvekst. Plasseringen av styrketreningen, tid imellom økter, og ernæring kan gi små, men signifikante påvirkninger på resultatene til samtidig styrke og fotballtreninger på elite juniorspillere (Enright et al., 2015).

Styrketreningsfrekvensens påvirkning på adaptasjoner

Hvis man ser på styrketreningslitteraturen generelt er det vist at treningsfrekvens, treningsvolum, treningsintensitet, øvelsesutvalg, og pausevarighet er blant variablene som kan justeres for å optimalisere adaptasjonene til styrketrening (Kraemer & Ratamess, 2004). Styrketreningsfrekvensen vil være en interessant variabel å se på hos fotballspillere for om den mulige negative påvirkningen kommer av utmattelse kan man mulig skille kronisk utmattelse, og utmattelse tilknyttet forrige økt. Når det kommer til forskningen på styrketreningsfrekvens med likt ukentlig volum på styrketrente, er det gjort en del de siste årene. En nylig publisert studie viste at 2 vs. 4 fullkropp styrketreningsøkter per uke med likt ukentlig treningsvolum ga like tilpasninger på styrke og muskelvekst (Hamarsland et al., 2022). Denne studien stemmer overens med andre studier som undersøker effekten av høyere styrketreningsfrekvens på styrke og muskelvekst med likt ukentlig treningsvolum hos moderat

til godt trente menn (Colquhoun et al., 2018; Gomes et al., 2019; Johnsen & van den Tillaar, 2021; Saric et al., 2019; Zaroni et al., 2019). Zaroni et al., (2019) fant dog forskjell i muskelvekst i favør av høyfrekvensgruppen, men ikke i styrke.

En annen studie sammenliknet to versus fire økter med klatrespesifikk styrketrening, med likt ukentlig volum, og samtidig ytterligere klatretrening fant at høyfrekvensgruppen forbedret sin evne til hurtig kraftproduksjon, mens lavfrekvensgruppen forbedret sin klatrespesifikke utholdenhet (Stien et al., 2021). En av konsekvensene av forskjellig treningsfrekvens med likt ukentlig volum (målt som antall sett), er forskjellig varighet på treningsøktene. Lengere økter utvikler evnen til å motstå utmattelse (Kraemer & Ratamess, 2005). (Tornero-Aguilera et al., 2022) En annen konsekvens vil være at øktene har forskjellig volum (målt som antall sett), og arbeidsbelastning (sett x reps x vekt). En seks måneders studie på 48 utrente menn undersøkte ett sett mot tre sett, og fem sett med samme intensitet, fant at styrken i underkropp utviklet seg likt i gruppene, men at den muskulære utholdenheten utviklet seg bedre i gruppene som trente flere sett (Radaelli et al., 2015). Når det kommer til treningsintervensjoner med likt ukentlig arbeidsbelastning, men forskjellig repetisjonsantall fant (Campos et al., 2002) at gruppen som trente på lavest intensitet (% av 1RM), men som gjorde flest repetisjoner på øktene fikk forbedret muskulær utholdenhet. En annen konsekvens av forskjellig treningsfrekvens, med likt ukentlig volum, er kortere økter, med mindre volum, og mindre arbeidsbelastning per styrketreningsøkt. Kortere økter kan potensielt sett gi mindre utmattelse underveis i økta (Tornero-Aguilera et al., 2022). Dette kan være betydningsfull kunnskap om det samme gjelder for lagidretter, med komplekse arbeidskrav, og samtidig styrke og utholdenhetstrening.

Når det kommer til forskning på styrketreningsfrekvens på fotballspillere er det sett at en styrketreningsøkt i uka er nok til å vedlikeholde styrken gjennom kampsesong (Rønnestad et al., 2011). Studier som undersøker styrketreningsfrekvensens effekt på adaptasjoner hos fotballspillere, har også typisk forskjellig totalt ukentlig volum, så det er vanskelig å si om frekvensen eller volumet var det avgjørende. (Otero-Esquina et al., 2017; B. Rønnestad et al., 2011). Meg bekjent, finnes det ingen studier som undersøker effekten av styrketrenings frekvens på muskelvekst, med høyere treningsfrekvens enn to økter, likt ukentlig volum, og samtidig fotballtrening, på fysiske prestasjonsbestemmende faktorer hos elite fotballspillere.

1.Introduksjon

Fotball er som andre lagidretter multifaktoriell når det kommer til de fysiske prestasjonsbestemmende faktorene, der både maksimal styrke, spenst, hurtighet og utholdenhet er viktig (Bishop & Girard, 2013). I en fotballkamp dekkes 7-12 % av den totale distansen med løping på høy intensitet, og 1-4 % som sprint (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2010). En analyse av siste halvdel av en sesong i Tysk Bundesliga viste at av 360 mål, hadde 298 minimum en kraftfull involvering av enten spilleren som gir den målgivende pasningen, eller målscorer og 262 av målene involverte en kraftfull aksjon hos målscorer alene (Faude et al., 2012). Faude et al., (2012) fant også at lineær sprint, definert som maksimal til nært maksimal sprint i en rett linje med tydelig akselerasjon, var den klart mest benyttede kraftfulle aksjonen før scoringene, og viser viktigheten av sprint for avgjørende situasjoner. Sprintprestasjon bestemmes hovedsakelig av steglengde, og stegfrekvens. Steglengde kommer som et resultat av effektutvikling (W) og stegfrekvens kommer av nevralfyring. Maksimal styrke er en egenskap som påvirker effektutvikling, og maksimal styrke i underkropp korrelerer med sprint- og hopp prestasjon (Dowson et al., 1998; Pääsuke et al., 2001; Wisløff et al. 2004). Den relative styrken i knebøy, har også vist seg å kunne forklare 45-53 % av variasjonen i knebøyhopp, svikthopp og 30 meter sprint hos 492 elitefotballspillere fra U14-U23 (Keiner et al., 2022).

Den andre delen av løpskravet omhandler evnen til gjentatt innsats, ofte målt som repeterte sprinter, definert som to eller flere løpsaksjoner på en gitt hastighet innenfor et bestemt tidsrom (Buchheit et al., 2010; Datson et al., 2019; Gabbett et al., 2013). I fotballkamper er to sprinter på rad mest normalt, og opp til fire eller seks som det høyeste antallet (Datson et al., 2019; Gabbett et al., 2013). Spillernes resultat på test av repetert sprint har vist seg å være en god prediktor for fysisk prestasjon i kamp (Rampinini et al., 2007). Evne til restitusjon mellom sprintaksjonene er viktig for å kunne vedlikeholde prestasjonene og hyppigheten på disse aksjonene gjennom en fotballkamp. Evnen til restitusjon mellom de høyintensive aksjonene, avhenger av blant annet aerob kapasitet, med maksimalt oksygenopptak som den mest brukte og aksepterte målet på aerob kapasitet (Tomlin & Wenger, 2001).

Trening av styrke og eksplosivitet samtidig med utholdenhet har vist seg å kunne potensielt redusere adaptasjonene til styrketreningen (Wilson et al., 2012). Hos elitefotballspillere er det typisk seks økter på fem dager i opplading til kamp Bangsbo et al., (2006), og forflytningen i både kamp, taktiske og tekniske treninger med spill på forskjellige banestørrelser så stor at

systemene generelt sett får tilført et stimuli for utholdenhet uansett hvilken økt som gjennomføres (Bangsbo et al., 2006; Hill-Haas et al., 2011; Owen et al., 2011). Det ser ut som at den negative påvirkningen av samtidig styrke- og utholdenhetstrening på styrkevariabler er størst hos godt trente utøvere, men at styrketrening hverken er negativ eller positiv på det maksimale oksygenopptaket eliteutholdenhetsutøvere (Rønnestad et al., 2012). Det er vist at plasseringen av styrketreningen, tid mellom økter, og ernæring kan påvirke på resultatene til samtidig styrke- og fotballtreninger på elitejuniorspillere (Enright et al., 2015)

For å kunne optimalisere styrketreningsadaptasjonene, er treningsfrekvens, treningsvolum, treningsintensitet, øvelsesutvalg, pausevarighet blant variablene som kan justeres (Kraemer & Ratamess, 2004). En nylig publisert studie viste at to vs. fire styrketreningsøkter per uke med likt ukentlig treningsvolum ga samme tilpasninger på styrke- og muskelvekst hos moderat styrketrente Hamarsland et al., (2022), og flere studier med liknende metode og utvalg finner også dette (Colquhoun et al., 2018; Gomes et al., 2019; Johnsen & van den Tillaar, 2021; Saric et al., 2019; Zaroni et al., 2019). Bare Zaroni et al., 2019 observerte forskjell i muskelvekst, men ikke i styrke.

Studier som undersøker styrketreningsfrekvens hos fotballspillere, har typisk forskjellig totalt ukentlig volum, så det er vanskelig å si om frekvensen eller volumet var det bestemmende (Otero-Esquina et al., 2017; B. Rønnestad et al., 2011). Forskjellig styrketreningsfrekvens med likt ukentlig treningsvolum medfører praktiske forskjeller i selve øktene. Campos et al., (2002) fant at med lik arbeidsbelastning fikk gruppen som gjorde flest repetisjoner per økt, økt muskulær utholdenhet. Seks måneder styrketrening på utrente med forskjell antall sett ikke påvirket styrke, men at gruppen som gjorde flest sett, fikk best muskulær utholdenhet (Radaelli et al., 2015). En studie sammenliknet to versus fire økter med klatrespesifikk styrketrening, med likt ukentlig volum, og samtidig ytterligere klatretrening, fant at høyfrekvensgruppen forbedret sin evne til hurtig kraftproduksjon, mens lavfrekvensgruppen forbedret sin klatrespesifikke utholdenhet (Stien et al., 2021). Om dette gjelder for elite fotballspillere kan være betydningsfull kunnskap. Så vidt vi vet, er det ingen studier som har undersøker effekten av styrketreningsfrekvens, med høyere treningsfrekvens enn to styrketreningsøkter, likt ukentlig volum, med samtidig fotballtrening på muskelvekst og andre fysiske prestasjonsbestemmende faktorer hos elite fotballspillere.

1.1 Problemstilling

Vi ønsket å undersøke om forskjellig styrketreningsfrekvens vil påvirke adaptasjonene til styrke, muskelvekst og andre fysiske prestasjonstester hos fotballspillere.

1.2 Hypoteser

Basert på tidligere litteratur på treningsfrekvensens påvirkning på styrke og muskelvekst, og forskning på samtidig styrke og utholdenhetstrening er vår hypotese at ikke det vil være forskjell mellom gruppene i endringen på styrke og muskelvekst.

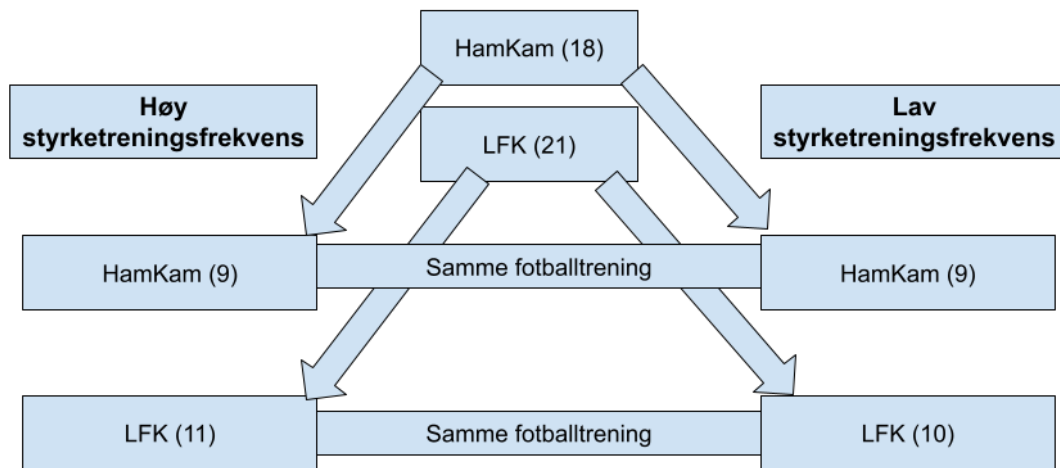
Videre antar vi at lavfrekvensgruppen får bedre tilpasninger til den muskulære utholdenheten enn høyfrekvensgruppen, men at høyfrekvensgruppen vil få bedre tilpasninger til de fysiske testene som omhandler evne til hurtig kraftproduksjon.

2. Metode

2.1 Design

Denne studien undersøkte hvordan forskjellig styrketreningsfrekvens påvirker adaptasjonene til styrke, muskelvekst og fysiske prestasjonstester hos elite junior fotballspillere. Det er en stratifisert randomisert kontrollert studie, da det er ønskelig med homogene grupper for å unngå mulige påvirkninger som ikke skyldes styrketreningsfrekvens. Stratifiseringen er gjort ut ifra alder på pre-test, og prestasjonen på trapbar markløft, 40 meter lineær sprint, og Yo-Yo Intermittent recovery test Level 1 (Yo-Yo IR1) på pre-test, som vi vet er faktorer som kan påvirke resultatene til treningen. Studien er gjennomført på spillerne er fra junioravdelingen til Lillehammer fotballklubb (LFK) og Hamarkameratene Fotball (HamKam). I forkant av prosjektet ble informasjon og samtykkeskriv udelt, der de ble informert om potensielle ulemper ved å delta i prosjektet, og alle signerte et informert samtykke før oppstart (Vedlegg 1). For deltakere under 18år ble det også utsendt et informasjonsskriv til foresatte (Vedlegg 2). Studien er gjennomført i henhold til Helsinki deklarasjonen (1975), og godkjent av lokal etisk komite ved høgskolen i innlandet.

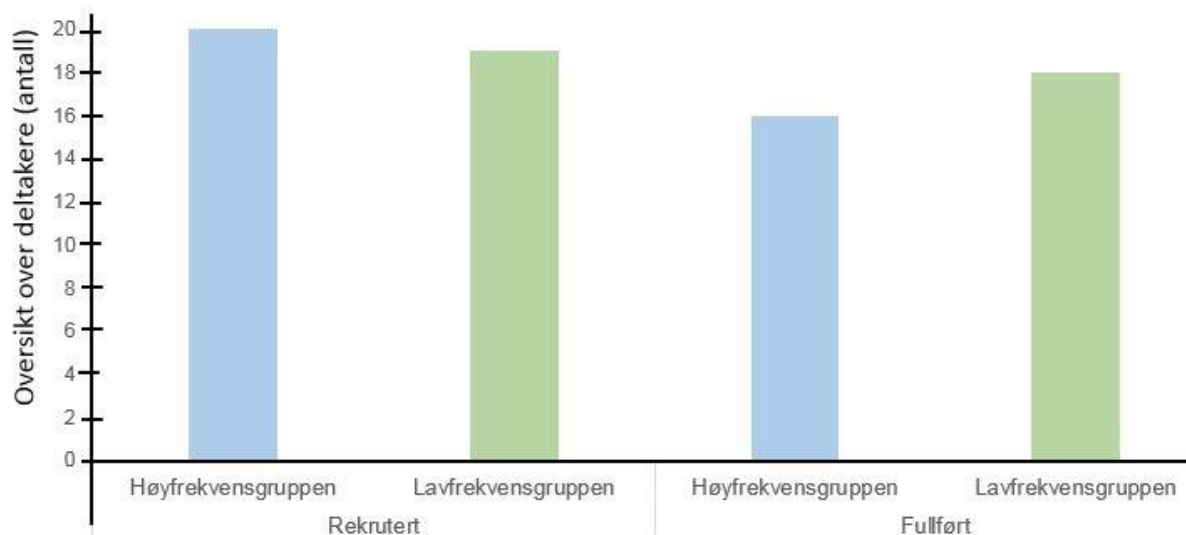
Begge klubbene har gjennomført prosjektet på samme måte, der halvparten av spillerne trente styrketrening på underkropp med lavere treningsfrekvens, og den andre med høyere treningsfrekvens. I hver klubb hadde spillerne i de to gruppene felles opplegg for den resterende treningen, sånn at bare frekvensen på styrketreningen for underkropp var forskjellig mellom gruppene på treningen gjennomført fra pre-test til post-test (figur 1). De to klubbene hadde selv frihet på alt utenom styrketrening på underkropp, og for at studien skal undersøke styrketreningens påvirkning var derfor denne fordelingsmodellen viktig for å unngå støy. Studien startet opp midt i høstsesongen til de to klubbene, og fortsatte ut i sesongpausen før jul (figur 5).



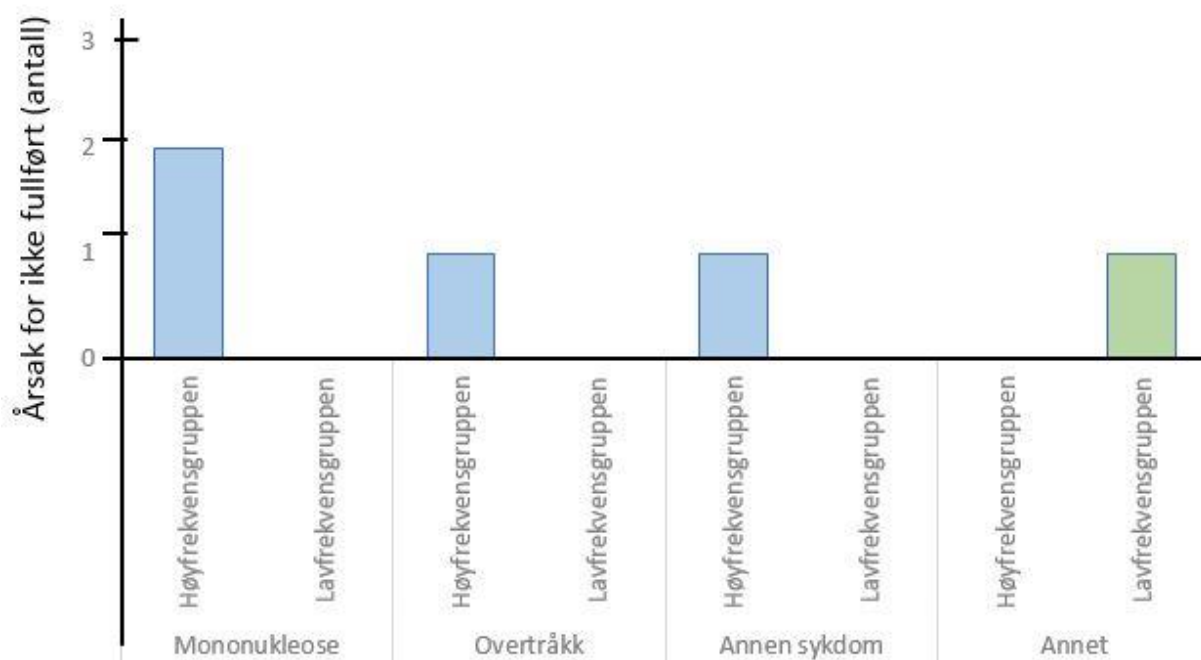
Figur 1 Forsøkspersonene fra Hamkam (Hamarkameratene) og LFK (Lillehammer fotballklubb), fordelt i de to intervensjonsgruppene. Bare frekvensen på styrketrening av underkropp vil skille de to gruppene fra hverandre. Begge intervensjonsgruppene gjennomfører felles opplegg for resterende trening i sin klubb. Antall forsøkspersoner står oppført i parentesene bak hver klubb.

2.2 Utvalg

Totalt 39 friske fotballspillere på elitenivå i junioralder ($17,5 \pm 1,0$ år), ble rekruttert til denne studien fra henholdsvis Hamkam og LFK. Klubbene ble valgt som rekruteringsplattformer basert på nivået i divisjonen til de respektive klubbenes juniorlag, og med krav om at klubbene ville ha minimum to ukentlige fotballtreninger alle uker, gjennom hele perioden, også etter endt kampsesong. Inklusjonskriteriene innebar at spillerne måtte være en del av junioravdelingene til klubbene, være skadefri, og i alderen 16 t.o.m. 19 år. De 39 deltakerne ble stratifisert randomisert etter resultatene på pre test, og fordelt i de to intervensjonsgruppene. 34 av deltakerne som startet opp kunne bli inkludert i analysen etter å ha fullført studien (figur 2). Det var forskjellige årsaker som sørget for at forsøkspersonene droppet ut av studien, men ingen av de var styrketreningsrelaterte, (figur 3). Av deltakerne som fullførte kunne ikke alle inkluderes i alle analysene. Dette skyldtes at de ble hindret i å fullføre en eller flere tester. Dette skyldtes skade under test (2), skade i forkant av fysisk test(2), eller sykdom(3) (se tabell 1).



Figur 2 Oversikt over antall deltakere som ble inkludert i prosjektet etter rekrutering står i søylene over «ved oppstart», og de som inkluderes i analysene over «Fullført».



Figur 3 Oversikt over årsakene for ikke fullført i de to gruppene. Ingen av personene som startet opp prosjektet måtte avbryte på grunn av styrketreningsrelatert skade. Annen sykdom=normale sykdommer som f.eks forkjølelse, Annet = Årsak ikke definerbar, ikke oppgitt, eller personlig årsak.

Tabell 1. Oversikt over antall forsøkspersoner som inkluderes i analyse etter å ha gjennomført pre-test, intervensjonsperiode og post-test.

Test	Høyfrekvensgruppen	Lavfrekvensgruppen
Muskeltykkelse i vastus lateralis	16	18
Svikthopp	16	17
Trap bar markløft 1rm	16	17
40m rettlinjjet sprint	16	16
Repetert sprint	16	15
YOYO IR1	13	14

Forsøkspersonene som dekker kravene for inklusjon i analysen defineres som moderat styrketrente junior fotballspillere på elitenivå. Denne definisjonen er basert styrketreningshistorikken hos spillerne i forkant og divisjonen til de respektive lagene som forsøkspersonene ble rekruttert fra, samt resultatene på de fysiske testene ved oppstart. Juniorlagene til klubbene deltakerne ble rekruttert fra spiller sitt seriespill i Interkrets A og B, som består av de 20 beste lagene (8 i A, og 12 i B), i indre Østland, Akershus, Oslo og Østfold fotballkrets. Junior fotballspillere definert som elite har vist liknende resultat på YOYO IR1, som vårt utvalg på pre test (figur 12) (Bangsbo et al., 2008; Deprez et al., 2012). Når det kommer til hurtighet i rettlinjjet sprint på 40 m (figur 8) hos forsøkspersonene, og prestasjon på svikthopp på pre-test (figur 9), er det liknende resultater som sett hos senior elitespillere (Rønnestad et al., 2011), og kroppsvekt hos utvalget i denne studien er likt fotballspillere i junioralder på elitenivå som har sin daglige kamparena i junior Bundesliga i Tyskland (Keiner et al., 2021). Det var ingen forskjell mellom gruppene på de forskjellige fysiske målene gjort ved pre-test før intervensjonen (figur 6,7,8,9,10,11,12).

2.3 Treningsprotokoll

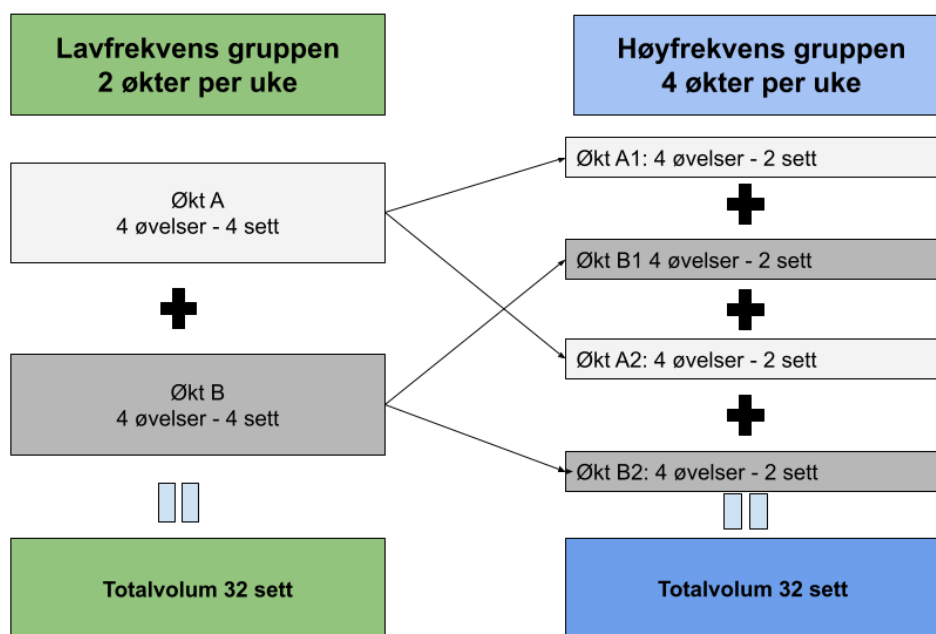
Denne studiens intervensjonsperiode gikk over 11 uker, og bestod av styrketrening for underkropp. Lavfrekvensgruppen trente halvparten så mange styrketreningsøkter med dobbelt så stort treningsvolum per økt, og høyfrekvensgruppen trente dobbelt så mange styrketreningsøkter med halvparten så stort treningsvolum per styrketreningsøkt. Dette resulterte i likt totalvolum per uke, men dobbelt så høy treningsfrekvens i den ene gruppen enn den andre.

Den første perioden hadde oppstart midt i høstsesongen der klubbene fortsatt spilte kamper, og pågikk ut over i sesongpausen uten kamper, men med organiserte lagtreninger. Perioden med kamper varte for noen av forsøkspersonene til og med den femte uken og for andre til og med uke seks i prosjektet. I uker med kampaktivitet har lavfrekvensgruppen en styrketreningsøkt på underkropp per uke, versus to styrketreningsøkter i uka hos høyfrekvensgruppen. Etter endt treningsintervensjon, ved oppmøte på testdag 1 av post-test, fikk spillerne utdelt et spørreskjema (Vedlegg 3) for å kontrollere hva som ble gjennomført utenom styrketrening for underkropp, og bedt om å rangere opplevd anstrengelse for treningen i perioden. Opplevd anstrengelse i denne studien skulle rangeres fra 1-10 basert en norsk oversettelse av Foster et al., (1995) sin modifiserte CR10 skala, og brukt som et mål på hvor hard den opplevde anstrengelsen under treningsøktene i perioden opplevdes (Impellizzeri et al., 2004). I uker uten kamp og alle uker etter sesongslutt vil treningsprotokollen være to styrketreningsøkter for lavfrekvensgruppen versus fire styrketreningsøkter for høyfrekvensgruppen. Det var ingen forskjell mellom gruppene i gjennomført trening og kampaktivitet utenom antall styrketreningsøkter for underkropp (se tabell 2).

Tabell 2. Oversikt over gjennomført trening, kamper, og opplevd anstrengelse (1-10) tilknyttet treningen i intervensjonsperioden. Signifikans merke(#)

	Høyfrekvensgruppen	Lavfrekvensgruppen	P-Verdi
Antall styrketreningsøkter for underkropp i løpet av intervensjonen	32,1 ± 2,4	15,9 ± 0,9	<0,001 #
Antall sett med styrketrening på underkropp gjennomført i løpet av intervensjonen	279,1 ± 23,4	271,1 ± 14,5	0,229
Antall fotballtreninger i snitt per uke i løpet av intervensjonen	3,8 ± 0,7	3,4 ± 1,0	0,149
Antall fotballkamper totalt i løpet av intervensjonen	5,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	0,164
Antall styrketreningsøkter per uke i løpet av intervensjonen	1,2 ± 0,9	1,6 ± 1,1	0,307
Opplevd anstrengelse på fotballøkter i løpet av intervensjonen	5,9 ± 1,5	5,5 ± 1,6	0,380
Opplevd anstrengelse på styrketreningen i løpet av intervensjonen	7,5 ± 1,3	7,4 ± 1,5	0,910
Opplevd anstrengelse totalt for all trening gjennomført i løpet av intervensjonen	7,3 ± 1,0	6,9 ± 1,1	0,283

Treningsprogrammet bestod av knebøy, trapbar markløft, utfall bakover, tå hev sittende og stående, copenhagen planke, hofteopptrekk, nordic hamstring og splitt bøy. Øvelsene er valgt basert på at de er hyppig brukt på fotballspillere, enkle å produsere kraft i, og krever lite spesielt utstyr. I ukene med kampprogram ble B økten hos lavfrekvensgruppen, og B1 og B2 hos høy frekvens gjennomført (figur 4). Pauselengde var standardisert i hele programmet og lik for begge gruppene, i øvelsene trapbar markløft og knebøy var pauselengden innenfor 3-5 min, og resterende øvelser 2-3min. Den absolutte intensiteten(treningsbelastning) øker gradvis gjennom programmet, og belastningen vil ligge innenfor 5-10 repetisjons maks (RM) hele programmet (se tabell 3).



Figur 4. Oversikt over treningsprotokollen i prosjektet. Styrketreningsprogrammet består av en A-økt, og en B-økt. Lavfrekvensgruppen (til venstre) gjennomfører hele økt A og B annenhver gang. Høyfrekvensgruppen gjennomfører økt A fordelt på to økter og økt B fordelt på to økter, A1, A2, B1, og B2, med A og B økter annenhver gang. Totalt vil gruppene ha forskjellig treningsfrekvens, og frekvens på hver øvelse, men samme totalt treningsvolum målt i antall sett.

Tabell 3 Oversikt over styrketreningsprogrammet gjennomført i intervensjonsperioden. Treningsperioden er delt inn i fire blokker med økende absolutt intensitet. RM(Repetisjons maksimum). Lavfrekvensgruppen gjennomfører alle sett i en øvelse på en økt, og høyfrekvensgruppen fordeler settene for hver øvelse på to økter. Dette resulterer i likt antall ukentlige sett i hver enkelt øvelse, og totalt i alle øvelser mellom gruppene i løpet av hver uke.

Uke 1-3				Uke 4-6			
ØKT	Øvelse	Ukentlige sett	Reps	Intensitet (RM)	Ukentlige sett	Reps	Intensitet (RM)
A	Knebøy	4	10	10	4	6	6
	Utfall bakover	4	8	8	4	8	8
	Nordic hamsting	2	6	6	2	6	6
	copenhagen	4	10	10	4	10	10
	Tåhev	4	10	10	4	10	10
B	Trapbar Markløft	4	8	8	4	6	6
	Bulgarsk splittbøy	4	10	10	4	8	8
	Ettbeins Rumensk	4	10	10	4	10	10
	Hofteopptrekk	4	10	10	4	10	10
	Sittende tåhev	4	10	10	4	10	10
Uke 7-8				Uke 9-11			
ØKT	Øvelse	Ukentlige sett	Reps	Intensitet (RM)	Ukentlige sett	Reps	Intensitet (RM)
A	Knebøy	3	6	6	3	5	5
	Utfall bakover	3	8	8	3	6	6
	Nordic hamsting	2	6	6	2	6	6
	copenhagen	2	10	10	2	10	10
	Tåhev	4	10	10	4	10	10
B	Trapbar Markløft	4	6	6	4	5	5
	Bulgarsk splittbøy	3	8	8	3	6	6
	Ettbeins Rumensk	4	10	10	4	10	10
	Hofteopptrekk	3	10	10	3	10	10
	Sittende tåhev	4	10	10	4	10	10

2.4 Testprotokoll

Pre-test ble gjennomført uken før oppstart på treningsintervensjonen, og post-test gjennomføres uken etter endt treningsintervensjon (se figur 5). De to testperiodene består av det samme testbatteriet på to dager, og inneholder mål av muskeltykkelse og forskjellige fysiske tester som identifiserer egenskaper som reflekterer det fysiske arbeidskravet for fotballprestasjon (se tabell 4). Deltakerne ble i forkant av begge testdagene instruert til å ha 24 timer hvile fra all fysisk anstrengende aktivitet, trening, og kamp i forkant av testdag 1 og minimum 48 timer før testdag 2.



Figur 5. Tidslinje for prosjektet, fra pre-test til post-test. Pre-test gjennomføres midt i høstsesongen, med en påfølgende 11 ukers intervensjonsperiode, og avsluttes med post-test sesongpause.

Tabell 4 Innhold på testdag 1 og 2 Oppført i kronologisk rekkefølge. 1RM = 1 Repetisjons maksimum.

Testdag 1	
Egenskap	Test
Muskelvekst	Ultralyd av muskeltykkelse i M.vastus lateralis

Testdag 2	
Egenskap	Test
Spent	Svikthopp på kraftplattform
Styrke	1RM trapbar markløft
Hurtighet	0-10-20-30-40m
Utholdenhet	Repetert sprint
Utholdenhet	Yo-Yo Intermittent Recovery Test

2.4.1 Testdag 1

Første testdag ble gjennomført hos klubbene, og fulgte samme standardisering, med samme utstyr, og samme lokasjon på pre og post test.

2.4.1.1 Ultralyd av muskeltykkelse i M.vastus lateralis

Muskeltykkelse ble målt ved hjelp av ultralydapparat B-modus ultrasonografi (SmartUS EXT-1 M, Telemed, Vilnius, Litauen) på M.Vastus lateralis. For å bestemme punktet for målingen ble det først, ved hjelp av palpasjon, funnet leddspalten i kneet og trochanter major. Distansen mellom leddspalten og trochanter major ble målt opp og markert på det mest prominente punktet på M.vastus lateralis under kontraksjon. To punkter med 6 cm distanse ble deretter markert på M.vastus lateralis, og tegnet av på en plastfilm, sammen med kneskål, kjennetegn i huden som f.eks. føflekker, arr, og fødselsmerker. Dette sørget for en 12 cm stor måledistanse midt over M.vastus lateralis. Denne prosedyren ble gjennomført på begge bein, og det ble tatt tre ultralyd bilder for hvert punkt. Plastfilmen ble benyttet på post-test for å sørge for måling på samme punkt som på pre-test. En pilotstudie i forkant av prosjektet viste at denne metoden ga en variasjonskoeffisient på 1,73 %.

2.4.2. Testdag 2

Testdag 2 ble også gjennomført på treningsfasiliteter hos klubbene, innendørs, med lite til ingen mulighet for klimatiske påvirkninger av resultatene. Testdag 2 fulgte samme standardisering på pre og post-test, dette gjaldt også pauselengder, øvelsesrekkefølge og tidspunkt på døgnet for test, samt utstyr og lokasjon. Deltakerne rapporterte koffeininntak, skotype på løpstest, og om de benyttet reimer på trapbar markløft på pre-test, og repeterte dette på posttest. Dette ble kontrollert ved oppmøte på post-test av testleder.

2.4.2.1 Svikhopp på kraftplattform

Oppvarming bestod av 20 utfall (10 på hvert bein), og 10 knebøy uten ytre belastning.

Oppvarmingen inkluderte også ett hopp på 60x60 Sandwich kraftplattformen (Biomekanikk AS, Oslo, Norge). Forsøksperson ble instruert til å stå skulderbredt, holde hendene på hofta, gå ned til valgfri dybde, men med anbefaling om at det lønner seg å gå dypt. De ble også instruert til å gå hurtig ned, snu med fullkraft og hoppe så høyt de klarte med maksimal innsats. Hopp ble underkjent hvis hendene ikke beholdes på hoften under hele hoppet, eller hvis personen stoppet opp i bunnen av satsfasen. Hver forsøksperson hoppet til de fikk tre godkjente hopp, men om det siste hoppet var det beste resultatet, ville forsøkspersonen få ett nytt forsøk, helt til forsøkspersonen fikk et lavere resultat.

2.4.2.2 1RM Trapbar markløft

Oppvarming bestod av ti repetisjoner på stang, fem repetisjoner på 50 % av E1RM (Estimert 1RM), og tre repetisjoner på 70 % av E1RM. Forsøkspersonene ble instruert til å gripe midt på håndtaket, senke hofta ned, brystet hopp og skyve fra med beina, løftet ble godkjent av testleder, når forsøksperson stod fullstendig utrettet med ankel, kne, hofta og skuldre i en vertikal rett linje. Forsøkspersonene benyttet samme trapbar (Concept Norway AS, Sandefjord, Norway,) og vektplater (Concept Norway AS, Sandefjord, Norway) på pre og post-test. Laveste håndtak på stangen ble brukt (225 mm over bakken). Etter oppvarming løftet forsøkspersonene en og en repetisjon med minimum fire, og maksimum seks minutters pause mellom hvert forsøk, med mål om å finne 1RM på 2-4 forsøk. Alle løft ble dokumentert, og samme prosent av 1rm ble benyttet på post test med mål om å få likt antall forsøk. Forsøkspersonene benyttet reimer, og kunne få hjelp til å stramme disse.

2.4.2.3 40 meter lineær sprint

Oppvarming bestod av fem min jogg med 11 i borg, før en drill bestående av 20 meter gange med dynamisk hoftefleksjon, 20 meter med spark i rumpa, og 20 meter med høye kneløft. Tre stigningsløp på 40m opptil 80 %, 90 %, og 100 % innsats, der angitt innsats skulle holdes fra 30,2 meter og ut. 40 meter lineær sprint ble målt ved hjelp av MUSCLE LAB Fotocelle sensor (Ergotest innovation AS, Stathelle, Norway), med fotocelle hver tiende meter gjennom sprinten. Start for forsøkspersonen var 60 cm bak 1. sensor. Sensorene er montert 55cm over bakken. Forsøksperson får klarsignal og starter på frivillig tidspunkt etter det signalet, og tidtaking starter når forsøkspersonen bryter første sensor. Hver forsøksperson skal ha to løp, der alle målingene er registrert. Hvis siste forsøk er raskere enn alle foregående forsøk, skal forsøkspersonen ha ett nytt forsøk. Det skal alltid være minimum et og maksimum tre minutt pause mellom hvert forsøk.

2.4.2.4 Repetert sprint

Testen bestod av 6x30 m sprinter med start på sprint hvert 20 sekund. Repetert sprint er neste test etter sprint, og det er ingen ytterligere oppvarming. Start på testen og alle oddetallsprinter for forsøkspersonen er 60 cm bak 1.sensor, etter første sprint skal forsøkspersonen løpe i samme bane, men i motsatt retning, med start for alle partallsprinter og 60cm bak sensor 2. Sensorene er montert 55cm over bakken. Forsøkspersonen fikk beskjed fem sekunder før hver sprint, og et tydelig «GÅ!», når sprinten skal starte. Tidtaking for hver sprint startet når forsøksperson bryter sensoren foran seg. Den repeterte sprint testen ble målt ved hjelp av MUSCLE LAB Fotocelle sensor (Ergotest innovation AS, Stathelle, Norway), med måling i

hver ende (sensor en og to) av den 30 meter lange sprintbanen.. Forsøkspersonen skulle stå i ro før start på hver sprint på angitt startpunkt 60 cm bak fotocelle, og instrueres til å løpe full sprint hele veien.

2.4.2.5 Yo-Yo Intermittent recovery Level 1

Ble gjennomført på standardisert protokoll oppgitt fra leverandør(Wood, 2018). Det er ingen oppvarming før Yo-Yo IR1, da den ble gjennomført etter repetert sprint, men det skulle være minimum 10min pause mellom testene.

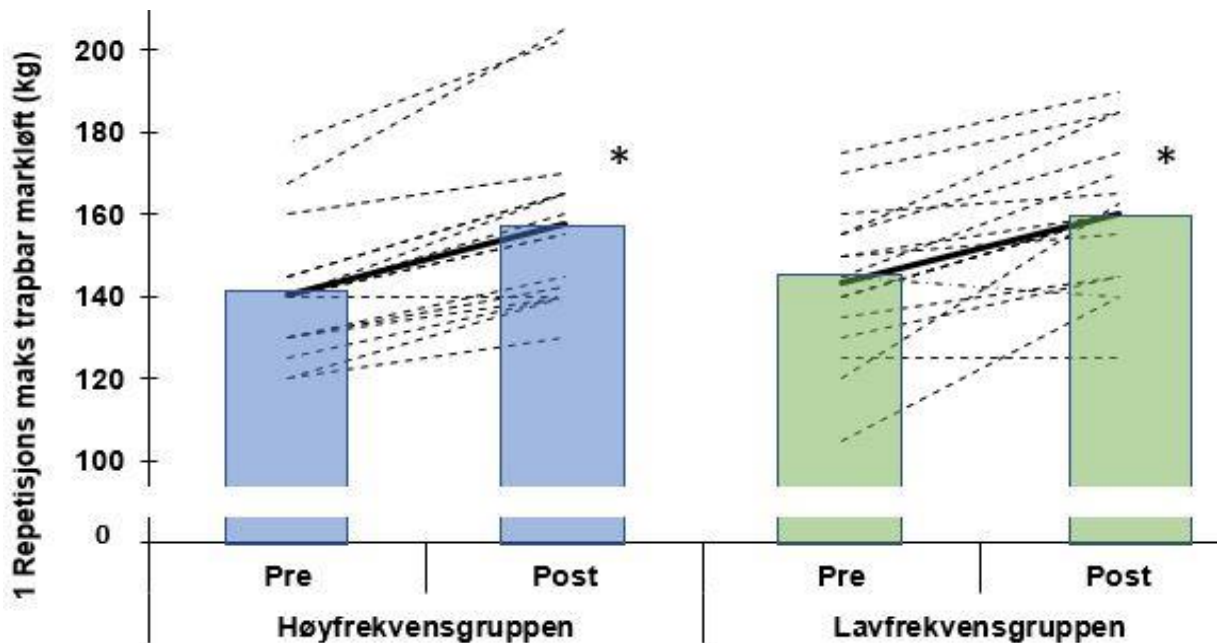
2.5 Statistikk og databehandling

All data presentert i tabeller og tekst er gjennomsnitt \pm standard avvik. Jamovi (The Jamovi Project, Sydney, Australia) er brukt i all beregning av statistikk. Uavhengig t-test er benyttet på forskjellen mellom gruppene fra pre til post test og ansett som statistisk signifikante hvis $p \leq 0.05$, og p-verdi mellom 0,05 og 0,10 ble ansett som en tendens. Det ble ikke gjennomført Bonferroni korreksjon på testene mellom gruppene, da det på grunn av elitenivået til deltakerne er vanskelig å oppdage små forskjeller mellom gruppene på så godt trente utøvere med den konservative statistiske tilnærmingen som Bonferroni krever. Denne studien undersøker effekten av forskjellig styrketreningsfrekvens, og den praktiske forskjellen mellom gruppene er uttrykt som Cohens 'd effektstørrelse (ES). På grunn av at studiens utvalg er definert som moderat styrketrent elite fotballspillere, er to av terskelnivåene for omfanget på effektstørrelsen foreslått av Rhea, (2004) benyttet. På analyse av styrke og muskelvekst (1 RM trapbar markløft og muskeltykkelse i M.vastus lateralis) er terskelverdien for omfanget satt til rekreasjonstrent (triviell = $<0,35$ liten= 0,35-0,80, moderat= 0,80-1,50, stor= $>1,5$ og for de andre fysiske testene(svikthopp, Sprint, Repetert sprint, og Yo-Yo IR1) til godt trent (triviell $<0,25$ liten 0,25-0,50, moderat 0,50-1,00, stor $>1,0$)(Rhea, 2004). For analyse av endringen pre-test til post-test innad i gruppene benyttet parett t-test for å se på forskjellen fra pre-test til post-test innad i gruppene. Det opprinnelige nivået for statistisk signifikans ble satt til $p \leq 0.05$, men på grunn av mange sammenlikninger innad i gruppene er det gjennomført Holm-Bonferroni sequential adjustments (Holm, 1979). Rådata vil bli gjort tilgjengelig via en Excel fil med alle data som hentes inn ved testing.

3. Resultater

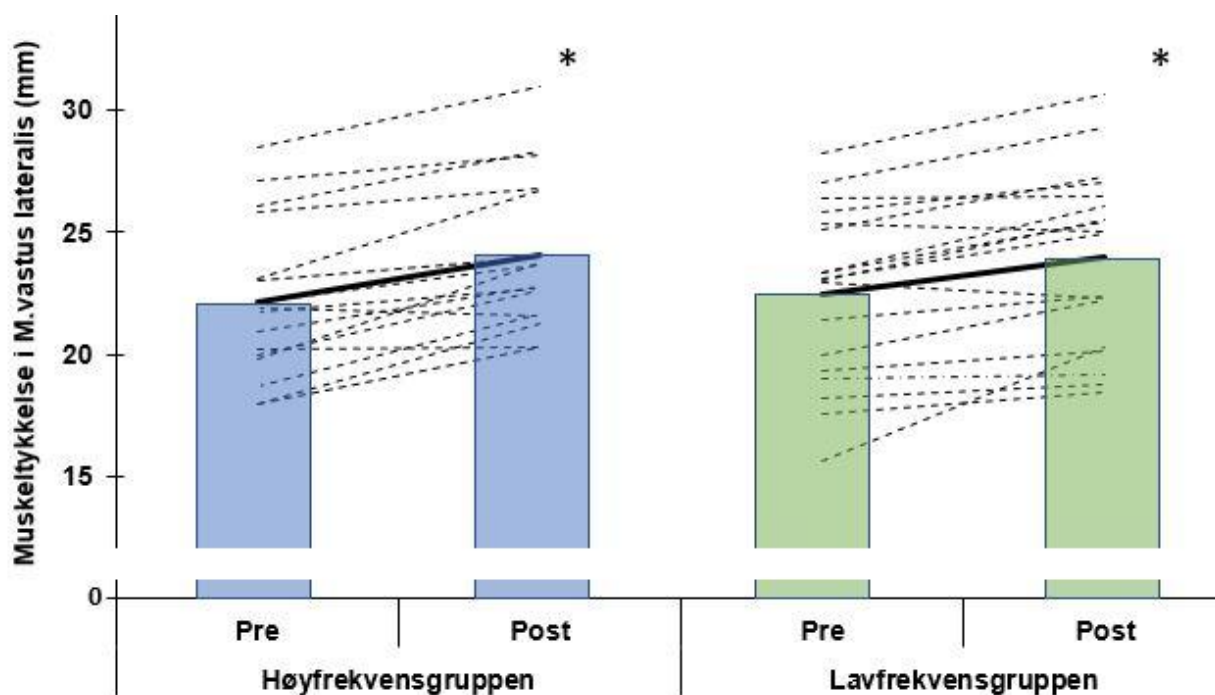
3.1 Muskelstyrke og muskelvekst

På 1RM trapbar markløft fikk både høyfrekvensgruppen og lavfrekvensgruppen økning i 1RM fra pre til post-test, (hhv, $11,9 \pm 5,2 \%$, $p = < 0,001$ og $12,2 \pm 10,3 \%$, $p = < 0,001$), det var ingen forskjell mellom gruppene ($p = 0,910$) (se figur 6). Omfanget av den praktiske effekten på endringen i 1RM trapbar markløft var triviell mellom gruppene ($ES = 0,04$). Både høyfrekvensgruppen og lavfrekvensgruppen økte muskeltykkelsen i M.vastus lateralis fra pre til post-test (hhv. $9,1 \pm 6,4 \%$, $p = < ,001$ og $6,9 \pm 7,2 \%$, $p = < ,001$), og det var ingen forskjell mellom gruppene ($p = 0,370$) (se figur 7). Omfanget av den praktiske effekten på endringen i muskeltykkelse var triviell mellom gruppene ($ES = 0,31$).



Figur 6. Endring i en repetisjons maksimum i trapbar markløft fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylen viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner.

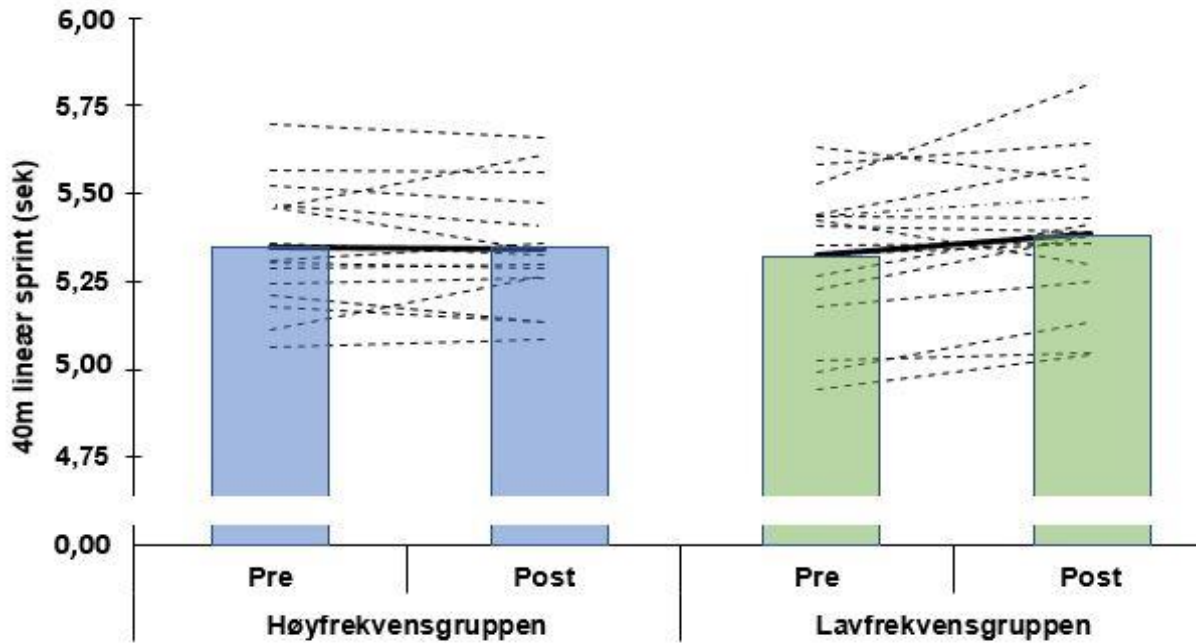
Signifikanstegn: Innad i gruppene = ($p \leq 0,05 = *$) og Mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).



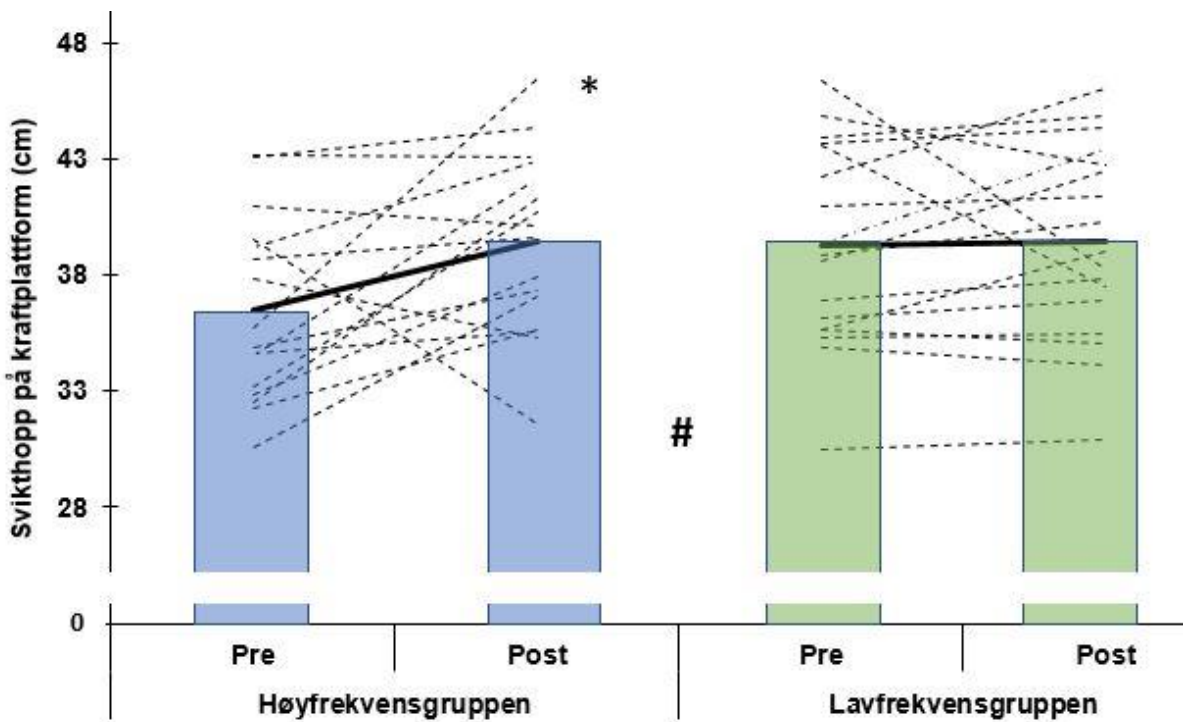
Figur 7. Endring i muskeltykkelse i M.vastus Lateralis målt med ultralyd fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: Innad i gruppene ($p \leq 0,05 = *$), og mellom gruppene ($p \leq 0,05 = \#$)

3.2 Spenst og hurtighet

Forskjellen i endring fra pre til post-test mellom høyfrekvensgruppen og lavfrekvensgruppen på 40 m lineær sprint tenderte mot signifikant, og omfanget av den praktiske effekten var moderat i favør av høyfrekvensgruppen ($p = 0,056$, $ES = 0,72$) (figur 8). Fra pre til post-test hadde høyfrekvensgruppen økning i svikthopp ($9,1 \pm 13,5$ %, $p = 0,024$), men lavfrekvensgruppen hadde ingen endring ($0,9 \pm 7,6$ %, $p = 0,798$), som resulterte i forskjell mellom gruppene ($p = 0,039$) (figur 9). Omfanget av den praktiske effekten på endringen i svikthopp pre til post-test var moderat for høyfrekvensgruppen, triviell for lavfrekvensgruppen, og moderat mellom gruppene i favør av høyfrekvensgruppen ($ES = 0,75$)



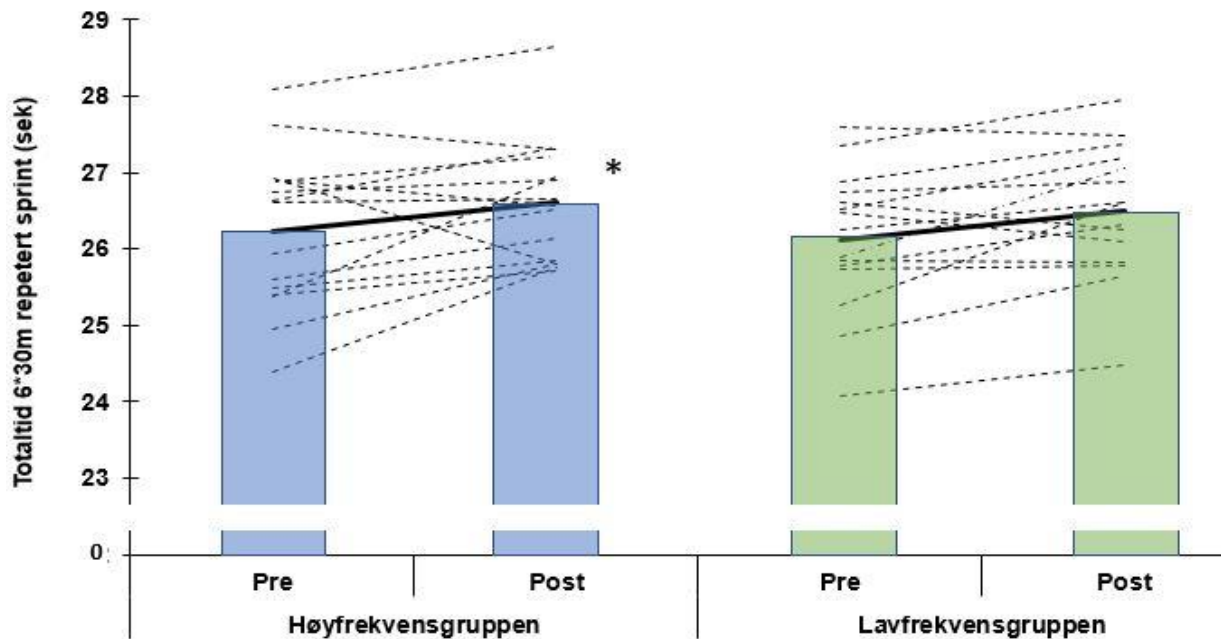
Figur 8. Endring i tidsbruk på 40m Lineær sprint fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).



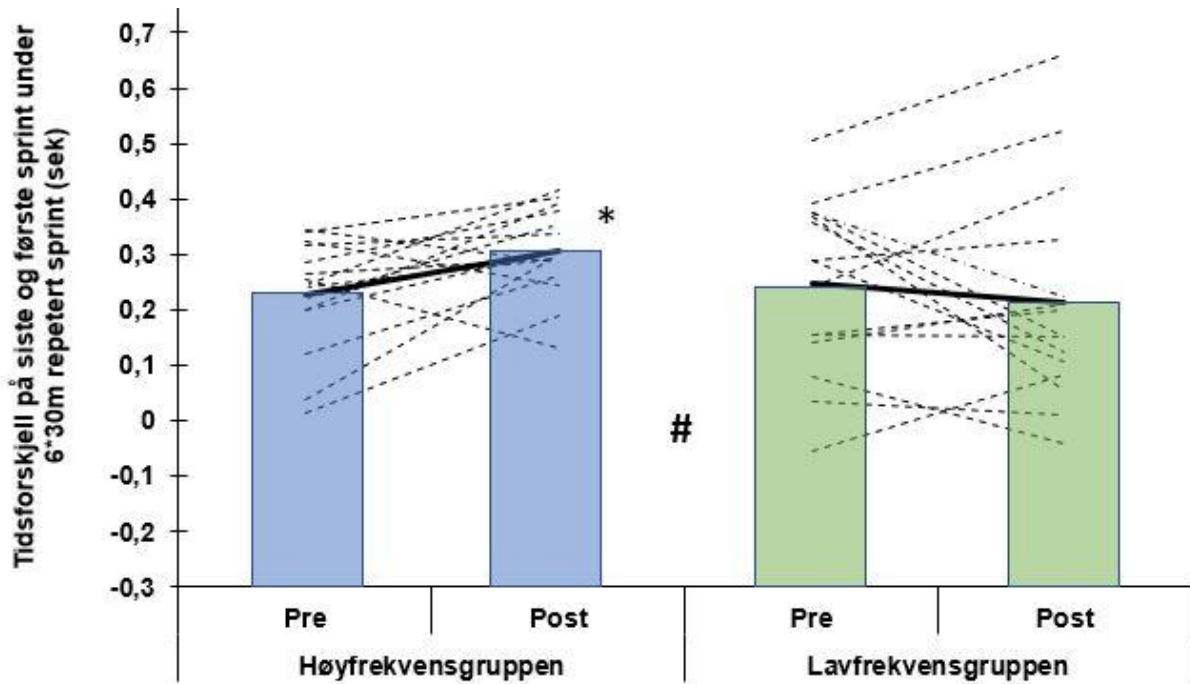
Figur 9. Endring i høyde på svikhopp fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: Innad i gruppene = ($p \leq 0,05 = *$) og mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).

3.3 Utholdenhetsprestasjon

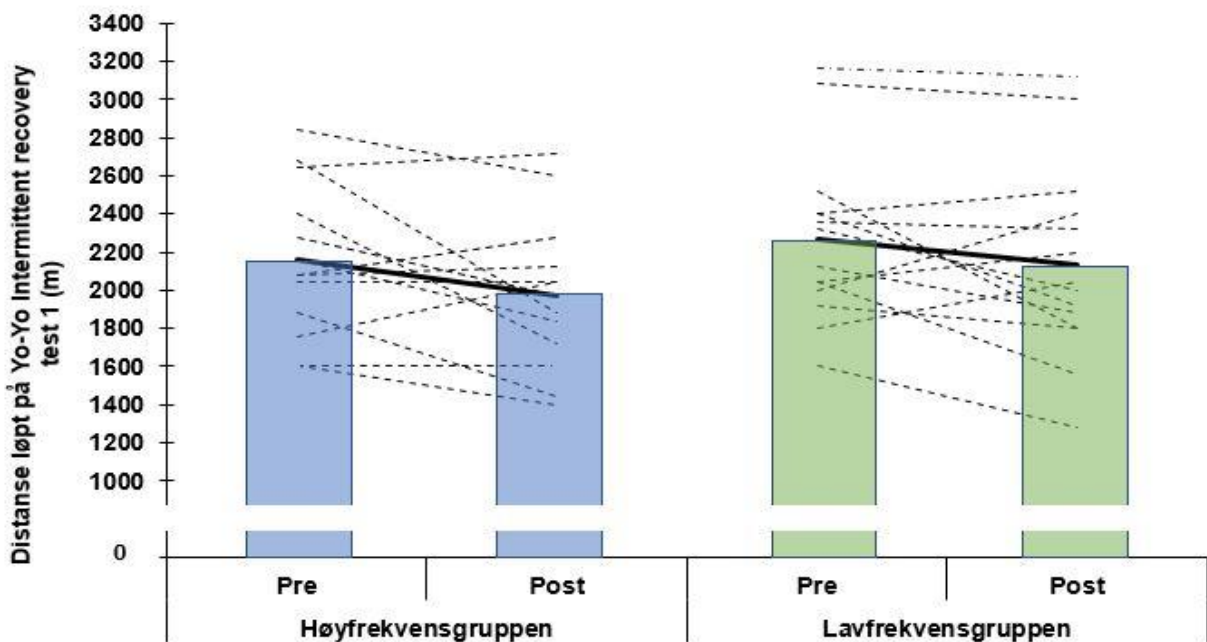
På totaltid repetert sprint hadde høyfrekvensgruppen tilbakegang ($1,48 \pm 2,58$ %, $p=0,046$), og lavfrekvensgruppen ingen endring ($1,48 \pm 1,96$ %, $p=0,011$), ingen forskjell ble observert mellom gruppene ($p=1,000$, (figur 10). Omfanget av den praktiske effekten på totaltid var triviell mellom gruppene ($ES = < 0,01$). Høyfrekvensgruppen hadde en økning i forholdet mellom første og siste sprint under repetert sprint pre til post-test ($34,3 \pm 330,4$ %, $p = 0,01$), dog hadde lavfrekvensgruppen ingen endring (hhv. $-13,6 \pm 86,4$ % $p = 0,78$), dette resulterte i forskjell mellom gruppene ($p = 0,042$) (figur 11). Omfanget av den praktiske effekten på forskjellen mellom gruppene i endring av tidsforskjell på første og siste sprint fra pre til post-test var moderat i favør av lavfrekvensgruppen ($ES = 0,78$) Det var ingen forskjell mellom gruppene i endringen av antall meter løpt, fra pre til post-test på Yo-Yo IR1, men det var en liten effektstørrelse i favør av lavfrekvensgruppen ($p=0,504$, $ES=0,25$) (figur 12).



Figur 10. Endring i totaltid på repetert sprint fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: Innad i gruppene = ($p \leq 0,05 = *$) og mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).



Figur 11. Endring i tidsforskjell fra sprint en til sprint seks på repetert sprint fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: Innad i gruppene = ($p \leq 0,05 = *$) og mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).



Figur 12. Endring i tidsforskjell fra sprint en til sprint seks på repetert sprint fra pre-test til post-test for de to gruppene. Søylene viser snitt for gruppene ved pre og post-test. Heltrukken linje viser endringen. De stiplede linjene viser individuelle verdier for alle forsøkspersoner. Signifikanstegn: mellom gruppene = ($p \leq 0,05 = \#$).

4. Diskusjon

Hovedmålet med denne studien var å undersøke styrketreningsfrekvensens påvirkning på prestasjonsrelaterte fysiske faktorer hos elitejunior-fotballspillere. Hovedfunnene i denne studien var at forskjellig styrketreningsfrekvens ikke påvirker økningen i maksimal muskelstyrke og muskelvekst. Høyere treningsfrekvens ga imidlertid signifikant bedre økning på svikhopp, og tendens til bedre 40 m sprint enn lav styrketreningsfrekvens, men lavere styrketreningsfrekvens ga en signifikant bedre endring i hastighetsfall på repetert sprint sammenliknet med høyfrekvens gruppen fra pre til post-test.

4.1 Styrke og muskelvekst

Funnene i denne studien, når det kommer til styrketreningsfrekvensens effekt på muskelvekst og styrke, stemmer overens med tidligere litteratur, til tross for at i denne studien gjennomfører deltakerne også en stor andel utholdenhetstrening i motsetning til i de tidligere studiene (Colquhoun et al., 2018; Gomes et al., 2019; Hamarsland et al., 2022; Johnsen & van den Tillaar, 2021; Saric et al., 2019; Zaroni et al., 2019). Disse studiene fant heller ingen forskjell mellom gruppene i endring av styrke og muskelvekst, med unntak av Zaroni et al.,(2019), som fant forskjell i muskelvekst i favør av høyfrekvensgruppen. Hypotesen for at høyere frekvens skal kunne lede til bedre adaptasjoner til styrke og muskelvekst, enn lavere frekvens med samme ukentlig volum er basert på hvordan muskelproteinsyntesen reagerer på styrketrening. Muskelproteinsyntesen er levert i alt fra 24 til 48 timer etter en dose styrketrening med både høyt repetisjonsantall, lavt repetisjonsantall, eksentrisk og konsentrisk trening (Burd et al., 2011; MacDougall et al., 1995; Phillips et al., 1997). Relativt lavt styrketreningsvolum på en muskelgruppe innad i en økt kan gi god økning i proteinsyntesen (Burd et al., 2011; Ostrowski et al., 1997). Ut ifra dette argumenterer Dankel et al., (2017) for at høyere styrketreningsfrekvens kan stimulere denne oppreguleringen oftere og oppnå mere tid i løpet av uka med høyere muskelproteinsyntese.

Det ser også ut til at effekten av styrketrening ikke nødvendigvis øker med økt treningsvolum innad i en økt (Amirthalingam et al., 2017; Hackett et al., 2018). En studie som sammenliknet 8 sett og 12 sett på quadriceps viste en liten økning i muskelproteinsyntese i 12 sett gruppen sammenliknet med 8 sett gruppen (Damas et al., 2019). Økningen i muskelproteinsyntese korrelerte ikke med hypertrofien over en åtte ukers treningsperiode, noe Damas et al.,(2019) mente skyldtes at økningen i muskelproteinsyntesen var på grunn av høyere muskelskade. Det

totale volumet ukentlig i vår studie gjorde at volumet innad i hver økt for lavfrekvensgruppen ikke ble så høyt som i 12sett gruppen hos Damas et al.,(2019). En metaanalyse på treningsfrekvens viste bedre resultater når volumet økte som en følge av økt styrketreningsfrekvens, og forfatterne foreslo at høyere treningsfrekvenser kan tillate høyere treningsvolum som potensielt kan lede til mer muskelvekst (Schoenfeld et al., 2019). I vår studie har lavfrekvensgruppen 6-7 sett per økt for hamstring og quadriceps og høyfrekvensgruppen har 3-4 sett for samme muskelgruppe per økt, som tilsvarer 12-14 sett per uke. Det kan derfor tenkes at volumet både innad i hver enkelt økt og ukentlig ikke er så høyt at det er nødvendig å fordele det ut over mer enn antallet økter lavfrekvensgruppen gjennomførte per uke for å optimalisere styrke og muskelvekst.

Sammenlikner man muskelvekst og endringen i muskelstyrke med andre studier med liknende metodisk fremgangsmåte, men uten utholdenhetsstimuli er det kanskje mulig å kunne se om styrke- og muskelvekst er påvirket av utholdenhetstimuliet fra fotballtrening og kamper. En studie der deltakerne gjennomførte 12 ukentlige sett trening for quadriceps, over 9 uker fikk deltakerne en økning på omtrent 20 % i muskeltykkelse i M.vastus Lateralis, og omtrent 15 % økning i styrke i knebøy (Hamarsland et al., 2022). Sammenliknet med denne studien hvor deltakerne gjennomførte omtrent samme treningsvolum per uke over 11 uker, er resultatene noe redusert for 1RM og omtrent halvert for muskelvekst. Hamarsland et al., (2022), målte muskelvekst i M.vastus lateralis på nøyaktig samme måte, men målte over 6-7 cm distanse i stedet for 12 cm. Målemetoder, og metodiske forhold gjør sammenlikning fra enkeltstudier til enkeltstudier på muskelvekst lite pålitelig (Buckinx et al., 2018). Allikevel kan det være indikasjon på at effekten mulig har blitt redusert av den ekstra treningen gjennom fotballøkter, da deltakerne hos Hamarsland et al., (2022) ikke gjennomført utholdenhetstrening i tillegg. Sammenlikner man med andre studier på styrketreningsfrekvens på fotballspillere blir bildet annerledes. Rønnestad et al., (2011) fant ingen endring i 1 RM knebøy i gruppen som trente en ukentlig styrkeøkt, og en signifikant reduksjon i gruppen som trente 0,5 økter per uke i den 12 uker lange intervensjonen. Spillerne i studien gjennomførte høyere volum fotballtrening, et vesentlig lavere styrketreningsvolum, og hele intervensjonen ble gjennomført under kampsesong. Ettersom det meg bekjent ikke eksisterer sammenlignbare studier som undersøker så høye styrketreningsfrekvenser med likt ukentlig treningsvolum på elitejunior-fotballspillere, vil det være spekulativt å konkludere.

4.2 Spenst og hurtighet

I analyse av resultatene på spenst og hurtighet, fant vi forskjell i endring med moderat effektstørrelse i favør av høyfrekvensgruppen på svikthopp, og en tendens til at 40 m lineær sprint utviklet seg best fra pre til post-test i høyfrekvensgruppen, med en moderat effektstørrelse. En potensiell forklaring på disse funnene, kan være at til tross for likt ukentlig volum, kan kortere økter med færre sett potensielt gir mindre utmattelse underveis i økta (Tornero-Aguilera et al., 2022). Dette kan videre føre til bedre effektutvikling på hver repetisjon i høyfrekvensgruppen. Selv om forsøkspersonene ble instruert underveis i øktene til å gjennomføre hver repetisjon med maks kraft, kan det tenkes at det lave volumet per økt har tilført mindre utmattelse i snitt, som har resultert i bedre kvalitet på hver repetisjon. Denne effekten er sett i en studie som sammenlignet to økter mot fire økter på klatrespesifikk styrketrening hos godt trente klatrere (Stien et al., 2021). Stien et al., (2021) observerte at høyfrekvensgruppen forbedret seg signifikant på evne til hurtig kraftproduksjon, mens lavfrekvensgruppen ikke forbedret seg, til tross for at begge gruppene gjennomførte samme ukentlige volum. Deltakerne i den studien gjennomførte også vanlig klatretrening utenom styrketreningen.

Det er sett korrelasjoner mellom maksimal styrke i underkropp og sprint- og hoppprestasjon (Dowson et al., 1998; Pääsuke et al., 2001; Wisloff et al., 2004). Den relative styrken i knebøy, kan forklare omtrent halvparten av variasjonen i SJ, CMJ, og 30 meter sprint hos 492 elite fotballspillere fra U14-U23 (Keiner et al., 2022). Som mulig forklarer hvordan 11 uker styrketrening, ledet til forbedret prestasjon på svikthopp hos høyfrekvensgruppen. Det kan ta tid å overføre nye eksplosive egenskaper fra treningsrommet, til sprintprestasjon (Sedano et al., 2011). Denne foreslåtte innlæringseffekten kan være grunnen til at man ser denne korrelasjon mellom styrke i underkropp og en rekke spenst og hurtighetsmål, men ikke konsekvente forbedringer etter styrketreningsintervensjoner. En studie som undersøkte forskjellen mellom hastighetsbasert styrketrening, og intensitetsbasert fant bedringer i 1RM knebøy og spensthopp hos begge gruppene, men uten endring i 30 m sprint prestasjon gjennom pre-season trening på elite fotballspillere (Loturco et al., 2013). Likevel hadde høyfrekvensgruppen en tendens til signifikant bedre resultat enn lavfrekvensgruppen, og omfanget av den praktiske effekten var moderat i favør av høyfrekvensgruppen. Det er godt beskrevet at sprinttrening er spesifikt til distansen som den trenes på, varighet, og retning (Shalfawi et al., 2013; Spinks et al., 2007; Tønnessen et al., 2011). Dette indikerer viktigheten av tilstrekkelig trening på sprint, for sprintprestasjon. Det er sett forskjeller i prestasjon på

fysiske tester, før sesong, i sesong og utenfor sesong på fotballspillere (Meckel et al., 2018). Denne studiens tidspunkt for oppstart og avslutning kan dermed også spille en rolle for sprintprestasjonen. Spillerne fikk også et mulig redusert stimuli på rettlinjert sprint over lengere distanse grunnet færre fotballøkter og kamper fra midten av intervensjonen, og etter endt kampsesong. Selv om spillerne skulle gjennomføre den samme treningen, og at det ikke var observert noen forskjell på andre punkter enn styrketreningsfrekvensen for underkropp (tabell 2), er det ikke kontrollert for objektiv data på individuell forflytning under fotballøkter og kamper.

4.3 Utholdenhetsprestasjon

I testene for utholdenhet, var det forskjellige funn. Ingen av de to gruppene hadde endring fra pre-test til post-test på totaltid i repetert sprint, og var det ingen forskjell mellom høyfrekvensgruppen og lavfrekvensgruppen i endring på totaltid. Det at pre-test gjennomføres i kampsesong når spillerne har et stort stimuli løping, sammenliknet med post-testen som ble gjennomført i sesongpausen, kan være en del av forklaringen til at gruppene ikke endret totaltid fra pre-post. Repetert sprint forbedres som sprint ved spesifikk trening, og spillere får signifikant bedre resultater midt i sesong, rett etter sesong, enn før sesong (Meckel et al., 2018) Det var heller ingen forskjell mellom gruppene i Yo-Yo IR1. Til tross for ingen forskjell mellom gruppene i endring i totaltid på repetert sprint, eller Yo-Yo IR1, hadde lavfrekvensgruppen en bedre endring, med moderat effektstørrelse, fra pre til post-test i tidsforskjell fra sprint en, til sprint seks sammenliknet med høyfrekvensgruppen. I praksis betyr dette at endringen i gjennomsnittlig tid per sprint er lik for gruppene, men at lavfrekvensgruppen mulig motstår utmattelse bedre etter 11 uker styrketrening. Den samme studien Stien et al., (2021) som fant at høyfrekvens styrketrening ga signifikant forbedring på evne til hurtig kraftproduksjon, fant også at lavfrekvensgruppen fikk en signifikant bedre endring i en klatreutholdetstest sammenliknet med kontrollgruppen.

Den forbedrede evnen til å motstå utmattelse kan ha vært forårsaket av de praktiske forskjellene som forskjellig treningsfrekvens, med likt ukentlig volum medfører. På grunn av likt ukentlig volum og standardisert pauselengde vil lavfrekvensgruppen gjennomfører færre, enn høyfrekvensgruppen. Lengere økter kan utvikle evnen til å motstå utmattelse (Kraemer & Ratamess, 2005). En annen konsekvens vil være at øktene har forskjellig volum (målt som antall sett), og arbeidsbelastning (sett x reps x vekt). En seks måneders studie på 48 utrente menn undersøkte ett sett mot tre sett, og fem sett med samme intensitet, fant at styrken i underkropp utviklet seg likt i gruppene, men at den muskulære utholdenheten utviklet seg

bedre i gruppene som trente flere sett (Radaelli et al., 2015). I studien til Radaelli et al., (2015) var også det ukentlige treningsvolumet forskjellig, så det vil være spekulativt å konkludere om effekten kom av volumet innad i økten, eller det ukentlige volumet. Når det kommer til treningsintervensjoner med likt ukentlig arbeidsbelastning, men forskjellig repetisjonsantall mellom intervensjonsgruppene fant (Campos et al., 2002) at gruppen som trente på lavest intensitet (% av 1RM), men som gjorde flest repetisjoner på øktene fikk forbedret muskulær utholdenhet. Funnene i Stien et al., (2021), og våre funn, peker i samme retning, og har endring på lignende egenskaper med liknende metode. Det kan man antyde at forskjellig volum og varighet på treningsøktene til tross for likt ukentlig volum, vil være fordelaktig for muskulær utholdenhet.

4.4 Praktiske implikasjoner

Det eksisterer lite forskning på styrketreningsfrekvens med likt ukentlig volum for lagidretter, men resultatene kan være betydningsfulle. Styrketrening med både høy og lav frekvens gir økt styrke i underkropp, og er man ute etter styrke eller muskelvekst tyder vår studie på at frekvensen ikke vil ha noen innvirkning på resultatene til treningen, så lenge det ukentlige volumet er likt. Dette kan gi utøvere, trenere og fagpersoner innenfor fotball og andre lagidretter et bedre grunnlag for å gjøre evidensbaserte valg i treningshverdagen. Det vil kreve videre forskning og mer data på tematikken, men denne studien peker i retning av at trening for styrke og muskelvekst er det mulig å variere antall økter for å tilpasse til treningshverdagen, så lenge det ukentlige volumet ikke blir endret. Resultatene peker også i retning av at høyfrekvens kan være å foretrekke om målsetningen er å utvikle evne til hurtig kraftproduksjon, og lavere styrketreningsfrekvens med høyere volum innad i økten kan være å anbefale om målsetningen er å utvikle evnen til å motstå utmattelse, og dermed opprettholde sprintprestasjon i repeterte sprinter.

Studiens metodiske oppsett var viktig for å unngå støy i resultatene (figur 1, figur 4, tabell 2, og tabell 3). Selv om et oppsett med to klubber vil forminske sannsynligheten for at resterende trening er tilpasset en av gruppene er det likevel viktig å være klar over at det ikke her er kontrollert for data på objektiv forflytning i fotballøkter og kamper, som er vist å være i betydning for resultater på, sprint og repetert sprint. Deltakerne ble instruert til å gjennomføre hver repetisjon med maksimal innsats, av både trenere i sine respektive klubber, og vårt forskningspersonell til stede som øktledere. Det er allikevel umulig å si om spillerne evnet å gjøre dette, da effektutviklingen på hver repetisjon ikke er målt, og hypotesen om at

lavfrekvensgruppen kan ha oppnådd lavere effektutvikling på grunn av stort volum innad i hver enkelt økt, bare forblir en hypotese.

4.5 Konklusjon

Funnene i denne studien stemmer relativt godt overens med hypotesen, og adaptasjon på styrke og muskelvekst, er lik mellom gruppene. Høyere styrketreningsfrekvens ga i samsvar med hypotesen positivt utslag sammenliknet med lavere styrketreningsfrekvens på evne til hurtig kraftproduksjon, og evne til å motstå utmattelse forbedret seg i samsvar med hypotesen bedre i gruppen som trente lavere styrketreningsfrekvens.

5.Referanseliste

Amirthalingam, T., Mavros, Y., Wilson, G. C., Clarke, J. L., Mitchell, L., & Hackett, D. A. (2017). Effects of a Modified German Volume Training Program on Muscular Hypertrophy and Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3109–3119.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001747>

Apró, W., Moberg, M., Hamilton, D. L., Ekblom, B., van Hall, G., Holmberg, H.-C., & Blomstrand, E. (2015). Resistance exercise-induced S6K1 kinase activity is not inhibited in human skeletal muscle despite prior activation of AMPK by high-intensity interval cycling. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 308(6), E470-481. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00486.2014>

Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(1), 37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674.

<https://doi.org/10.1080/02640410500482529>

Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095–1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>

Bishop, D. J., & Girard, O. (2013). Determinants of team-Sport performance: Implications for altitude training by team-Sport athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 47, i17–i21.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092950>

Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168.

<https://doi.org/10.1080/02640410802512775>

Buchheit, M., Mendez-villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709–716.

<https://doi.org/10.1055/s-0030-1261897>

Buckinx, F., Landi, F., Cesari, M., Fielding, R. A., Visser, M., Engelke, K., Maggi, S., Dennison, E., Al-Daghri, N. M., Allepaerts, S., Bauer, J., Bautmans, I., Brandi, M. L., Bruyère, O., Cederholm, T., Cerreta, F., Cherubini, A., Cooper, C., Cruz-Jentoft, A., ... Kanis, J. A. (2018). Pitfalls in the measurement of muscle mass: A need for a reference standard. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 9(2), 269–278.

<https://doi.org/10.1002/jcsm.12268>

Burd, N. A., West, D. W. D., Moore, D. R., Atherton, P. J., Staples, A. W., Prior, T., Tang, J. E., Rennie, M. J., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2011). Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men. *The Journal of Nutrition*, 141(4), 568–573. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135038>

Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003>

- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: Do opposites distract? *The Journal of Physiology*, 595(9), 2883–2896. <https://doi.org/10.1113/JP272270>
- Colquhoun, R. J., Gai, C. M., Aguilar, D., Bove, D., Dolan, J., Vargas, A., Couvillion, K., Jenkins, N. D. M., & Campbell, B. I. (2018). Training Volume, Not Frequency, Indicative of Maximal Strength Adaptations to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1207–1213. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002414>
- Damas, F., Angleri, V., Phillips, S. M., Witard, O. C., Ugrinowitsch, C., Santaniello, N., Soligon, S. D., Costa, L. A. R., Lixandrão, M. E., Conceição, M. S., & Libardi, C. A. (2019). Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 127(3), 806–815. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00350.2019>
- Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Mouser, J. G., Counts, B. R., Laurentino, G. C., & Loenneke, J. P. (2017). Frequency: The Overlooked Resistance Training Variable for Inducing Muscle Hypertrophy? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(5), 799–805. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0640-8>
- Datson, N., Drust, B., Weston, M., & Gregson, W. (2019). Repeated high-speed running in elite female soccer players during international competition. *Science and Medicine in Football*, 3(2), 150–156. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1508880>
- Deprez, D., Vaeyens, R., Coutts, A., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). Relative Age Effect and Yo-Yo IR1 in Youth Soccer. *International journal of sports medicine*, 33. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1311654>
- 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. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>
- Dolezal, B. A., & Potteiger, J. A. (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 85(2), 695–700. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.2.695>
- Dowson, M. N., Nevill, M. E., Lakomy, H. K., Nevill, A. M., & Hazeldine, R. J. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 257–265. <https://doi.org/10.1080/026404198366786>
- Drust, B., & Green, M. (2013). Science and football: Evaluating the influence of science on performance. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1377–1382. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828544>
- Enright, K., Morton, J., Iga, J., & Drust, B. (2015). The effect of concurrent training organisation in youth elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2367–2381. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3218-5>

- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, *30*(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrager, M., Green, M. A., & Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *70*(4), 367–372. <https://doi.org/10.1007/BF00865035>
- Gabbett, T. J., Nassis, G. P., Oetter, E., Pretorius, J., Johnston, N., Medina, D., Rodas, G., Myslinski, T., Howells, D., Beard, A., & Ryan, A. (2017). The athlete monitoring cycle: A practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(20), 1451–1452. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097298>
- Gabbett, T. J., Wiig, H., & Spencer, M. (2013). Repeated high-intensity running and sprinting in elite women's soccer competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *8*(2), 130–138. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.2.130>
- Gomes, G. K., Franco, C. M., Nunes, P. R. P., & Orsatti, F. L. (2019). High-Frequency Resistance Training Is Not More Effective Than Low-Frequency Resistance Training in Increasing Muscle Mass and Strength in Well-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33* Suppl 1, S130–S139. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002559>
- Hackett, D. A., Amirthalingam, T., Mitchell, L., Mavros, Y., Wilson, G. C., & Halaki, M. (2018). Effects of a 12-Week Modified German Volume Training Program on Muscle Strength and Hypertrophy-A Pilot Study. *Sports (Basel, Switzerland)*, *6*(1), 7. <https://doi.org/10.3390/sports6010007>
- Hamarland, H., Moen, H., Skaar, O. J., Jorang, P. W., Rødahl, H. S., & Rønnestad, B. R. (2022). Equal-Volume Strength Training With Different Training Frequencies Induces Similar Muscle Hypertrophy and Strength Improvement in Trained Participants. *Frontiers in Physiology*, *0*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.789403>
- Haugen, T., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*(3), 432–441. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0121>
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance: *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(11), 1925–1931. <https://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00019>
- Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *45*(2–3), 255–263. <https://doi.org/10.1007/BF00421333>
- Hill-Haas, S. V., Impellizzeri, F. M., Coutts, A., & Dawson. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *41*(3). <https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>
- Holm, S. (1979). A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*, *6*(2), 65–70.
- Hunter, G., Demment, R., & Miller, D. (1987). Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *27*(3), 269–275.

- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W. J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, E., Romu, S., Erola, V., Ahtiainen, J., & Paavolainen, L. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*, *89*(1), 42–52. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0751-9>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(6), 1042–1047. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128199.23901.2f>
- Johnsen, E., & van den Tillaar, R. (2021). Effects of training frequency on muscular strength for trained men under volume matched conditions. *PeerJ*, *9*, e10781. <https://doi.org/10.7717/peerj.10781>
- Keiner, M., Brauner, T., Kadlubowski, B., Sander, A., & Wirth, K. (2022). The Influence of Maximum Squatting Strength on Jump and Sprint Performance: A Cross-Sectional Analysis of 492 Youth Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(10), 5835. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105835>
- Keiner, M., Kapsecker, A., Stefer, T., Kadlubowski, B., & Wirth, K. (2021). Differences in Squat Jump, Linear Sprint, and Change-of-Direction Performance among Youth Soccer Players According to Competitive Level. *Sports*, *9*(11), Artikel 11. <https://doi.org/10.3390/sports9110149>
- Kirkendall, D. T. (2020). Evolution of soccer as a research topic. *Progress in Cardiovascular Diseases*, *63*(6), 723–729. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.06.011>
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., Newton, R. U., Triplett, N. T., & Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *78*(3), 976–989. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.3.976>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Medicine*, *35*(4), 339–361. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535040-00004>
- Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Pivetti, B., & Roschel, H. (2013). Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(7), 1791–1797. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182772da6>
- Lundberg, T. R., Fernandez-Gonzalo, R., & Tesch, P. A. (2014). Exercise-induced AMPK activation does not interfere with muscle hypertrophy in response to resistance training in men. *Journal of Applied Physiology*, *116*(6), 611–620. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01082.2013>
- MacDougall, J. D., Gibala, M. J., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, J. R., Interisano, S. A., & Yarasheski, K. E. (1995). The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquee*, *20*(4), 480–486. <https://doi.org/10.1139/h95-038>

- Majumdar, A., & Robergs, R. (2011). The Science of Speed: Determinants of Performance in the 100 m Sprint: A Response to Commentary. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 6, 479–494. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.3.479>
- Mattes, P. D. K., Wolff, S., & Alizadeh, S. (2021). Kinematic Stride Characteristics of Maximal Sprint Running of Elite Sprinters – Verification of the “Swing-Pull Technique”. *Journal of Human Kinetics*, 77, 15. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0008>
- McCarthy, J. P., Pozniak, M. A., & Agre, J. C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3), 511–519. <https://doi.org/10.1097/00005768-200203000-00019>
- Meckel, Y., Doron, O., Eliakim, E., & Eliakim, A. (2018). Seasonal Variations in Physical Fitness and Performance Indices of Elite Soccer Players. *Sports*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.3390/sports6010014>
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W., & Lyttle, A. D. (1997). The Effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 148.
- Otero-Esquina, C., de Hoyo Lora, M., Gonzalo-Skok, Ó., Domínguez-Cobo, S., & Sánchez, H. (2017). Is strength-training frequency a key factor to develop performance adaptations in young elite soccer players? *European Journal of Sport Science*, 17(10), 1241–1251. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1378372>
- Owen, A. L., Wong del, P., McKenna, M., & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small- vs. Large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8). <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f0a8a3>
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134–138. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *The American Journal of Physiology*, 273(1 Pt 1), E99-107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>
- Pääsuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 354–361.
- Radaelli, R., Fleck, S. J., Leite, T., Leite, R. D., Pinto, R. S., Fernandes, L., & Simão, R. (2015). Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1349–1358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000758>
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228–235. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924340>
- Rhea, M. R. (2004). DETERMINING THE MAGNITUDE OF TREATMENT EFFECTS IN STRENGTH TRAINING RESEARCH THROUGH THE USE OF THE EFFECT SIZE: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918–920. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00040>

- Rønnestad, B., Hansen, J., Hollan, I., Spencer, M., & Ellefsen, S. (2015). In-Season Strength Training Cessation Impairs Performance Variables in Elite Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0372>
- Rønnestad, B., Nymark, B., & Raastad, T. (2011). Effects of In-Season Strength Maintenance Training Frequency in Professional Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, *25*, 2653–2660. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822dcd96>
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A., & Raastad, T. (2012). High volume of endurance training impairs adaptations to 12 weeks of strength training in well-trained endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(4), 1457–1466. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2112-z>
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *24*(4), 603–612. <https://doi.org/10.1111/sms.12104>
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *13*(2), 99–107. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213020-00005>
- Saric, J., Lisica, D., Orlic, I., Grgic, J., Krieger, J. W., Vuk, S., & Schoenfeld, B. J. (2019). Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33* Suppl 1, S122–S129. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002909>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., & Krieger, J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *Journal of Sports Sciences*, *37*(11), 1286–1295. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1555906>
- Schumann, M., Feuerbacher, J. F., Sünkeler, M., Freitag, N., Rønnestad, B. R., Doma, K., & Lundberg, T. R. (2022). Compatibility of Concurrent Aerobic and Strength Training for Skeletal Muscle Size and Function: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *52*(3), 601–612. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01587-7>
- Sedano, S., Matheu, A., Redondo, J. C., & Cuadrado, G. (2011). Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *51*(1), 50–58.
- Shalfawi, S. A. I., Haugen, T., Jakobsen, T. A., Enoksen, E., & Tønnessen, E. (2013). The effect of combined resisted agility and repeated sprint training vs. Strength training on female elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(11), 2966–2972. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828c2889>
- Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). THE EFFECTS OF RESISTED SPRINT TRAINING ON ACCELERATION PERFORMANCE AND KINEMATICS IN SOCCER, RUGBY UNION, AND AUSTRALIAN FOOTBALL PLAYERS. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(1), 77.
- Stien, N., Pedersen, H., Vereide, V. A., Saeterbakken, A. H., Hermans, E., Kalland, J., Schoenfeld, B. J., & Andersen, V. (2021). Effects of Two vs. Four Weekly Campus Board Training Sessions on Bouldering Performance and Climbing-Specific Tests in Advanced and Elite Climbers. *Journal of Sports Science & Medicine*, *20*(3), 438. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.438>

- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *31*(1), 1–11. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00001>
- Tornero-Aguilera, J. F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., & Clemente-Suárez, V. J. (2022). Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph19073909>
- Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989-2012. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *8*(3), 323–329. <https://doi.org/10.1123/ijspp.8.3.323>
- Tønnessen, E., Shalfawi, S. A. I., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(9), 2364–2370. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182023a65>
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M. C., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent Training: A Meta-Analysis Examining Interference of Aerobic and Resistance Exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(8), 2293–2307. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d>
- 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. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002071>
- Wood, R. (2018). *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1*. <https://www.theyoyotest.com/table-YYIR1.htm>
- Zaroni, R. S., Brigatto, F. A., Schoenfeld, B. J., Braz, T. V., Benvenuti, J. C., Germano, M. D., Marchetti, P. H., Aoki, M. S., & Lopes, C. R. (2019). High Resistance-Training Frequency Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33 Suppl 1*, S140–S151. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002643>

Informasjon og samtykkeskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet:

«Effekten av styrketreningsfrekvens hos elite junior fotballspillere»

Formålet med prosjektet og hvorfor du blir spurt

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å skaffe ny kunnskap om effektene av ulik styrketreningsfrekvens innad i en uke med samtidig fotballtrening på elite fotballspillere i junioralder. I dette skrivet finner du informasjon om målene med prosjektet og hva deltagelse i studien vil innebære for deg.

Bakgrunn

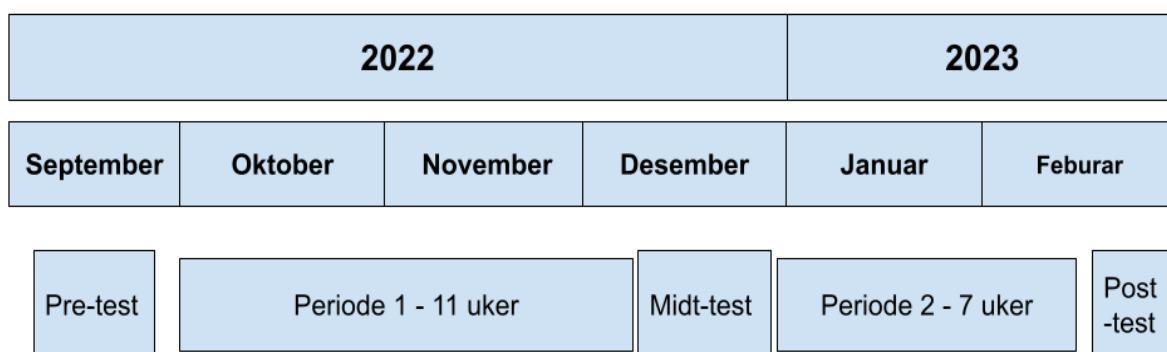
De fysiske kravene til en fotballspiller har de siste årene endret seg. Spillere er raskere og løper mer på høy intensitet. Evnen til å løpe fort henger tett sammen med evnen til å produsere kraft i underkroppen. Derfor vil styrketrening være viktig for å bli raskere, og dermed forbedre en viktig prestasjonsbestemmende faktor i fotball. Styrketrening sammen med utholdenhetstrening er vist å redusere styrketreningstilpasningene. Det finnes forskning som viser at resultatet av styrketrening med samtidig fotballtrening kan påvirkes av avstanden mellom øktene. Det er flere faktorer som kan justeres for å påvirke effektene av styrketrening. En av disse variablene er treningsfrekvens (antall økter per uke). Det er lite forskning på treningsfrekvens blant fotballspillere, og forskningen som er gjort har ikke kontrollert for det totale ukentlige treningsbelastningen.

Formål

I denne studien ønsker vi derfor å undersøke om:

Styrketreningsfrekvens påvirker endringene i styrke, muskelvekst, og andre prestasjonsbestemmende faktorer hos elite junior fotballspillere, som samtidig gjennomfører fotballtrening.

Vi ønsker totalt 40 elite fotballspillere i junioralder.



Figur 4. Grovoversikt over tidslinjen i prosjektet.

Hva innebærer PROSJEKTET for deg?

For en oversikt over studien, figur 1.

Gjennomføring

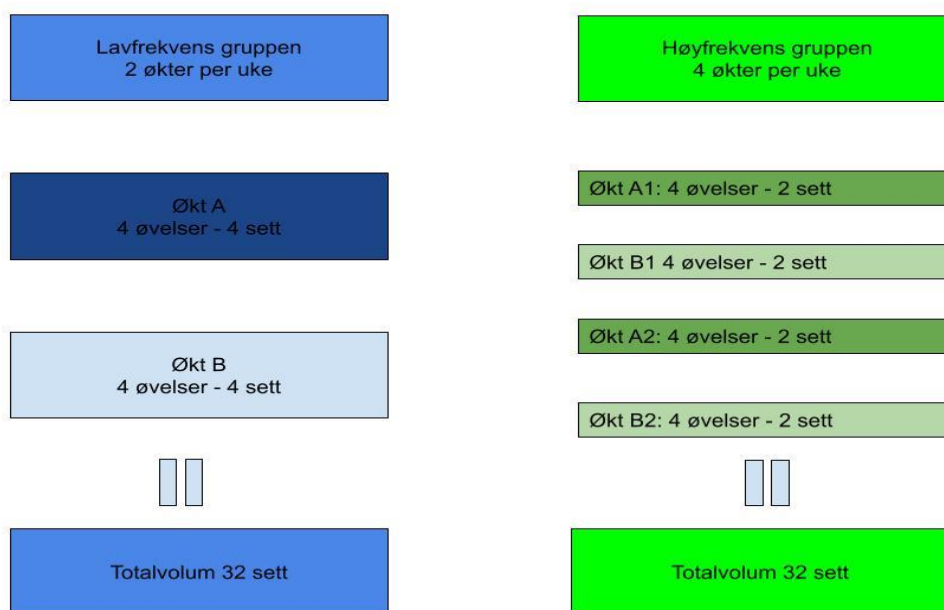
Som deltager i denne studien skal du fra oktober til februar gjennomføre en eller to eksperimentelle perioder som hver varer hhv. 11 og 7 uker (Figur 1). I begge periodene skal du gjennomføre styrketrening, med enten høy eller lavere treningsfrekvens. Treningen vil foregå på klubbens fasiliteter for styrketrening. Denne styrketreningen er i tillegg til den normale fotballtreningen i begge periodene. Den første testrunden starter i slutten av september, i forkant av oppstart på treningsprogrammet. Neste testrunde er i slutten av desember og er avsluttende testing for periode 1. Treningsopplegget i periode to, starter første dagene i januar, og vil være bygget opp likt som i periode 1. Periode 2 varer frem til siste testrunde i slutten av februar 2023. Testrundene består av to testdager (se tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over innholdet og rekkefølgen på de ulike testdagene.

Testdag 1	
<i>Egenskap</i>	<i>Test</i>
Muskelvekst	Ultralyd av muskeltykkelse i vastus lateralis
Testdag 2	
<i>Egenskap</i>	<i>Test</i>
Spenst	Hopp høyde på kraftplattform (CMJ)
Hurtighet	40 meter sprint (tidtaking på 10-20-30-40m)
Styrke	Maksløft (1RM) i markløft (trap bar)
Utholdenhet 1	Repetert sprint
Utholdenhet 2	Yo-Yo Intermittent Recovery Test

Testdag 1 og 2 (se Tabell 1) gjennomføres ved din klubbs treningslokaler. På testdag 1 skal du måle din muskeltykkelse av muskulatur i fremsiden av låret (m.vastus lateralis), med ultralyd. På testdag 2 skal du måle maksimal stillestående hopp høyde på en kraftplattform, 40m sprint med måling hver tiende meter, maksimal styrke i markløft (trap bar), utholdenhet med repeterte sprinter med kort pause mellom og tidsmåling for hver sprint, samt en kondisjonstest tilpasset fotballspillere (løper frem og tilbake med gitt distanse med standardisert pauser). Disse fysiske testene vil ha standardiserte oppvarmingsprotokoller, som gjennomføres i forkant av hver test, for prestasjonsbedrende og skadeforebyggende effekt.

Den første perioden vil ha oppstart i en periode der du fortsatt spiller kamper, og gå over i en periode uten kamper. I uker der du har kampaktivitet vil treningsprotokollen være 1 økt i uken hos lavfrekvensgruppen, versus 2 økter i uka hos høyfrekvensgruppen, og i uker uten kamp, og alle uker etter sesongslutt vil treningsprotokollen være 2 versus 4 økter.



Figur 2: Oversikt over treningsprotokollen i prosjektet. Lavfrekvens gruppen markert i blå farge og høyfrekvens gruppen i grønn farge Økt A(mørk blå) i lavfrekvensgruppen fordeles over to økter med halvparten så mange sett i hver: økt A1 og A2(mørk grønn). Det samme gjelder økt B. Dette gjør at begge gruppene i løpet av en uke, vil gjennomføre like mange sett.

Treningsprogrammet består av knebøy, markløft med trapbar, utfall, tåhev, planken, hofteopptrekk, og splittbøy. Øvelsene er valgt basert på at de er hyppig brukt på fotballspillere, krever lite utstyr, og gir stor tilgjengelighet. I tillegg er øvelsene enkle å produsere stor kraft i. I ukene med kampprogram skal du bare gjennomføre B økten hvis du er

i lavfrekvensgruppen, og B1 og B2 hvis du er i høy frekvensgruppen (figur 3). Det vil være økt intensitet gjennom programmet, men belastningen vil gjennom hele perioden være innenfor en belastning der du klarer maksimalt 5 til 12 repetisjoner. Treningsprogrammet vil også innebære en standardisert generell oppvarming i starten av hver økt, og på hver individuell styrkeøvelse vil det være en standardisert spesifikk oppvarming.

LAVFREKVENNS Økt A	Reps	Sett
Knebøy	10	4
Utfall bakover forhøyet forfot	10	4
Nordic hamstring	Utmattelse	2
Copenhagen	8	4
Tåhev	12	4

LAVFREKVENNS økt B	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	4
Splitbøy (pins)	10	4
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	4

HØYFREKVENNS A1	Reps	Sett
Knebøy	10	2
Utfall bakover forhøyet forfot	10	2
Nordic hamstring	Utmattelse	1
Copenhagen	8	2
Tåhev	12	2

HØYFREKVENNS B1	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	2
Splitbøy (pins)	10	2
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	2

HØYFREKVENNS A2	Reps	Sett
Knebøy	10	2
Utfall bakover forhøyet forfot	10	2
Nordic hamstring	Utmattelse	1
Copenhagen	8	2
Tåhev	12	2

HØYFREKVENNS B2	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	2
Splitbøy (pins)	10	2
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	2

Figur 3 Eksempel på en uke i treningsprogrammet

Mulige fordeler og ulemper

Denne studien vil for deg som deltager tilføre kunnskap om hva slags effekter ulike styrketreningsfrekvenser har på muskelstyrke, muskelvekst, hurtighet, spenst og utholdenhet. Erfaringene og resultatene du får med deg fra prosjektet er noe du kan dra nytte av i din videre trening. Du vil også kunne få økt styrke, muskelvekst og forbedre de fysiske prestasjonsbestemmendefaktorene vi ønsker å undersøke. I tillegg til målene vi ønsker å se på har styrketrening flere effekter, som deltakelse i dette prosjektet kan gi, som at styrketrening er skadeforebyggende, og kan gi forbedret mobilitet. Under gjennomføringen av treningen vil

du få oppfølging av kompetent personale, og forbedre kvaliteten på styrketreningen til fremtidig trening.

Ulemper med å være med i denne studien er at du skal gjennomføre hard fysisk trening. Det kan oppleves som mye trening, og være krevende å gjennomføre. Det er ikke mye data på denne type trening for fotballspillere, så utfallet er ikke mulig å spå. Det kan gjøre at vi får resultater vi ikke kunne se for oss. Økt treningsbelastning vil medføre større totalbelastning. Det er også alltid en risiko for at du kan gå lei styrketrening. Du kan også oppleve å ikke få den responsen du har sett for deg, og oppleve at de andre i prosjektet blir sterkere, mer robuste og senker sin skaderisiko, samt forbereder fysiske prestasjonsbestemmende faktorer for fotball. For å unngå dette baseres treningsvolum, øvelser, og gjennomføring på tidligere litteratur på styrketreningsfrekvens og hvordan det gjennomføres praktisk i fotballklubber i dag. Studien er også designet sånn at alle deltagere i prosjektet, uavhengig av gruppe, vil få nøyaktig det samme styrketreningsstimuliet. slik at det ikke er fordelaktig å delta på en av gruppene. Det er heller ikke tilknyttet noen særskilt risiko i testprotokollen (selv om det alltid er en liten skaderisiko med maksimale anstrengelser), eller treningsprotokollen. Skulle det oppstå noen uforutsette hendelser kan du kontakte prosjektleder Bent Rønnestad på tlf: 95169656.

Hvis en belastningsskade oppstår, eller vi opplever at deltaker ikke er tjent med å fortsette programmet vil dette ivaretas på en forsvarlig måte. Vi vil også innhente informasjon om belastningsskader i prosjektet ved hjelp av selvrapportering fra deltakerne.

Frivillig deltakelse og mulighet for å trekke ditt samtykke

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Du kan også kreve dataene dine slettet så lenge de er identifiserbare i datamaterialet. Dersom du ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte prosjektleder (se kontaklinformasjon på siste side).

Hva skjer med OPPLYSNINGENE om deg?

Opplysningene som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet under formålet med prosjektet, og planlegges brukt til og med mars 2026. Eventuelle utvidelser i bruk og oppbevaringstid kan kun skje etter godkjenning fra regional etisk komité og andre relevante myndigheter, og må godkjennes av deg.

Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert. Du har også rett til å få innsyn i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene. Alle data skal oppbevares på sikker server, Tjenester for sensitive data (TSD), ved Universitetet i Oslo som Høgskolen i Innlandet har databehandleravtale med. Du kan klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet og institusjonen sitt personvernombud.

Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er bare medlemmer i prosjektgruppa som får tilgang på disse dataene. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data. Det er kun anonyme testresultater som publiseres, slik at du vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon.

Forsikring

Som deltager i studien er du forsikret gjennom Høgskolen i Innlandets forsikring hos Gjensidige.

Godkjenninger

Etter ny personopplysningslov har behandlingsansvarlig Høgskolen i Innlandet og prosjektleder Bent Rønnestad et selvstendig ansvar for å sikre at behandlingen av dine opplysninger har et lovlig grunnlag. Dette prosjektet har rettslige grunnlag i EUs personvernforordning artikkel 6 nr. 1a og artikkel 9 nr. 2a og ditt samtykke. Du har rett til å klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet.

Vi behandler opplysningene basert på ditt samtykke.

KONTAKTOPPLYSNINGER

Dersom du har spørsmål til prosjektet eller ønsker å trekke deg fra deltagelse, kan du kontakte:

Prosjektleder: Bent Rønnestad (tlf 95169656, e-post: bent.ronnestad@inn.no)

Dersom du har spørsmål om personvernet i prosjektet, kan du kontakte personvernombudet ved institusjonen:

Høgskolen i Innlandets personvernombud:

<https://www.inn.no/omhoegskolen/personvern/personvernombud>

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS: personvernombudet@nsd.no, telefon: 555 82 117.

JEG SAMTYKKER TIL Å DELTA I PROSJEKTET OG TIL AT MINE PERSONOPPLYSNINGER OG MINE DATA BRUKES SLIK DET ER BESKREVET

Sted og dato

Deltagers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

Infoskriv til foresatte forskningsprosjektet:

«Effekten av styrketreningsfrekvens hos elite junior fotballspillere»

Formålet med prosjektet

Dette er et spørsmål om din ungdom kan delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å skaffe ny kunnskap om effektene av ulik styrketreningsfrekvens innad i en uke med samtidig fotballtrening på elite fotballspillere i junioralder. I dette skrivet finner du informasjon om målene med prosjektet og hva deltagelse i studien vil innebære.

Bakgrunn

De fysiske kravene til en fotballspiller har de siste årene endret seg. Spillere er raskere og løper mer på høy intensitet. Evnen til å løpe raskt henger tett sammen med evnen til å produsere kraft i underkroppen. Derfor vil styrketrening være viktig for å bli raskere, og dermed forbedre en viktig prestasjonsbestemmende faktor i fotball. Styrketrening sammen med utholdenhetstrening er vist å redusere styrketreningstilpasningene. Det finnes forskning som viser at resultatet av styrketrening med samtidig fotballtrening kan påvirkes av avstanden mellom øktene. Det er flere faktorer som kan justeres for å påvirke effektene av styrketrening. En av disse variablene er treningsfrekvens (antall økter per uke). Det er lite forskning på treningsfrekvens blant fotballspillere, og forskningen som er gjort har ikke kontrollert for det totale ukentlige treningsbelastningen.

Formål

I denne studien ønsker vi derfor å undersøke om:

Styrketreningsfrekvens påvirker endringene i muskelstyrke, muskelvekst, og andre prestasjonsbestemmende faktorer hos elite junior fotballspillere, som samtidig gjennomfører fotballtrening.

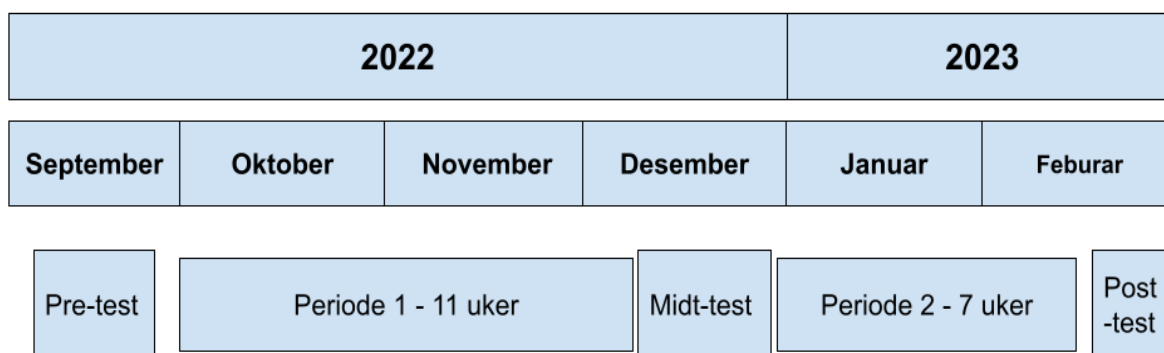
Vi ønsker totalt 40 elite fotballspillere i junioralder.

Hva innebærer PROSJEKTET?

For en oversikt over studien, figur 1.

Gjennomføring

Denne studien har en varighet fra oktober til februar, der deltakerne skal gjennomføre en eller to eksperimentelle perioder som hver varer hhv. 11 og 7 uker (Figur 1). I begge periodene skal det gjennomføres styrketrening, med enten høy eller lavere treningsfrekvens. Denne styrketreningen er i tillegg til den normale fotballtreningen i begge periodene. Treningen vil foregå på klubbens fasiliteter for styrketrening. Den første testrunden starter i slutten av september, i forkant av oppstart på treningsprogrammet. Neste testrunde er i slutten av desember og er avsluttende testing for periode 1. Treningsopplegget i periode to, starter første dagene i januar, og vil være bygget opp likt som i periode 1. Periode 2 varer frem til siste testrunde i slutten av februar 2023. Testrundene består av to testdager (se tabell 1).



Figur 1. Grovoversikt over tidslinjen i prosjektet.

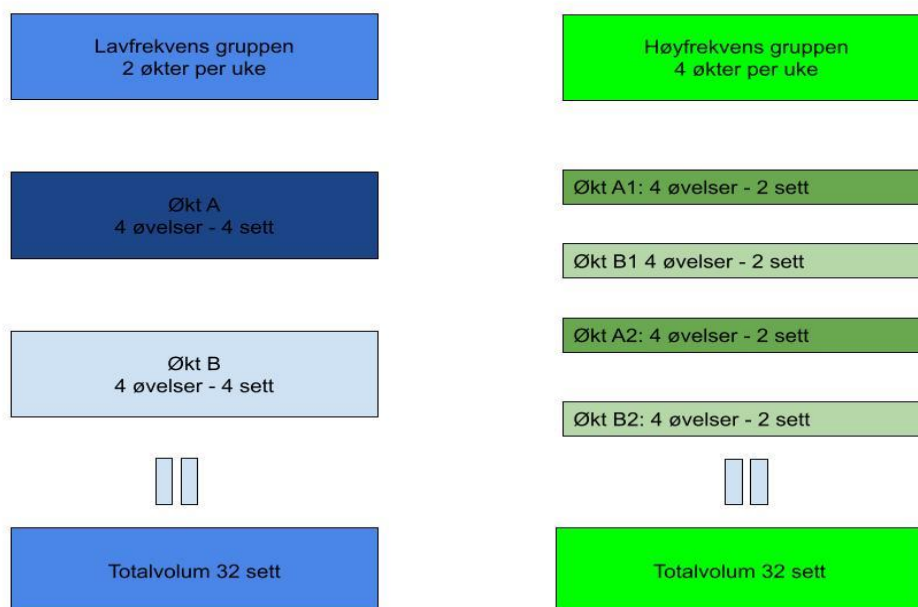
Tabell 1. Oversikt over innholdet og rekkefølgen på de ulike testdagene.

Testdag 1	
<i>Egenskap</i>	<i>Test</i>
Muskelvekst	Ultralyd av muskeltykkelse i vastus lateralis
Testdag 2	
<i>Egenskap</i>	<i>Test</i>
Spenst	Hopp høyde på kraftplattform (CMJ)
Hurtighet	40 meter sprint (tidtaking på 10-20-30-40m)

Styrke	Maksløft (1RM) i markløft (trap bar)
Utholdenhet 1	Repetert sprint
Utholdenhet 2	Yo-Yo Intermittent Recovery Test

Testdag 1 og 2 (se Tabell 1) gjennomføres på treningslokalene til deltakeren sin klubb. På testdag 1 skal det måles muskeltykkelse ved hjelp av ultralyd på fremsiden av låret (m.vastus lateralis). På testdag 2 skal det måles maksimal stillestående hopp høyde på en kraftplattform, 40m sprint med måling hver tiende meter, maksimal styrke i markløft (trap bar), utholdenhet med repeterte sprinter med kort pause mellom og tidsmåling for hver sprint, samt en kondisjonstest tilpasset fotballspillere (løper frem og tilbake med gitt distanse med standardisert pauser). Disse fysiske testene vil ha standardiserte oppvarmingsprotokoller, som gjennomføres i forkant av hver test, for prestasjonsbedrende og skadeforebyggende effekt.

Den første perioden vil ha oppstart i en periode der det fortsatt spilles kamper, og gå over i en periode uten kamper. I uker der det er kampaktivitet vil treningsprotokollen være 1 økt i uken hos lavfrekvensgruppen, versus 2 økter i uka hos høyfrekvensgruppen, og i uker uten kamp, og alle uker etter sesongslutt vil treningsprotokollen være 2 versus 4 økter (figur 2).



Figur 2 Oversikt over treningsprotokollen i prosjektet. Lavfrekvens gruppen markert i blå farge og høyfrekvens gruppen i grønn farge Økt A(mørk blå) i lavfrekvensgruppen fordeles over to økter med halvparten så mange sett i hver: økt A1 og A2(mørk grønn). Det samme gjelder økt B. Dette gjør at begge gruppene i løpet av en uke, vil gjennomføre like mange sett.

Treningsprogrammet består av knebøy, markløft med trapbar, utfall, tåhev, planken, hofteopptrekk, og splittbøy. Øvelsene er valgt basert på at de er hyppig brukt på fotballspillere, krever lite utstyr, og gir stor tilgjengelighet. I tillegg er øvelsene enkle å produsere stor kraft i. I ukene med kampprogram skal du bare gjennomføre B økten hvis du er i lavfrekvensgruppen, og B1 og B2 hvis du er i høy frekvensgruppen (figur 3). Det vil være økt intensitet gjennom programmet, men belastningen vil gjennom hele perioden være innenfor en belastning der du klarer maksimalt 5 til 12 repetisjoner. Treningsprogrammet vil også innebære en standardisert generell oppvarming i starten av hver økt, og på hver individuell styrkeøvelse vil det være en standardisert spesifikk oppvarming.

LAVFREKVENNS Økt A	Reps	Sett
Knebøy	10	4
Utfall bakover forhøyet forfot	10	4
Nordic hamstring	Utmattelse	2
Copenhagen	8	4
Tåhev	12	4

LAVFREKVENNS økt B	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	4
Splitbøy (pins)	10	4
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	4

HØYFREKVENNS A1	Reps	Sett
Knebøy	10	2
Utfall bakover forhøyet forfot	10	2
Nordic hamstring	Utmattelse	1
Copenhagen	8	2
Tåhev	12	2

HØYFREKVENNS B1	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	2
Splitbøy (pins)	10	2
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	2

HØYFREKVENNS A2	Reps	Sett
Knebøy	10	2
Utfall bakover forhøyet forfot	10	2
Nordic hamstring	Utmattelse	1
Copenhagen	8	2
Tåhev	12	2

HØYFREKVENNS B2	Reps	Sett
Trap bar markløft	10	2
Splitbøy (pins)	10	2
SL RDL	8	2
Hofteopptrekk*	8	2
Tåhev bøyd kne	12	2

Figur 3 Eksempel på en uke i treningsprogrammet

Mulige fordeler og ulemper

Denne studien vil for deltager tilføre kunnskap om hva slags effekter ulike styrketreningsfrekvenser har på muskelstyrke, muskelvekt, hurtighet, spenst og utholdenhet. Erfaringene og resultatene deltaker får med seg fra prosjektet er noe de kan dra nytte av i sin

videre trening. De vil også kunne få økt styrke, muskelvekst og forbedre de fysiske prestasjonsbestemmendefaktorene vi ønsker å undersøke. I tillegg til målene vi ønsker å se på har styrketrening flere effekter, som deltakelse i dette prosjektet kan gi, som at styrketrening er skadeforebyggende, og kan gi forbedret mobilitet. Under gjennomføringen av treningen vil deltakerne også få oppfølging av kompetent personale, og forbedre kvaliteten på styrketreningen til fremtidig trening.

Ulemper med å være med i denne studien er at det skal gjennomføres hard fysisk trening. Det kan oppleves som mye trening, og være krevende å gjennomføre. Det er ikke mye data på denne type trening for fotballspillere, så utfallet er ikke mulig å spå. Det kan gjøre at vi får resultater vi ikke kunne se for oss. Økt treningsbelastning vil medføre større totalbelastning. Selv om styrketrening har formål å være skadeforebyggende, og prestasjonsfremmende, kan det ved feil dosering gi belastningsskader. Det er også alltid en risiko for at deltaker kan gå lei styrketrening. Deltaker kan også oppleve å ikke få den responsen du har sett for deg, og oppleve at de andre i prosjektet blir sterkere, mer robuste og senker sin skaderisiko, samt forbereder fysiske prestasjonsbestemmende faktorer for fotball. For å unngå dette baseres treningsvolum, øvelser, og gjennomføring på tidligere litteratur på styrketreningsfrekvens og hvordan det gjennomføres praktisk i fotballklubber i dag. Studien er også designet sånn at alle deltagere i prosjektet, uavhengig av gruppe, vil få nøyaktig det samme styrketreningsvolumet. slik at det ikke er fordelaktig å delta på en av gruppene. Det er heller ikke tilknyttet noen særskilt risiko i testprotokollen (selv om det alltid er en liten skaderisiko med maksimale anstrengelser), eller treningsprotokollen. Skulle det oppstå noen uforutsette hendelser kan du kontakte prosjektleder Bent Rønnestad på tlf: 95169656.

Hvis en belastningsskade oppstår, eller vi opplever at deltaker ikke er tjent med å fortsette programmet vil dette ivaretas på en forsvarlig måte. Vi vil også innhente informasjon om belastningsskader i prosjektet ved hjelp av selvrapportering fra deltakerne.

Frivillig deltakelse og mulighet for å trekke samtykke

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom ungdommen din ønsker å delta skal han undertegne samtykkeerklæringen på samtykkeskrivet. Alle deltakere kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke sitt samtykke. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deltaker hvis man ikke vil delta eller senere velger å trekke seg. Deltaker kan også kreve dataene dine slettet så lenge de er identifiserbare i datamaterialet. Dersom man ønsker å

trekke seg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte prosjektleder (se kontaktinformasjon på informasjon og samtykkeskrivet).

Hva skjer med OPPLYSNINGENE om deltaker?

Opplysningene som registreres om deltaker skal kun brukes slik som beskrevet under formålet med prosjektet, og planlegges brukt til og med mars 2026. Eventuelle utvidelser i bruk og oppbevaringstid kan kun skje etter godkjenning fra lokal etisk komité og andre relevante myndigheter, og må godkjennes av deltaker.

Deltaker har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om seg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert. Deltaker har også rett til å få innsyn i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene. Alle data skal oppbevares på sikker server, Tjenester for sensitive data (TSD), ved Universitetet i Oslo som Høgskolen i Innlandet har databehandleravtale med. Deltaker kan klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet og institusjonen sitt personvernombud.

Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er bare medlemmer i prosjektgruppa som får tilgang på disse dataene. Navnet og kontaktopplysningene vil erstattes med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data. Det er kun anonyme testresultater som publiseres, slik at deltaker vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon.

Forsikring

Deltakere i denne studien er forsikret gjennom Høgskolen i Innlandets forsikring hos Gjensidige.

Godkjenninger

Etter ny personopplysningslov har behandlingsansvarlig Høgskolen i Innlandet og prosjektleder Bent Rønnestad et selvstendig ansvar for å sikre at behandlingen av deltakers opplysninger har et lovlig grunnlag. Dette prosjektet har rettslige grunnlag i EUs personvernforordning artikkel 6 nr. 1a og artikkel 9 nr. 2a og ditt samtykke. Deltaker har rett til å klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet.

Vi behandler opplysningene basert på deltakers samtykke.

KONTAKTOPPLYSNINGER

Dersom du har spørsmål til prosjektet eller deltaker ønsker å trekke seg fra deltagelse, kan du kontakte:

Prosjektleder: Bent Rønnestad (tlf 95169656, e-post: bent.ronnestad@inn.no)

Dersom du har spørsmål om personvernet i prosjektet, kan du kontakte personvernombudet ved institusjonen:

Høgskolen i Innlandets personvernombud:

<https://www.inn.no/omhøgskolen/personvern/personvernombud>

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS: personvernombudet@nsd.no, telefon: 555 82 117.

(Vedlegg 3)

Spørreskjema

FP nr:

Disse spørsmålene gjelder for denne perioden, altså fra første treningsdag, til i dag.

Spørsmål om anstrengelse gjelder hvordan du har opplevd øktene fra oppstart til i dag.

Anstrengelsesskala:

- 0- Hvile
- 1- Veldig Veldig lett
- 2- Lett
- 3- Moderat
- 4- Litt hardt
- 5- Hardt
- 6- Hardt +
- 7- Veldig hardt
- 8- Veldig hardt +
- 9- Veldig hardt ++
- 10- Maksimal

Spørsmål

Fyll ut

1. Hvor anstrengende har du opplevd treningsperioden totalt sett(både fotballøkter og styrketreningsøkter) (1-10)?
2. Hvor anstrengende har du opplevd fotballøktene i perioden (1-10)?
3. Hvor anstrengende har du opplevd styrketreningsøktene i perioden (1-10)?
4. Hvor mange fotballøkter har du deltatt på per uke i denne perioden?
5. Hvor mange styrketreningsøkter per uke på overkropp har du gjennomført i perioden?