

# Bacheloroppgave

## **“Effekten av styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet hos mannlige fotballspillere”**

av:

102003 og 101969

28.04.17

**Antall Ord: 9054**

**VF202 - Bacheloroppgave**

Fysisk aktivitet og ernæring, Osteopati

April 2017

Institutt for helsefag - Høyskolen Kristiania

”Denne bacheloroppgaven er gjennomført som en del av utdanningen ved Institutt for helsefag – Høyskolen Kristiania. Høyskolen Kristiania er ikke ansvarlig for oppgavens metoder, resultater, konklusjoner eller anbefalinger.”

## Sammendrag

### Tittel:

“Effekten av styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet hos mannlige fotballspillere”.

### Bakgrunn:

Dagens fotballspillere løper lengre og spurter mer enn de gjorde før. Bare fra sesongen 2006/2007 til 2012/2013 i engelske Premier League, ble antall spurter i løpet av en kamp fordoblet. Dette viser noe av viktigheten av hurtighet for å prestere i fotball. Vi ønsket derfor å finne ut om hurtighet kan påvirkes av trening.

### Problemstilling:

- “Hvilken effekt har styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet for mannlige fotballspillere?”

### Metode:

Vi har benyttet et litteraturstudie i vår tilnærming til denne oppgaven. I innhenting av litteratur har vi tatt utgangspunkt i studier funnet gjennom søkemotorene Pubmed og Oria. Etter en nøyaktig, kritisk og systematisk gjennomgang, satt vi til slutt igjen med syv relevante studier.

### Resultat:

I seks av syv studier viste det seg at styrketrening og plyometrisk trening, enten hver for seg eller sammen gav en signifikant økning i hurtighet. Det var spesielt akselerasjonshurtigheten som ble forbedret. Styrketrening med få repetisjoner og stor belastning, eller få repetisjoner med lett belastning og høy intensitet så ut til å gi best effekt.

### Konklusjon:

Styrketrening og plyometrisk trening kan gi en signifikant forbedring i hurtighet hos mannlige fotballspillere.

## Forord:

Denne bacheloroppgaven inngår som en avsluttende del av studiene fysisk aktivitet og ernæring, og osteopati ved Høyskolen Kristiania, Kirkegata 24, Oslo.

I vår oppgave har vi gått i dybden på hurtighet hos fotballspillere. Det har vært en interessant og utfordrende prosess som har vært lærerik for oss begge.

Vi ønsker å meddele en stor takk til:

- Veileder Jo Andreas Gundersen, for god og ærlig veiledning gjennom denne perioden.
- Ansatte på skolens bibliotek, for hjelp til litteratursøk.

Oslo 28. April 2017

Av Kandidatnr. 100159 og 102003

## Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning .....	4
1.1 Problemstilling .....	5
1.2 Avgrensing av oppgaven .....	5
1.3 Oppgavens oppbygning .....	5
1.4 Begrepsavklaringer.....	6
2.0 Teori.....	7
2.1 Generelt om hurtighet.....	7
2.2 Faktorer som bestemmer løpshurtighet.....	7
2.2.1 Løpsteknikk.....	7
2.2.2 Anaerob alaktcid kapasitet.....	8
2.2.3 Effekt (W).....	8
2.2.3.1 Muskulære faktorer.....	9
2.2.3.2 Aktivering av muskelmassen.....	11
2.3 Generelt om de forskjellige treningsmetodene for å forbedre hurtigheten.....	12
2.3.1 Plyometrisk trening.....	12
2.3.2 Styrketrening.....	12
3.0 Metode og datainnsamling.....	12
3.1 Valg av metode.....	12
3.2 Databaser.....	12
3.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier.....	13
3.4 Søkestrategi.....	13
3.5 Etikk.....	14
4.0 Resultater.....	15
4.1 Effekten av styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet.....	15
4.1.1 Studie 1.....	15
4.1.2 Studie 2.....	16
4.1.3 Studie 3.....	18
4.1.4 Studie 4.....	19
4.1.5 Studie 5.....	20
4.1.6 Studie 6.....	21
4.1.7 Studie 7.....	23
5.0 Diskusjon.....	25
5.1 Hovedfunn.....	26
5.2 Metode.....	27
5.2.1 Treningsøvelser.....	27
5.2.2 Forsøkspersoner.....	28
5.2.3 Treningsperiodene.....	29
5.2.4 Testing.....	30
6.0 Konklusjon.....	32

## 1.0 Innledning

Vi har valgt temaet hurtighet for fotballspillere hovedsakelig grunnet interessen for fotball og fysisk trening, men også av nysgjerrighet for dette området. De siste årene har vi begge jobbet som personlige trenere og studert ved Høyskolen Kristiania. Dette har gitt oss mye kunnskap om kropp og trening. Nå ønsker vi å gå mer i dybden. Målet med dette er å få økt vår kunnskap innenfor dette temaet.

Fotball blir omtalt som verdens mest populære sport (1). Opphavet til denne sporten er noe usikkert, men historien sier at det hele startet i England for nesten 150 år siden. Fotballen slik vi kjenner den i dag, begynte allerede å ta form på midten av 1800-tallet (2). «The English Football Association» ble stiftet i 1863, og det var her dagens engelske ligasystem ble til (3). Fra denne tiden hvor fotball manglet regler og struktur, og til i dag hvor vi har profesjonelle spillere med høye lønninger, har det skjedd forandringer på den fysiske biten. De beste lagene på elitenivå i dagens fotball fortsetter å øke den fysiske kapasiteten, mens lag i lavere divisjoner ser ut til å ha noe mer likhet med de fysiske egenskapene på samme nivå for 30 år siden (4).

“The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League”, er den største studien som er godkjent innen fysiske og tekniske analyser innen publisert dato, 13 april, 2014 (5). Ifølge denne analysen fra sesongen 2012/2013, beveget spillerne seg i gjennomsnitt over 10 km i løpet av en kamp på 90 min. I løpet av kampen sprintet spillerne i gjennomsnitt 57 ganger. Sammenlignet med sesongen 2006/2007 hvor det var 31 sprinter i løpet av en kamp, kan en se at dette er en økning i antall sprinter på 85%. Ifølge denne analysen, menes en sprint som et løp med en hastighet på 25 km/t eller raskere (>25.1km x h-1.) Studien viste også at total sprint distanse og hvor ofte en spiller sprinter økte med 35% (232+114 vs 350+139 m). Hver enkelt sprint var kortere i 2012-13 sammenlignet med 2006/2007 (5,9+0,8 vs 6,9+1,3 m), men andelen eksplosive sprinter hadde derimot økt med (34+11 vs 47+9%). En annen kampanalyse fra europeisk toppnivå viser at fotballspillere sprinter i snitt hvert 60-90 sekund med en varighet på 2-4 sekunder. Det tilsvarer ca 60-90 sprinter i løpet av en fotballkamp (4).

Dataanalysene viser utviklingen av de fysiske ferdighetskravene fra 2006/07 - 2012/13 i Premier League og kan brukes som et parameter for hva som kreves for å kunne prestere på toppnivå i England. Varighetene på sprintdragene indikerer at det stilles store krav til

akselerasjonshurtighet og mindre krav til maksimal hurtighet. Disse analysene viser noe av viktigheten av hurtighet for å kunne prestere godt i fotball, og det vil sannsynligvis ikke bli mindre viktig i årene som kommer.

### 1.1 Problemstilling

“Hvilken effekt har styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet hos mannlige fotballspillere?”

### 1.2 Avgrensning av oppgaven

I denne oppgaven vil vi avgrense oss til hvilken effekt treningsmetodene styrke og plyometrisk trening har på hurtighet for mannlige fotballspillere. I tillegg; hvilke øvelser, motstand og intensitet som bør benyttes. Med hurtighet mener vi maksimal hurtighet, akselerasjonshurtighet eller total tid på et bestemt løp. Vi har inkludert studier hvor testpersonene er både semiprofesjonelle, profesjonelle og junior elite spillere. Dette for å sammenligne responsen på treningen.

### 1.3 Oppgavens oppbygning

Oppbygning av denne bacheloroppgaven er basert på “retningslinjer for oppgaveskriving”- studieåret 2016/2017 for studenter ved Høyskolen Kristiania. Etter en presentasjon av problemstilling og temaet i innledningen, kommer teoridelen. Her tar vi for oss de faktorene som er med på å bestemme hurtighet. I metoddelen går vi inn på metodevalg og litteratursøk. Videre kommer resultatdelen, hvor vi presenterer funnene i de valgte studiene. I diskusjonsdelen drøftes resultatene opp mot problemstillingen, og selve metoden studiene har brukt. I konklusjonen svarer vi på problemstillingen med funnene i denne oppgaven.

### 1.4 Begrepsavklaringer

- Akselerasjon: Hastighetsforandring per tidsenhet, og angir hvor raskt økningen av hastighet skjer. (Når hastigheten minsker, kalles det retardasjon.)
- Elitenivå: Øverste liganivå
- Profesjonelle fotballspillere: Spillere som lever av fotball. Kan spille på lavere enn øverste liganivå.
- Effekt (W): Arbeid per tidsenhet
- Plyometriske øvelser: Øvelser der en eksentrisk muskelaksjon etterfølges umiddelbart av en konsentrisk muskelaksjon

- MHC/ Myosin Heavy Chains: Proteinet til en muskelfiber
- Aksjonspotensiale: Elektriske potensialvariasjoner av noen millisekunders varighet som registreres fra nerve- og muskelceller under aktivitet
- ATP: En energirik kjemisk forbindelse som er involvert i alle energikrevende prosesser i menneskekroppen
- Tverrbro syklus: Mekanismen bak en muskelkontraksjon
- Anaerob løpsdistanse: Hvor langt en klarer å løpe uten nok oksygen til arbeidende muskulatur
- Yo-Yo test: Intervallpreget løpstest, mye brukt av fotballag
- Premier League: Øverste liganivå i England, en av verdens beste ligaer
- Motorisk enhet: En nervecelle og dens tilhørende muskelfiber
- Countermovementjump (CMJ): Svikhopp
- Ekstensormuskulatur: Muskulatur som strekker ett ledd
- Konsentrisk muskelarbeid: Når en muskel trekker seg sammen
- Treningsintensitet: Grad av mobilisering i hver repetisjon.
- Fallhopp: Et fall fra en viss høyde etterfulgt av et hopp
- Knebøyhopp: Et hopp fra knebøystilling
- Nordic hamstring: Eksentrisk styrkeøvelse for baksida lår
- Leg curl: Styrkeøvelse for baksida lår
- Rumensk markløft: En variant av markløft hvor bein er utstrukt gjennom hele bevegelsen, og stangen ikke slippes helt ned til gulvet.

## 2.0 Teori

### 2.1 Generelt om hurtighet

Hurtighet er kroppens evne til å akselerere i horisontal retning (6). Vi har hovedsakelig tre typer hurtighet. Akselerasjonshurtighet, maksimal hurtighet og utholdende hurtighet. I en sprint skilles det mellom en akselerasjonsfase og topphastighetsfase (7). Akselerasjonsfasen blir regnet som de 10 første meterne av et løp. Denne fasen etterfølges av overgangsfasen fra akselerasjon til toppfart de neste 10-36 meterne. Til slutt har vi topphastighetsfasen, fra 36 meter og lengre.

Grunnet ulik vinkel på kroppen i den horisontale retningen, vil muskulaturen arbeide forskjellig i hver av fasene (7). Kroppen vil være mer fremoverlent i akselerasjonsfasen, før den gradvis begynner i rette seg mer opp i overgangen til topphastighetsfasen. I akselerasjonsfasen kommer kraftutviklingen for det meste av konsentrisk kraft fra ekstenstormuskulaturen i beina, mens hastigheten og kraftutviklingen i bakoverføringen av beina er dominerende i topphastighetsfasen. Kraften fra ekstensormuskulatur i hofte- og kneledd er i hovedsak viktigst i akselerasjonsfasen, og hamstringgruppen i topphastighetsfasen.

## 2.2 Faktorer som bestemmer løpshurtighet

Genetikk spiller en stor rolle når det gjelder hurtighet (8,9). Hurtighet er derfor en fysisk egenskap som er antatt å være lite trenbar, men kan påvirkes betydelig gjennom trening. Spesielt for fotballspillere med lite erfaring fra trening som er ment for å øke hurtigheten. Faktorer som bestemmer løpshurtigheten er stegfrekvensen og steglengden til den enkelte fotballspiller (6). Disse faktorene påvirkes av løpsteknikk, anaerob alaktacid kapasitet og effekt (W). Effekt (W) påvirkes igjen av maksimal styrke og eksplosivitet.

### 2.2.1 Løpsteknikk

I følge Olympiatoppen bør løpsteknikken for fotballspillere ligne teknikken til sprintere, men stegfrekvensen bør vektlegges noe mer for å være klar ved plutselige retningsforandringer (6). En steglengde på to meter med en stegfrekvens på fem steg per sekund, gir en hurtighet på 10m/s. Vi kan få en bedre hurtighet ved å øke steglengden, stegfrekvensen eller begge faktorene samtidig. Ved akselerasjon kan disse teknikkene vektlegges:

- *“Start akselerasjonen med tyngdepunktet senket og med overkroppen i fall i løpsretning*
- *Hev gradvis blikket og overkroppen gjennom hele akselerasjonsfasen*
- *Gjennomfør et aktivt og spist fremtrekk av svingfoten*
- *Gjennomfør et aktivt fotisett på tå – foten trekkes raskt bakover forbi tyngdelinjen med fokus på en kort fraskyvsfase*
- *Løp med en aktiv armbruk med hovedbevegelsen fra skulderleddet (mindre bevegelse i albueleddet)” (6)*



### 2.2.2 Anaerob alaktacid kapasitet

Anaerob alaktacid kapasitet bruker ikke oksygen i energiomsetningen (10). I denne energiomsetningen kan det nydannes ATP uten dannelse av laktat. Dette skjer ved hjelp av kreatinfosfat (CrP) og gir energi til de første sekundene av et arbeid. Derfor dominerer de anaerobe energiomsetningene når mye energi skal omsettes raskt, som for eksempel i en spurt eller akselerasjon. God anaerob kapasitet vil på denne måten kunne være viktig for å prestere godt i mange av situasjonene i løpet av en fotballkamp.

### 2.2.3 Effekt (W)

Relativ styrke er vår maksimale styrke i forhold til kroppsvekten (11). For å skape en stor akselerasjon må vi kunne utvikle stor effekt (W), og dermed mye kraft på kort tid. Vår relative styrke er derfor en viktig del av å skape stor akselerasjon av egen kroppsvekt. Årsaken til dette er at maksimale styrke er viktig for vår evne til å utvikle stor kraft hurtig. Effekt (W) er det norske ordet for “power” og er et godt mål på vår akselerasjonsevne. Effekt (W) defineres som arbeid per tidsenhet.  $\text{Effekt (W)} = \text{kraft} \times \text{vei} / \text{tid}$ , eller  $\text{kraft} \times \text{hastighet}$ . Faktorene som bestemmer effekt kan grovt deles inn i to. Evnen til hurtig og maksimal aktivering av muskelmassen, og muskelmassens maksimale evne til kraftproduksjon.

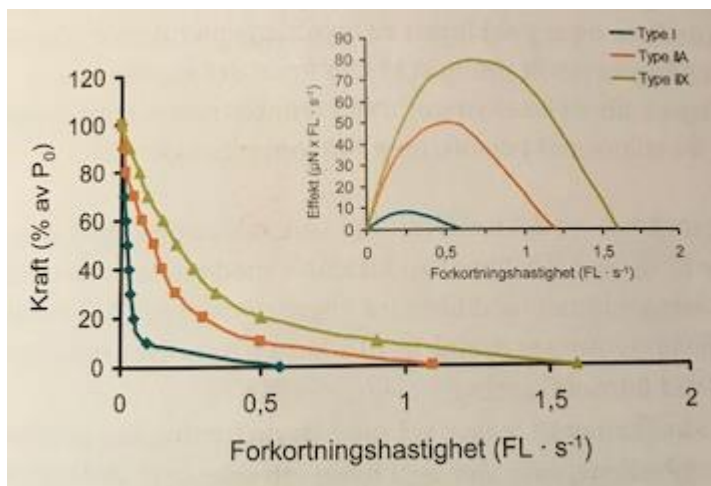
#### 2.2.3.1 Muskulære faktorer

Muskulære faktorer som bestemmer effekt (W), er muskelfibertyper, muskelens tverrsnittsareal og muskellengde (11). Det er en god sammenheng mellom en muskels evne til å utvikle kraft og dens tverrsnittsareal. Trening ment for å øke en muskels tverrsnittsareal (hypertrofi) kan dermed øke muskelens maksimale styrke og evne til å utvikle kraft. Muskellengde og muskelens fjærstivhet kan også påvirkes ved styrke og plyometrisk trening. Dette kan øke lagringskapasiteten for elastisk energi, som er viktig for å utvikle kraft hurtig. Videre vil også stor andel av raske muskelfibre gi en økt evne til å utvikle kraft ved raske forkortningshastigheter.

Vi har hovedsakelig tre typer muskelfibre. Type I, type IIA og type IIX (12). Inndelingen er basert på de tre isoformene av myosin heavy chains (MHC). Det er disse tre ulike formene som hovedsakelig bestemmer de kontraktile egenskapene i muskelfibrene. De ulike MHC-typenes ATPase-aktivitet er avgjørende for hastigheten på tverrbrosyklusen, og derfor med på

å bestemme forkortningshastigheten og hastigheten på kraftutviklingen. Ikke alle muskelfibre består av bare én type MHC. Noen fibre har også mellomstadier av disse fibre.

Ved samme tverrsnittsareal i en isometrisk kontraksjon kan alle de tre typene i utgangspunktet utvikle like stor kraft (12). En kan se en tendens til at type II fibre er noe sterkere enn type I fibre, som til gjengjeld er mer utholdende. Under normale forhold vil type IIA-fibre være omtrent dobbelt så raske som type I-fibre, og type IIX-fibre vil være 3-4 ganger så raske som type I-fibre. Forskjellene blir også større, jo raskere forkortningshastigheten er. Den største effekten som kan produseres er rundt fem ganger høyere for type IIA-fibre enn type I-fibre, og ti ganger høyere for type IIX-fibre. Figur om forkortningshastighetene til de forskjellige fibertypene vises under (Figur 1).

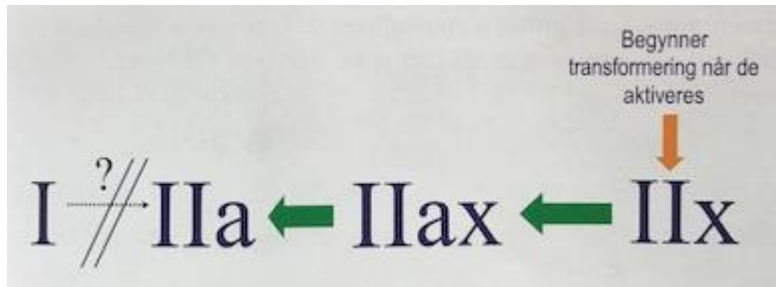


Figur 1: Forkortningshastighet for de ulike fibertypene (12)

Ettersom effekten (W) i et muskelarbeid er kraft x hastighet, kan en muskel som har stor andel av raske og sterke muskelfibre, skape en betydelig større effekt enn en muskel med langsomme og mer utholdende fibre, selv om de har samme tverrsnittsareal og samme maksimal styrke (11). På denne måten kan fotballspillere med en genetisk stor andel av type II fibre, dra nytte av dette til fordel for sin hurtighet.

Uavhengig av metode, er det godt dokumentert at styrketrening fører til en overgang fra type IIX fibre til type IIA fibre (13). En overgang fra type I fibre til type IIA fibre er noe usikkert, men det finnes to studier som viser denne overgangen ved maksimal styrketrening og eksplosiv sprinttrening (14). Selv om vi ikke kan øke andelen av type II fibre i veldig stor

grad, kan vi øke tverrsnittsarealet av disse fibre (13). På denne måten får vi flere kontraktile filamenter, med evne til å skape stor kraft ved høye forkortningshastigheter. Figur om fibertypeoverganger vises under. (Figur 2)



Figur 2: Fibertypeovergang (13)

Muskelfibersammensetning er noe forhåndsbestemt av genetikken (8,9). Ved fødsel har vi mennesker fått tildelt en viss fordeling av de forskjellige muskelfibertypene, og dette kan spille en rolle for idrettsprestasjonen senere i livet. En person med en høy andel av type II fibre vil f.eks. kunne ha et bedre utgangspunkt i idretter som sprint, lengdehopp og styrkeløft.

### 2.2.3.2 Aktivering av muskelmassen

For å aktivere alle enheter i en muskelgruppe og oppnå høy effekt (W), må de motoriske høyterskelenhetene rekrutteres (11). Muskelfibre i høyterskelenhetene er type II fibre. Disse er som oftest bare aktivert nær maksimal eller hurtig kraftproduksjon. Det er sammenheng mellom fyringsfrekvensen til de motoriske nevronene og kraftproduksjonen. Det vil si at ved en høy fyringsfrekvens, vil det også være en høy kraftproduksjon.

En annen viktig faktor for å skape høy effekt (W), er “rate of force development” eller “RFD” (11). Dette er økt evne til å produsere kraft raskt. Når fyringsfrekvensen til motornevronene i starten på et arbeid overstiger terskelen for maksimal aktivering, vil den ekstra høye fyringsfrekvensen føre til at vi når maksimal kraft raskere.

Eksplisiv trening og styrketrening kan være med på å øke aktiveringen av type II fibre og evnen til å nå maksimal kraft raskere (RFD) (11). Dette gjelder spesielt for personer med liten erfaring fra denne type trening. Ofte er det de første aksjonspotensialene som når muskelfibre, som bestemmer hvor raskt kraften i hver muskelfiber øker. Derfor er det gunstig om vi ved trening, får de første aksjonspotensialene til å komme så tett som mulig. På

denne måten vil kalsiumnivåene i muskelfibrene stige så raskt som mulig. Økt aktivering og RFD kan gi en større maksimal effekt (W), som igjen vil være en fordel i idretter med raske bevegelser som sprint og retningsforandringer.

*“En tidsmessig forbedring på 0,3 sekund på en 40 meter utgjør ca. 2.5 meter forskjell i distanse. I fotball kan dette være forskjellen mellom å vinne eller tape viktige dueller.” - Olympiatoppen (6)*

## 2.3 Generelt om de forskjellige treningsmetodene for å forbedre hurtigheten

### 2.3.1 Plyometrisk trening

Plyometrisk trening er trening som inneholder øvelser hvor arbeidende muskulatur forkortes rett før de forlenges, som f.eks. et fallhopp eller svikthopp. Øvelsene kan gjøres både med og uten ekstra vekt (11).

### 2.3.2 Styrketrening

Styrketrening er all trening som er ment for å utvikle eller vedlikeholde vår evne til å skape størst mulig kraft eller dreiemoment ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet (15).

Styrketrening kan grovt deles inn i ulike kategorier hvor maksimal styrketrening og eksplosiv styrketrening defineres som trening med motstand hvor vi klarer 1-5 repetisjoner, hypertrofi 6-12 repetisjoner (16). Fra rundt 15 repetisjoner og oppover finner vi en gråsoner mellom styrketrening og muskulær utholdenhet.

## 3.0 Metode og datainnsamling

### 3.1 Valg av metode

I tilnærmingen til denne oppgaven har vi valgt å benytte oss av en litteraturstudie.

Fordelene med et litteraturstudie var at det ikke krevde forsøkspersoner, og dermed var vi ikke avhengige av å avtale tid med andre enn oss selv. Ved et litteraturstudie kunne vi også lettere fordele arbeidsoppgaver, slik at vi noen dager kunne arbeide hver for oss. En eventuell ulempe var at selv om vi har gjort noe av dette før, har vi ikke mye erfaring. Derfor kunne innhenting av relevante og gode studier og artikler bli en utfordring.

### 3.2 Databaser

I innhenting av litteratur har vi benyttet oss av søkemotorene Pubmed og Oria. Grunnen til dette er fordi vi begge har benyttet oss av disse tidligere, de er enkle å forstå seg på, og vi har vært fornøyde med søkeresultatene. I tillegg har vi hentet stoff fra relevante bøker og artikler. Vi har også benyttet oss av et håndstøk i referanselistene til noen av artiklene for å finne ut om vi kan ha oversatt noe ved søk i databaser.

### 3.3 Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Inklusjonskriteriene: Studier som testet styrke, plyometrisk trening, menn, 17 år og eldre, profesjonelle eller semi-profesjonelle fotballspillere. publiseringsdato 2000 og nyere.

Videre inkluderte vi artikler og forskning som skolens bibliotek ikke har tilgang til for å ikke gå glipp av relevante forskningsartikler. Eksklusjonskriteriene: Kvinner, menn 16 år og yngre, idretter utenom fotball, publiseringsdato 1999 og eldre.

Etter en systematisk gjennomgang, satt vi igjen med syv studier som tydelig redegjør for hvilken effekt styrke- og plyometrisk trening har på hurtighet. Under vises en tabell for inklusjon- og eksklusjonskriterier (Tabell 1).

Tabell 1: Inklusjon og eksklusjonskriterier:

Inklusjonskriterier:	Eksklusjonskriterier:
<ul style="list-style-type: none"><li>● Fotballspillere</li><li>● Menn</li><li>● 17 år eller eldre</li><li>● Artikler/forskning utgitt fra 2000 og nyere</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Andre idretter</li><li>● Menn 16 år eller yngre</li><li>● Kvinner</li><li>● Artikler/forskning utgitt 1999 og senere</li></ul>

### 3.4 Søkestrategi

Vi fikk kyndig veiledning fra skolens bibliotek, der vi gjorde et generelt søk opp mot vår problemstilling. Ordene Soccer, players, plyometric, strength og training ble benyttet. I tillegg ble ordene speed, jump, squat, effects, exercises, training, short term tatt med ved senere søk for å spesifisere søkeresultatene enda mer. For å spisse søket ytterligere ble inklusjons og eksklusjonskriteriene anvendt. På denne måten ble flere studier ekskludert og kvaliteten på studiene bedre stilt for vår problemstilling. Tabellen under presenterer direkte søkestrenger som førte til funn av de 7 studiene vi valgte å ta i bruk (Tabell 2). Ved første søkestreng ble totalt 990 søkeresultater funnet. På grunn av mange treff valgte vi å kun inkludere de ti første sidene. Her fant vi fem relevante studier vi valgte å ta med i denne oppgaven. Tabellen under viser spesifikt hvor en kan finne de forskjellige studiene blant de ti første sidene, både med artikkelnummer og sidetall. De to gjenstående søkestrengene framstår på samme oversiktlige måte og gjør det lett for leseren å finne fram.

Tabell 2. Søkeresultat Pubmed

Søkeord	Totale søkeresultater	Relevante funn (De første 10 sidene)	Studie nr. i resultater
Soccer+players+plyometric strength+training	<u>990</u>	<u>5</u> - Artikkel nr 19, side 2 - Artikkel nr 24, side 3 - Artikkel nr 41, side 5 - Artikkel nr 57, side 6 - Artikkel nr 89, side 9	Studie 2 Studie 5 Studie 6 Studie 1 Studie 7
Soccer+players+jump+squat +effects+speed	<u>697</u>	<u>1</u> - Artikkel nr 3, side 1	Studie 3
Soccer+players+jump+squat +exercises+effects+speed+training+short term	<u>319</u>	<u>1</u> - Artikkel nr 9, side 1	Studie 4

### 3.5 Etikk

Det er en litteraturstudie hvor ingen nye intervensjoner skal gjennomføres. Det er derfor ingen etiske dilemmaer ved gjennomføring av denne bacheloroppgaven.

## 4.0 Resultater

### 4.1 Effekten av styrketrening og plyometrisk trening på hurtighet

#### 4.1.1 Studie 1

**Tittel: “Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players” (17)**

Utgitt 24. januar 2017, Journal of science and medicine in sports

Av Rodríguez-Rosell, Torres-Torrelo, Franco-Márquez, González-Suárez JM og González-Badillo.

Sted: Deportivo, Spania.

#### **Hensikt**

Hensikten i denne randomiserte kontrollerte studien var å sammenligne effekten av styrketrening med maksimal intensitet og lette vekter, og plyometrisk trening, med styrketrening alene på prestasjonen i styrke, spenst og sprint for semi-profesjonelle mannlige fotballspillere.

#### **Metode**

30 voksne fotballspillere ble tilfeldig plassert i tre forskjellige grupper med 10 personer i hver. En gruppe skulle kun gjøre styrketrening (FSG), mens en annen skulle gjøre styrke, hopp og sprint trening (COM), og den siste gruppen var kontrollgruppe (CG).

Inklusjonskriteriene i dette studiet var at spillerne måtte være over 18 år, spille på et semi-profesjonelt lag, minst 8 års fotballerfaring, skadefri i minst 6 måneder og ingen erfaring fra styrketrening. Spillerne som deltok ble plukket ut fra to forskjellige lag fra nivå 3 i Spania. Disse hadde en alder på  $24,5 \pm 3,4$  år. Alle fullførte studien.

Styrketreningen innebar dype knebøy med lav motstand (45-60% av 1RM) og lavt volum (4-6 repetisjoner). Hoppøvelsene bestod av 3x5 knebøyhopp, mens sprintøvelsene bestod av spurter med og uten retningsforandringer 3-4 x 20 meter eller 10 sekunder. Treningen ble gjennomført to ganger i uken i tillegg til fire vanlige fotballøkter i sesong, i seks uker. Det ble gjennomført testing av 10 og 20 meters sprint, hopp høyde, 1RM styrke og hastighet med forskjellig vekt-motstand i dyp knebøy ble testet før og etter treningsperioder.

### **Resultat**

Begge grupper fikk signifikante forbedringer i 1RM styrke (17.4-13.4%;  $p < 0.001$ ), hopp høyde (7.1-5.2%;  $p < 0.001$ ), sprint (3.6-0.7%;  $p < 0.05-0.001$ ) og kraft-hastighet sammenheng i knebøy med forskjellig motstand (16.9-6.1%;  $p < 0.05-0.001$ ). Ingen signifikante økninger ble funnet i kontrollgruppen og ingen signifikante forskjeller ble funnet mellom gruppen som kun trente styrke og gruppen som kombinerte styrke med hopp og sprint trening.

### **Konklusjon**

Funnene i denne studien kan tyde på at kombinert styrketrening og plyometrisk trening er mer effektivt enn kun styrketrening alene, når det gjelder forbedring av prestasjon i aktiviteter som inneholder akselerasjon, retardasjon og hopp. Styrketrening alene eller kombinert med plyometriske øvelser gir signifikant forbedring i hurtighet.



#### 4.1.2 Studie 2

##### **Tittel: “Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players” (18)**

Utgitt 22. mai 2008, Journal of strength and conditioning research

Av Rønnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T.

Sted: Oslo, Norway

##### **Hensikt**

I denne randomiserte kontrollerte studien var hensikten å sammenligne effekten av kombinert styrke og plyometrisk trening med kun styrketrening, på prestasjonen i sprint- og hopptester på profesjonelle mannlige fotballspillere.

##### **Metode**

Fotballspillerne ble tilfeldig plassert i to grupper. Gruppe ST inneholdt 6 personer som gjennomførte tung styrketrening to ganger i uken i syv uker, i tillegg til 6-8 fotballtreninger i uka. Gruppe ST+P inneholdt 8 personer som gjennomførte et plyometrisk treningsprogram i syv uker, i tillegg til det samme treningen som gruppe ST gjorde. Kontrollgruppen inneholdt 7 personer som kun gjennomførte 6-8 fotballtreninger i uken, i 7 uker. Inklusjonskriteriene i dette studiet var voksne profesjonelle fotballspillere som hadde trent 5-7 økter i uka de siste 3 årene. Alder på deltakerne var  $22 \pm 2,5$  (ST),  $23 \pm 2$  (ST+P),  $24 \pm 1,5$  (kontroll). Alle fullførte studien.

Styrkeøvelsene bestod av knebøy til halv dybde (4-6RM) og en hoftefleksjonsøvelse. De plyometriske øvelsene bestod av ett- og tobeins hekkhopp og fremoverhopp. Det ble gjennomført før og etter-tester. Disse testene bestod av 1RM knebøy (halv dybde), svikthopp, knebøy-hopp, 4-stegs hopptest, høyeste kraft i knebøyhopp med 20 kg, 35 kg og 50 kg, løps-akselerasjon, høyeste sprinthastighet, og total tid på 40 meter sprint. Studien ble gjennomført i oppkjøringsperiode til sesong.

##### **Resultater**

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppe ST+P ( $23 \pm 2$ ) og gruppe ST ( $22 \pm 2,5$ ). Begge gruppene slått sammen som en intervensjonsgruppe viste signifikante forbedringer i alle testene utenom svikthopp. 1RM knebøy (halv dybde) (25%), knebøy-hopp (8,5%), 4-stegs hopptest (4%), høyeste kraft i knebøyhopp med 20 kg, 35 kg og 50 kg ( $p < 0.01$ ), løps-

akselerasjon ( $p < 0.02$ ), høyeste sprinthastighet ( $p < 0.02$ ), og total tid på 40 meter sprint ( $p < 0.02$ ) Kontrollgruppen ( $24 \pm 1.5$ ) viste kun signifikante forskjeller i høyeste kraft i knebøyhopp med 20 kg. Det var signifikante forskjeller i relativ forbedring mellom intervensjonsgruppen og kontrollgruppen i 1RM knebøy (halv dybde), 4-stegs hopptest og knebøy-hopp med 50kg. En signifikant forskjell ble ikke funnet mellom intervensjonsgruppen og kontrollgruppen i høyeste kraft i knebøyhopp med 20 kg og 35 kg, løps-akselerasjon, høyeste løpshastighet og total tid på 40 meter sprint.

### **Konklusjon**

Resultatene viser at det ikke gir signifikant større prestasjonsfremmende effekt av å kombinere styrke og plyometrisk trening, enn å styrketrening alene. Studien viser imidlertid at styrketrening alene eller kombinert med plyometriske øvelser kan føre til signifikante forbedringer i styrke, spenst og hurtighet for profesjonelle fotballspillere.

### 4.1.3 Studie 3

#### **“Half-squat or jump squat training under optimum power load conditions to counteract power and speed decrements in Brazilian elite soccer players during the preseason” (19)**

Utgitt: 16. mars 2015 - Journal of Sport Sciences

Av: Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Zanetti V, Gil S, Kitamura K, Abad CC, Nakamura FY.

Sted: São Paulo, Brasil

#### **Hensikt**

I denne eksperimentelle/RCT? studien var hensikten å teste hvilke av øvelsene knebøyhopp (JS) og halv knebøy (HS), som er mest effektive for å unngå redusert hurtighet og kraftrelaterte egenskaper gjennom oppkjøring til sesong for fotballspillere.

#### **Metode**

23 mannlige fotballspillere fra samme fotballag og tilfeldig plassert i to grupper. Knebøy hopp (JS) n = 12, alder:  $23.4 \pm 3.6$  år. Halv knebøy (HS) n = 11, alder:  $24.1 \pm 5.2$  år. Alle fullførte studien. Inklusjonskriterier i denne studien ble ikke nevnt. Halv knebøy-kraft, vertikalt hopp og sprint prestasjon ble testet før og etter 4 uker av en oppkjøringsperiode til sesong. I løpet av disse 4 ukene ble det gjennomført totalt 10 treningsøkter i henholdsvis knebøyhopp og halv knebøy (6 sett x 4-8 repetisjoner).

#### **Resultater**

Etter de 4 ukene kunne en se at både JS-gruppen og HS-gruppen hadde vedlikeholdt både hurtighet og vertikalt hopp. ( $P > 0.05$ ) Begge gruppene hadde også redusert kraft i halv knebøy. (ES = -0.76 vs. -0.78, for gruppe JS og HS). Begge gruppene forbedret akselerasjon mellom 5 og 10 meter (ES = 0.52). JS var en mer effektiv øvelse for å unngå redusert akselerasjonsevne over 0-5 m. (ES = -0.38 vs. -0.58, for gruppe JS og HS). HS gruppen forbedret vertikal hopphøyde (ES = 0.76 vs. 0.11, for gruppe HS and JS).

#### **Konklusjon**

Oppsummert, viser studien at knebøyhopp er en mer effektiv øvelse for å unngå redusert akselerasjonsevne i korte spurter, mens halv knebøy er mer effektivt for å forbedre vertikalt hopp. Begge øvelsene ga en signifikant forbedring i akselerasjonen. Nye metoder bør iverksettes for å implementere disse øvelsene i oppkjøringsperioden. Dette for å unngå at utholdenhet og kraftrelaterte adaptasjoner påvirker hverandre.

#### 4.1.4 Studie 4

**“Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players”. (20)**

Utgitt: 09. april 2013 - International journal of sport physiology and performance

av: Los Arcos A, Yanci J, Mendiguchia J, Salinero JJ, Brughelli M, Castagna C.

Sted: Club Atlético Osasuna, Spania

#### **Hensikt**

Denne studien tok i bruk et eksperimentelt design hvor hensikten var å sammenligne effekten av to treningsprogram, som involverte enten vertikalorienterte, eller kombinert vertikal og horisontal orienterte øvelser på fotballspesifikke bevegelser som akselerasjon, hopp, kraft og utholdenhet.

#### **Metode**

22 profesjonelle mannlige fotballspillere fra samme i spansk 2. divisjon ble tilfeldig fordelt i to treningsgrupper: Vertikal styrke (VS, n = 11) alder  $20.3 \pm 1.9$ . Vertikal og horisontal styrke (VHS, n = 11) Alder:  $19.6 \pm 1.6$ . 5 av spillerne fullførte ikke studien pga. skader eller overgang. Spillerne trente to ganger i uken gjennom hele oppkjøringen på 5 uker, og 3 uker av selve sesongen. Styrkeøvelsene bestod av ett- og tobeins halve knebøy og en hofteekstensjonsøvelse. Disse ble utført med 2-3 sett og 5 repetisjoner. De plyometriske øvelsene bestod av ett- og tobeins svikthopp, knebøyhopp, horisontale ettbeinshopp og trestegs hopp. Disse ble utført med 1-5 sett og 1-5 repetisjoner. I tillegg ble det utført sprintøvelser med og uten motstand.

For å måle effekten av treningen ble spillerne testet før og etter denne perioden i øvelsene svikthopp med både ett og to bein (CMJ), høyeste kraft i halv knebøy (PP), hurtighet på 5 og 15 meter, og laktatkonsentrasjon i blod (definisjon) etter forskjellige løpshastigheter.

Inklusjonskriteriene var profesjonelle fotballspillere med minst 10 års erfaring fra fotball og 3 års erfaring fra styrketrening.

#### **Resultat**

Begge gruppene fikk signifikant forbedret høyeste kraft i halv knebøy ( $P < .05$  ES = 0.87 og 0.80 for gruppe VS og VHS). En liten forbedring ble sett i hurtighet på 5 meter. ( $P < .05$  ES = 0.27 og 0.25 for gruppe VS og VHS). og 15 meter ( $P < .05$  ES = 0.19 og 0.24 for gruppe VS

og VHS. Det ble også sett en liten forbedring i svikthopp ( $P < .05$  ES = 1.89 og 0.71 for VS og VHS).

### **Konklusjon**

Studien viser at både vertikale og vertikale + horisontale styrkeøvelser kan gi en liten forbedring i kraft, noe forbedring i hurtighet over korte distanser/akselerasjonshurtighet og spenst. Mer forskning må gjøres for å kunne konkludere noe om horisontale styrkeøvelser.

#### 4.1.5 Studie 5

**“Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players.” (21)**

Utgitt: 24.oktober 2010, Journal and strength and conditioning research

Av: Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ.

Sted: Tunis, Tunisia

#### **Hensikt**

I denne studien var hensikten å se om et 8 ukers plyometrisk treningsprogram kunne påvirke kraft i beinmuskulatur, spenst, sprint og muskelvolum for fotballspillere midt i sesong.

#### **Metode**

Dette var en randomisert kontrollert studie (RCT) med 23 fotballspillere. Disse hadde en alder på  $19 \pm 0,7$  år. Spillerne ble delt i to grupper. Gruppe 1 (Gc;  $n = 11$ ) trente kun fotball, mens gruppe 2 (Gex,  $n = 12$ ) trente plyometrisk trening bestående av hekkehopp og dype knebøyhopp (4-5 x 10 repetisjoner). Dette ble utført annenhver uke i tillegg til fotballtrening. Alle spillerne fullførte studien. Inklusjonskriteriet for denne studien var erfarne mannlige fotballspillere.

Før og etter treningsperioden ble spillerne testet i høyeste kraft i en “kraft-hastighet” ergometersykkel (PP), knebøy hopp (SJ) og svikthopp (CMJ). Hopp høyde, maksimal kraft, hastighet og gjennomsnittlig kraft ble testet på en kraftplattform. 40 meter sprint, høyeste hastighet ved start (VS), 5 meter (V5m) og mellom 35 og 40 meter (Vmax), ble testet med “video kinematic analyse”. Muskulatur i underkropp ble testet med et “standard anthropometric kit”.

#### **Resultat**

Gruppe 2 (Gex) fikk relative forbedringer sammenlignet med gruppe 1 (Gc) i PP ( $p < 0.01$ ); SJ ( $p < 0.01$ ; hastighet  $p < 0.001$ ), CMJ ( $p < 0.001$ ; hastighet  $p < 0.001$ , gjennomsnittskraft  $p < 0.01$ ) og alle sprint hastighetene ( $p < 0.001$  for V5m og Vmax,  $p < 0.01$  for VS). Det var også en signifikant økning i muskelvolum i lårmuskulatur, mens leggmuskulaturen viste ingen økning.

## **Konklusjon**

Studien viste at plyometrisk trening annenhver uke for fotballspillere kan gi en signifikant forbedring i kraft i beinmuskulatur, spenst, sprint og muskelvolum for fotballspillere midt i sesong.

#### 4.1.6 Studie 6:

“Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players“ (22)

Utgitt: 30 juni, 2016, Journal of strength and conditioning research

Av: Styles WJ, Matthews MJ, Comfort P.

Sted: Glasgow, Scotland.

#### **Hensikt**

Hensikten med denne studien var å se på hvilken effekt et enkelt styrketreningsprogram kan ha i knebøy og sprint for fotballspillere under spillernes sesong. Mer utdypende, om dette kan øke maksimal 1RM i knebøy og igjen påvirke sprint ved 5, 10 og 20 m.

#### **Metode**

17 profesjonelle fotballspillere med alder på  $18,3 \pm 1,2$  år deltok i denne studien.

Studien har tatt i bruk et eksperimentelt design og ble gjennomført med repeterte målinger.

Testene som ble utført var knebøy med en repetisjon med maks kraft av det testpersonen klarte utføre (1RM). For hurtighet, testet de 5, 10 og 20 meter sprint der alle testene ble utført før og etter en 6 ukers periode i fotballsesongen. I løpet av disse 6 ukene ble

styrketreningsprogrammet utført 2 ganger i uken med 85-90% av 1RM i totalt 12 økter.

Styrkeprogrammene ble tilpasset hver enkelt utøver og bestod av knebøy, rumensk markløft,

nordic hamstring. Knebøy ble utført med 90 graders dybde (halv knebøy) i 4 sett av 5

repetisjoner. Rumenske markløft ble også utført med 4 sett av 5 repetisjoner, mens nordic

hamstring ble utført 3 sett med 4 repetisjoner. Inklusjonskriteriene for denne studien var

profesjonelle fotballspillere uten noe spesiell treningserfaring fra styrkeøvelsene i dette

studiet. Alle deltakerne fullførte studien.

#### **Resultat**

Styrketreningsprogrammet viste signifikante forbedringer i absolutt og relativ styrke.

Før  $125.4 \pm 13.8$  kg, etter  $149.3 \pm 16.2$  kg,  $p \leq 0.001$ , ES = 0.62; 1RM/BM før:  $1.66 \pm 0.24$

kg·kg<sup>-1</sup>, etter =  $1.96 \pm 0.29$  kg·kg,  $p \leq 0.001$ , ES= 0.45.

I prosent økte absolutt styrke med 19%, mens relativ styrke økte med 16%.



Videre økte utøverne knebøy med maksimal kraft fra  $125.4 \pm 13.78$  kg; til  $149.29 \pm 16.2$  kg som viste en sterk sammenheng med forbedringene i 5 m ( $r = 0.62$ ), 10 m ( $r = 0.78$ ), og 20 m ( $r = 0.60$ ) sprint.

Det var små, men signifikante forbedringer i sprint testene:

5 m (før =  $1.11 \pm 0.04$  sekunder, etter =  $1.05 \pm 0.03$  sekunder,  $p \leq 0.001$ , effective size = 0.55), 5%

10 m (før =  $1.83 \pm 0.05$  sekunder, etter =  $1.78 \pm 0.05$  sekunder,  $p \leq 0.001$ , effektiv size = 0.45), 3%

20 m (før =  $3.09 \pm 0.07$  sekunder, etter =  $3.05 \pm 0.05$  sekunder,  $p \leq 0.001$ , effektiv size = 0.31). 1%

### **Konklusjon**

Effekten av at styrkeprogrammet viste signifikant forbedret resultat i 5, 10 og 20 m sprint og samsvarer med utøvernes forbedring av maksimal knebøy. Dette indikerer hvorfor det er viktig å inkludere tung styrketrening for å øke hurtigheten for fotballspillere. Denne studien viser muligheten for å forbedre både knebøy og hurtighet selv om utøverne er i kampsesong.

#### 4.1.7 Studie 7

**“The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players“ (23)**

Publisert: 01.05.2005 “Journal of Strength & Conditioning Research”

Av: Christo S Kotzamanidis, Dimitris Chatzopoulos, Charalambos Michailidis, Giorgos Palalakovou, and Dimitris Patikas.

Sted: Aristotle University, Thessaloniki, Greece.

#### **Hensikt**

I denne randomiserte kontrollerte studien var hensikten å se hvilken effekt et treningsprogram med både tung styrketrening og løpetrening kan ha på styrke, hurtighet og vertikale hopp hos fotballspillere i

#### **Metode**

Totalt deltok 35 fotballspillere i studien. Disse ble igjen delt opp i 3 grupper. Den første gruppen (n = 12, COM) utførte styrke kombinert med hurtighetstrening, den andre gruppen (n = 11, STR) utførte den samme styrketreningen som COM-gruppen, men uten hurtighet. Den tredje gruppen var en kontrollgruppe bestående av et randomisert utvalg av studenter fra en idrettslinje. (n = 12, CON). Deltakerne i de forskjellige gruppene hadde en alder på  $17.0 \pm 1.1$  (COM),  $17.1 \pm 1.1$  (STR) og  $17.8 \pm 0.3$  (CON). Inklusjonskriterier i dette studiet ble ikke nevnt.

COM og STR utførte treningsplanen med styrke og hurtighet i 13 uker. Studien ble delt opp i en generell og en eksperimentell periode. De første 4 ukene var helt like for begge gruppene, der øvelsene bestod av styrke, fleksibilitet og koordinasjon. Her ble det utført 3 økter i uken. Denne perioden skulle brukes til å forebygge mot skader som kunne forekomme ved høy treningsintensitet senere i treningsplanen. De 9 neste ukene ble delt opp i 3 perioder. De 2 første periodene varte i 4 uker hver. Den siste perioden varte kun 1 uke. I løpet av de 3 periodene ble det utført 2 økter i uken. Treningsbelastningen i øvelsene var forskjellig i de 3 periodene, med 8, 6 og 3 RM. Styrkeøvelsene som ble utført var halv knebøy, step-up, leg curls. De plyometriske øvelsene var knebøyhopp, fallhopp og svikhopp.

Hurtighet ble evaluert med en 30 m sprint-test. For å evaluere spenst ble det testet knebøyhopp, svikhopp og fallhopp. Styrke ble evaluert med en 1RM test i de forskjellige styrkeøvelsene.

## Resultat

Styrke:

Både COM-gruppen og STR-gruppen fikk signifikante forbedringer i alle styrkeøvelsene ( $p = 0.01$ ). Det ble ikke sett noen signifikante forbedringer i CON-gruppen.

COM:

Halv knebøy - Før:  $139.58 \pm 18.14$ , Etter:  $151.66 \pm 20.59$

Step-up - Før:  $64.16 \pm 6.33$ , Etter:  $75.41 \pm 8.38$

Leg curls - Før:  $50.41 \pm 5.41$ , Etter:  $59.58 \pm 5.82$

STR:

Halv knebøy - Før:  $140.45 \pm 15.56$ , Etter:  $154.54 \pm 15.72$

Step-up - Før:  $65.45 \pm 7.56$ , Etter:  $76.36 \pm 7.10$

Leg curls - Før:  $53.63 \pm 6.74$ , Etter:  $62.27 \pm 5.64$

CON:

Half squat - Før:  $138.33 \pm 13.87$ , Etter:  $140.41 \pm 13.39$

Step-up - Før:  $69.16 \pm 5.14$ , Etter:  $71.25 \pm 4.33$

Leg curls - Før:  $51.25 \pm 4.33$ , Etter:  $52.50 \pm 5.43$

Spent:

Kun COM-gruppen fikk signifikante forbedringer i knebøy hopp ( $t = 3.963$ ,  $p = 0.01$ ) Ingen av gruppene fikk signifikante forbedringer i fallhopp. I svikthopp fikk kun COM- gruppen signifikante forbedringer ( $t = 4.201$ ,  $p = 0.01$ ).

COM:

Knebøyhopp Før:  $25.51 \pm 2.51$ , etter:  $27.50 \pm 3.36$

Fallhopp Før:  $20.07 \pm 3.96$ , etter:  $21.18 \pm 3.65$

Svikthopp Før:  $27.83 \pm 2.80$ , etter:  $29.69 \pm 3.55$

STR:

Knebøyhopp - Før:  $25.71 \pm 3.14$ , etter:  $26.19 \pm 3.45$

Fallhopp - Før:  $18.40 \pm 5.45$ , etter:  $18.88 \pm 5.47$

Svikthopp - Før:  $27.24 \pm 3.41$ , etter:  $27.48 \pm 3.33$

CON:

Squat jump - Før:  $25.80 \pm 2.46$ , etter:  $26.06 \pm 2.56$

Drop jump - Før:  $20.65 \pm 2.94$ , etter:  $21.34 \pm 4.11$

Countermovement - Før:  $28.32 \pm 2.79$ , etter:  $28.26 \pm 2.83$

Hurtighet:

30 m sprint ble signifikant forbedret i kun COM-gruppen. ( $t = 3.776$ ,  $p = 0.01$ ) STR- og CON-gruppen viste ingen signifikant forbedring.

COM:

Før  $4.34 \pm 0.17$ , etter  $4.19 \pm 0.14$

STR:

Før:  $4.33 \pm 0.17$ , etter  $4.31 \pm 0.16$

CON:

Før:  $4.50 \pm 0.21$ , etter  $4.48 \pm 0.20$

## **Konklusjon**

Studien konkluderer med at hurtighet i kombinasjon med styrke er mer effektivt enn ensidig styrketrening, og kan gi en signifikant forbedring i fotballspilleres hurtighet.

## **5.0 Diskusjon**

Akkurat hvor rask en fotballspiller bør være for å spille på internasjonalt nivå er det vanskelig å si noe konkret om, men vi vet at det stilles ulike krav til fysiske ferdigheter i de forskjellige posisjonene på fotballbanen (5). Dette er krav som akselerasjonshurtighet, topphastighet og utholdende hurtighet. Det er f.eks. forskjell i hvor mange sprinter en angrepsspiller utfører sammenlignet med en sentral midtbanespiller i løpet av en kamp, og hvor mange ganger de når topphastighet. Fotballspillere akselererer mange ganger, og dette vil da kunne påvirke den maksimale hurtigheten mot slutten av en kamp (4). I fotballkamper utføres sprint ofte med retningsforandringer (6). Dette stiller store krav til spillernes evne til å beherske raske oppbremsinger og akselerasjoner i andre retninger. Det er ikke sammenheng mellom hurtighet rett frem og hurtighet med retningsforandringer.

Det er ikke satt noen absolutte krav for å spille på internasjonalt nivå, og det er vanskelig å si noe om det ettersom det er få resultater fra tester med retningsforandringer og utholdende hurtighet. Det er imidlertid gjennomført en del tester på Olympiatoppen i Norge, i 40 meter sprint rett frem. Disse testene viste et gjennomsnitt på 5.06 sekunder for Tippeligaspillere i perioden 2004-2008 (24). Det er usikkert om disse testene kan brukes som et parameter for internasjonal toppfotball, ettersom Norges landslag per dags dato ligger som nr. 86 på FIFA-rangeringen av verdens landslag (25). I tillegg er testene 9-13 år gamle, og som studien fra Premier League viser, har viktigheten av hurtighet økt de siste årene (5). En sammenligning

med testresultater fra engelske Premier League ville vært interessant ettersom dette er antatt for å være en av Europas beste fotball-ligaer (26).

### 5.1 Hovedfunn

I 6 av de 7 studiene vises det at hurtighet, enten i form av maksimal hurtighet, akselerasjonshurtighet eller total tid på en hurtighetstest, kan signifikant forbedres ved både styrketrening og plyometrisk trening (17-19,21-23). Studie nr. 4 var den eneste som kun viste en liten forbedring i akselerasjon og hurtighet (20). I studie nr. 1, 3, 6 og 7 er det akselerasjon eller hurtighet over korte distanser som først og fremst forbedres og dermed gir en bedret total hurtighet. Samtidig benytter noen av studiene hurtighetstester på 30 meter eller kortere (17,19,22,23). Dette er innenfor akselerasjonsfasen (7). Derfor får en ikke sammenlignet resultater for akselerasjon og maksimal hurtighet i disse studiene.

Akselerasjonsfasen ser ut til å være en av de viktigste fasene av en fotballspillers hurtighet, ettersom 96% av sprintene i en fotballkamp har en distanse på 30 meter eller mindre, og 49% er 10 meter eller kortere (4). Det er nærliggende å tro at grunnen til en hovedsakelig forbedret akselerasjon, kan komme av at alle studiene utenom nr. 4 kun benyttet vertikalorienterte øvelser (20). Som nevnt tidligere i oppgaven vil kroppen ha en mer liggende posisjon i starten av en løpsfase, før den videre retter seg mer ut (7). I den liggende startposisjonen får kroppen mer bruk for vertikal kraft enn den gjør når kroppen har rettet seg mer ut, senere i løpsfasen. I studie nr. 4 som kun viste en liten effekt i akselerasjon på 5 og 15 meter, ble det benyttet både vertikal- og horisontalorienterte øvelser (20). Selv om disse studiene viser en signifikant forbedring i hurtighet etter en periode med styrketrening og plyometrisk trening, anbefales det i studie nr. 7 å implementere spesifikke sprintøvelser i samme økt for å få en større effekt (23).

Forbedringene i hurtighet er ikke overraskende ettersom styrketrening og plyometrisk trening kan forbedre maksimal styrke. Økt aktiveringen av type II fibre og evnen til å nå maksimal kraft raskere kan også forbedres. Altså økt «rate of force development» (11). Disse faktorene er som nevnt i teoridelen, med på å bestemme hurtighet.

## 5.2 Metode

### 5.2.1 Treningsøvelser

I studie nr. 5 utføres kun plyometrisk trening, mens i studie nr. 6 utføres kun styrketrening (21,22). I de fem andre studiene utføres både styrke og plyometrisk trening sammen (17,-20,23). Dette er enten for å se hvilke av metodene som gir best effekt eller om styrketrening gir best effekt alene, sammen med plyometrisk trening eller sprint. I alle studiene som benyttet seg av styrketrening skulle alle deltakerne trene dype knebøy eller knebøy til 90 graders vinkel. (17-20,22,23) Alle studiene som trente styrke, utenom nr. 3 benyttet seg av en eller flere styrkeøvelser i tillegg til knebøy (17,18,20-23). Dette var henholdsvis øvelser som ettbeins-knebøy, hoftefleksjon, hofteekstensjon, rumensk markløft, leg curl, nordic hamstring og step ut. Dette betyr at studie nr. 5 var den eneste som ikke benyttet seg av øvelsen knebøy, ettersom denne studien kun testet effekten av plyometriske øvelser (21). Deltakerne i studie nr. 1 var de eneste som trente dype knebøy (17). Styrketrening med “full range of motion” er anbefalt for generell styrketrening (27). Om dette gjelder for eksplosiv trening er usikkert. I alle studiene som testet plyometrisk trening, utenom studie nr. 2, bestod øvelsene av knebøyhopp (17,19-21,23). Studie nr. 4, 5 og 7 supplerte med øvelser som ett- og tobeins hekkehopp og svikthopp, fremoverhopp, fallhopp, tresteghopp og horisontale ettbeinshopp (20,22). Studie nr. 2 benyttet kun øvelsene ett- og tobeins hekkehopp og fremoverhopp (18).

Det ville vært interessant å sammenligne med andre studier som har testet flere ulike øvelser, for å se hva som gir den beste effekten. I følge styrketrening i teori og praksis av Raastad et.al. er løpsspesifikke øvelser anbefalt for å få best mulig effekt av plyometrisk trening (11). Dette samsvarer ikke med studie nr. 4 som var den eneste med hensikt å teste horisontalorienterte øvelser, altså i løpsretning (20). Denne studien var også den eneste som ikke viste signifikant forbedring i hurtighet, selv om det også ble gjennomført styrkeøvelser.

Ut i fra studie nr. 2, 3, 6 og 7 ser det ut til at tung styrketrening med få repetisjoner og høy intensitet gir en signifikant forbedring i hurtighet (18,19,22,23). Det samme gjelder i studie nr. 1 hvor treningen består av få repetisjoner med lett motstand (17). En kan få god effekt av både tung og lett motstand, så lenge mobiliseringen er maksimal (11). Dette betyr at selv om vektstangen i et tungt knebøysett vil heves i et saktere tempo, kan det fortsatt være like stor intensitet i et lettere sett med lavere vekt hvis grad av mobilisering er den samme. Dette stemmer godt overens med funnene i de fem av de gjennomgåtte studiene (17-19,22,23).

Fordelene med å trene styrke med lav motstand og høy intensitet, er at spillerne til fordel for hurtigheten kan trene to styrkeøkter i uken uten at det vil gå like mye utover fotballøktene i form av utmattelse (28). To tunge styrkeøkter i uken vil mest sannsynlig være vanskeligere å implementere i en treningsuke, ettersom tung styrketrening gir et høyere metabolsk stress i muskulaturen og kan på den måten gjøre spillerne mer slitne og dermed gjøre det vanskeligere å prestere godt på trening og i kamp.

### 5.2.2 Forsøkspersoner

Samtidig er det viktig å tenke på at vi har ulike forutsetninger, og noen kan ha bedre nytte av å trene med tunge vekter enn lette (11). Dette pga. treningserfaring og genetikk. Det er vanligvis store variasjoner i adaptasjonen til styrketrening (13). Grunnene til dette er mange, men de viktigste årsakene er sannsynligvis forskjeller i treningsprogram og treningsstatus på forsøkspersonene. Vi kan forvente en mindre effekt av treningen, desto bedre styrketrent vi i utgangspunktet er. I de utvalgte studiene er forsøkspersonene både erfarne og lite erfarne med styrketrening (17-23). En person med mye erfaring fra styrketrening vil mest sannsynlig trenge større motstand for å få kunne øke sin effekt, mens det ser ut til at en "utrent" person vil kunne oppnå en høy effekt med lavere belastning (11). En person som i utgangspunktet er "eksplosiv" av natur og har en høy andel av type II-fibre og en god evne til å nå maksimal kraft raskt (RFD), vil sannsynligvis ha best utbytte av å trene tung styrketrening, for å øke maksimal styrke.

De gjennomgåtte studiene i denne litteraturstudien inkluderte forsøkspersoner fra 17-25 år (17-23). De var både profesjonelle, semi-profesjonelle og junior elite utøvere. Responsen på trening forandrer seg med alderen (29). I disse studiene ser en ingen sammenheng med dette og resultatene i de forskjellige aldersgruppene (17-23). Treningserfaring spiller som nevnt en rolle i responsen på trening (13) Som en kan se, var det ulik erfaring på forsøkspersonene i de forskjellige studiene. I studie nr. 4 skulle deltakerne ha minst 3 års erfaring fra styrketrening, mens i studie nr. 6 skulle ikke deltakerne ha noe erfaring (20,22). I alle studiene hadde deltakerne flere års erfaring fra fotball, men det kan ikke sees noen sammenheng mellom erfaring i styrke eller fotball og respons på treningen (17-23).

Som nevnt over responderer mennesker forskjellig på trening (13). Hovedsakelig grunnet treningsstatus og treningsprogram. Som sett i studie nr. 4 får ikke forsøkspersonene forbedret

sin hurtighet signifikant, slik som forsøkspersonene i de andre studiene (20). I to andre studier av Kotzamanidis og Markovic et. al. som fulgte det samme treningsprogrammet, ble det sett forskjellig respons (30,31). Her må det nevnes at den ene studien inkluderte prepubertale gutter som forsøkspersoner. De var altså en god del yngre enn personene i den andre studien.

### 5.2.3 Treningsperiodene

Det er individuelle forskjeller i hvor lang tid det tar før en kan se effekt av treningen (13). De utplukkede studiene varer alt fra fire til åtte uker, der flertallet ligger på seks uker (17-23). Hva som er lang nok tid for å vise en ønsket forbedring er usikkert. Likevel viser det seg at alle studiene utenom en, signifikant forbedring i hurtighet (17-19,21-23).

Fire av studiene foregår i oppkjøring til sesong (17-19,23). To foregår i sesong (21,22). En av studiene foregår fem uker av oppkjøring og de tre første i sesong (20). Det kan muligens forventes en annen adaptasjon til treningen i disse forskjellige fasene, ettersom en oppkjøringsperiode ofte består av mye og tung trening. (28) I sesongen vil det ofte være noe lettere treningsbelastning, for at spillerne skal være klar til kamp. Samtidig vil det være en stor belastning på spillerne grunnet mange seriekamper.

### 5.2.4 Testing

Studiens konklusjon er basert på resultater som igjen blir avgjort av tester (17-23). Derfor vil selve utførelsene av testene være avgjørende for utfallet og studienes betydning og helhet. De ulike studiene i denne oppgaven testet som kjent hurtighet. De valgte å gjøre dette på ulike måter, både med tanke på utførelse, pauser, måleredskaper, indre og ytre faktorer. En ser allerede fra startposisjon store ulikheter mellom de forskjellige studiene, der deltakerne startet fra alt mellom 30 cm til en hel meter bak startlinjen. Å diskutere deltakernes startposisjon kan virke meningsløst, men likevel vesentlig med tanke på en fotballspillers kampsituasjon, hvor de ofte spurter fra joggende posisjon (5). Om fremtidige tester skal bli sammenlignbare er det muligens bedre om testene har en lik startposisjon. Likevel kan det diskuteres hvilken avstand som er mest korrekt å ta i bruk ved testing av hurtighet for fotballspillere.

En kan stille seg mer kritisk til valg av underlag. Det viser seg omsider at noen av studiene har valgt å teste på kunstgress, mens andre har testet innendørs, på løpebaner med



tartandekke eller naturgress (17-23). Det er ingen tvil om at flest fotballkamper spilles på gress i de beste ligaene i Europa. (Skal en da forkaste alle studier gjennomført på annet underlag, eller bare akseptere at det finnes en redusert overførbarhet for enkelte studier? Med en slik variasjon i underlagene, vil dette kunne føre til mindre valide tester. Kun en av studiene tester på gress (21). Dette vil kunne gjøre den mer overførbar til fotball enn de andre med tanke på hvor raskt en fotballspiller kan løpe i en kampsituasjon på gress. På en annen side kan en forstå valget ved å utføre hurtighetstester innendørs, slik fire av studiene gjorde (17-19,23). De får da ekskludert ytre faktorer som vind, temperatur og bløtt gressdekke som igjen vil kunne redusere validiteten ved testing gjennomført ute. Å teste under like forhold gjør hurtighetstest inne mer valide slik at resultatene kan sammenlignes med andre studier. Overraskende nok tar den ene studien i bruk ulikt underlag ved testing av kontrollgruppen i forhold til de eksperimentelle gruppene (18). Dette gjør resultatene i studien mindre troverdige og kan skape usikkerhet hos oss lesere. Det kan i verste fall kan medføre forkastelse av studien.) Derimot er de eksperimentelle gruppene tester gjennomført under samme forutsetninger og studien er derfor tatt med i denne bacheloroppgaven.

Studiens restitusjonsperiode mellom sprintforsøkene varierer mellom 1-3 minutter for alle, bortsett fra én (17,18,20-23). Studie nr. 3 hadde fem minutters pause (19). Ved eksplosiv trening er det anbefalt med minst tre minutters pause mellom seriene (16). Dette for at kroppen skal få hentet seg inn igjen og dermed prestere best mulig. Variasjoner i pausetid i testingen, vil på denne måten også kunne påvirke resultatene. Det kan da tenkes noen av deltakerne kunne prestert bedre i studie nr. 4 og 6, ettersom disse hadde kun 2 og 1 minutt pause mellom (20,23)

Ettersom flere av studiene brukte foto-celler og andre avanserte måleredskaper, skilte studie nr. 5 seg ut ved å ta i bruk et "Sony" håndkamera (21). Om dette er et godkjent eller normalt måleverktøy i forbindelse med hurtighetstesting kan en stille seg kritisk til.

Så lenge studiene gjennomfører samme testprosedyrer er det muligens uvesentlig hvorvidt de ligner fotballspillernes kampsituasjon, ettersom formålet med testingen er å se effekten av spesifikke treningsmetoder på hurtighet.

## 6.0 Konklusjon

Plyometrisk trening og styrketrening, enten hver for seg eller sammen, kan gi en signifikant forbedring i hurtighet hos mannlige fotballspillere. Det er spesielt akselerasjonshurtigheten som blir forbedret. Styrketrening med få repetisjoner og stor belastning, eller få repetisjoner med lett belastning ser ut til å gi best effekt, så lenge grad av mobilisering er høy.

Til videre forskning vil det anbefales å teste effekten av flere øvelser, og benytte nøyaktige testprosedyrer for å få så valide resultater som mulig.

## Referanseliste:

1.  
FIFA Marketing Research - FIFA.com [Internett]. [hentet 17. februar 2017]. Tilgjengelig på: <http://www.fifa.com/about-fifa/news/y=2010/m=12/news=fifa-marketing-research-1354721.html>
2.  
History of Football - Britain, the home of Football - FIFA.com [Internett]. [hentet 17. februar 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.fifa.com/about-fifa/who-we-are/the-game/britain-home-of-football.html>
3.  
History of Football - The Origins - FIFA.com [Internett]. [hentet 17. februar 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.fifa.com/about-fifa/who-we-are/the-game/index.html>
4.  
Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. - PubMed - NCBI [Internett] 2005. [hentet 20. februar 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15974635>
5.  
Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League [Internett] 2014. [hentet 20. februar 2017] Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25009969>
6.  
Hurtighetstrening i fotball, Olympiatoppen [Internett]. [hentet 3. mars 2017]. Tilgjengelig på: [http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/spenst\\_og\\_hurtighet/hurtighet/fagartikler/fagavdelinger/trening/hurtighet/fagartikler/Fotballhurtighet/media3800.media](http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/spenst_og_hurtighet/hurtighet/fagartikler/fagavdelinger/trening/hurtighet/fagartikler/Fotballhurtighet/media3800.media)

7.  
Delecluse C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. - PubMed - NCBI [Internett] 1997. [hentet 3. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327528>
8.  
Eynon N, Hanson ED, Lucia A, Houweling PJ, Garton F, North KN, Bishop DJ. Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. - PubMed - NCBI [Internett] 2013. [hentet 3 mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23681449>
9.  
Ross A, Leveritt M, Riek S. Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. - PubMed - NCBI [Internett] 2001. [hentet 4. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11394561>
- 10  
Green S, Dawson B. Measurement of anaerobic capacities in humans. Definitions, limitations and unsolved problems. - PubMed - NCBI [Internett] 1993. [sitert 18. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8321945>
11.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 14, s. 225-240.
12.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 2, s. 19-36.
13.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 3, s. 37-82.

14.  
Jansson E, Esbjörnsson M, Holm I, Jacobs I. Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. - PubMed - NCBI [Internett] 1990. [hentet 9. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2150579>
15.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 1, s. 11-18.
16.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 6, s 121-132.
17.  
Rodríguez-Rosell D1, Torres-Torrelo J2, Franco-Márquez F2, González-Suárez JM2, González-Badillo JJ. Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players - PubMed - NCBI [Internett] 2017. [hentet 26. februar 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28169153>
18.  
Rønnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. - PubMed - NCBI [Internett] 2008. [hentet 26. februar 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18438241>
19.  
Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Zanetti V, Gil S, Kitamura K, Abad CC, Nakamura FY. Half-squat or jump squat training under optimum power load conditions to counteract power and speed decrements in Brazilian elite soccer players during the preseason - PubMed - NCBI [Internett] 2015. [hentet 5. mars 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25772972>

20.

Los Arcos A, Yanci J, Mendiguchia J, Salinero JJ, Brughelli M, Castagna C. Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. - PubMed - NCBI [Internett] 2014. [hentet 8. april 2017]. Tilgjengelig på:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23579053?dopt=Abstract>

21.

Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. - PubMed - NCBI [Internett] 2010. [hentet 7. april 2017]. Tilgjengelig på:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20844458>

22.

Styles WJ, Matthews MJ, Comfort P. Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. - PubMed - NCBI [Internett] 2016. [hentet 9. april 2017]. Tilgjengelig på:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26473518>

23.

Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaiakevou G, Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. - PubMed - NCBI [Internett] 2005. [hentet 9. april 2017]. Tilgjengelig på:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15903377>

24.

Resultater 40 meter sprint Olympiatoppen [Internett]. [Hentet 14. april 2017].

Tilgjengelig på:

[http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/spenst\\_og\\_hurtighet/hurtighet/resultater\\_40m\\_sprint/media3816.media](http://www.olympiatoppen.no/fagomraader/trening/spenst_og_hurtighet/hurtighet/resultater_40m_sprint/media3816.media)

25.  
The FIFA/Coca-Cola World Ranking - Ranking Table - FIFA.com [Internett]. [hentet 14. april 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.fifa.com/fifa-world-ranking/ranking-table/men/>
26.  
Member associations - UEFA rankings - Country coefficients – UEFA.com [Internett]. [Hentet 14. april 2017]. Tilgjengelig på:  
<http://www.uefa.com/memberassociations/uefarankings/country/>
27.  
Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effect of range of motion on muscle strength and thickness. - PubMed - NCBI [Internett] 2010. [sitert 17. april 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22027847>
28.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 16, s 273-306.
29.  
Raastad T, Refsnes PE, Paulsen G, Rønnestad B, Wisnes AR. Styrketrening - i teori og praksis. 1. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2010. Kap 10, 175-184.
30.  
Kotzamanidis C. Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. - PubMed - NCBI [Internett] 2006. [sitert 17. april 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16686577>
31.  
Markovic G1, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. - PubMed - NCBI [Internett] 2007. [sitert 17. april 2017]. Tilgjengelig på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17530960>