



UiT Norges arktiske universitet

Idrettshøgskolen, Det Helsevitenskapelige fakultet

Sammenheng mellom kroppssammensetning, toppfart og høyintensive løp i kamp hos profesjonelle fotballspillere.

-En undersøkelse om fettfri masse kan predikere toppfarten til profesjonelle fotballspillere.

Kevin Wilsgård

Masteroppgave i Idrettsvitenskap IDR-3901 mai 2020

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag.....	i
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for studiet.....	1
1.2 Problemdiskusjon.....	4
1.2.1 Problemstilling.....	4
1.2.2 Mine hypoteser:.....	5
1.2.3 Nullhypotese.....	5
1.3 Begrepsavklaring.....	6
2 Teori.....	9
2.1 Kroppssammensetning.....	9
2.1.1 Dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA).....	11
2.2 Fotballspilleres kroppssammensetning.....	13
2.3 Hurtighet.....	14
2.4 Bruk av posisjonsdata i fotball.....	20
2.4.1 ZXY-Systemet – og dens validitet.....	24
3 Metode.....	29
3.1 Design.....	29
3.2 Utvalg.....	30
3.2.1 Inklusjonskriterier.....	31
3.2.2 Etikk.....	32
3.2.3 Kroppssammensetning.....	33
3.2.4 Høyde og vekt.....	34
3.2.5 Toppfart, høy-intensitetsløp og spurter i kamp.....	35
3.3 Statistikk.....	38
4 Resultat.....	39
4.1 Deskriptive resultater.....	39
4.2 Analytiske resultater.....	40
4.2.1 Figurer.....	41
5 Diskusjon.....	45
5.1 Resultatdiskusjon.....	45

5.2	Studiets reliabilitet.....	49
5.3	Begrensninger ved studien og framtidige perspektiver	50
5.4	Perspektiver/videre forskning.....	52
6	Avslutning/Konklusjon	52
7	Litteraturliste	55
	Vedlegg 1	B
	Vedlegg 2	E

TABELLISTE

Tabell 1. Treningsuke for testgruppe.....	31
Tabell 2. Antall observasjoner per spiller, på de ulike fysiske prestasjonene.....	37
Tabell 3. Grad av korrelasjon.....	38
Tabell 4. Deskriptiv data for spillernes antropometri og kroppssammensetning.....	39
Tabell 5. Deskriptiv data for fysiske prestasjoner i kamp.....	39
Tabell 6. Oversikt over resultater hvor KS, Antropometri er korrelert mot fysiske prestasjoner i kamp.....	40
Tabell 7. Viser fysiske prestasjoner korrelert med toppfart.....	41

FIGURLISTE

Figur 1. Faktorer for hurtighet.....	15
Figur 2. Illustrasjon av hvordan posisjonsdata kan brukes.....	21
Figur 3. Sammenligning av to forskjellige sporingsteknologier.....	26
Figur 4. Gjennomføring av måling med Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).....	34
Figur 5. Bilde av måleinstrumenter benyttet for å måle vekt og høyde.....	35
Figur 6. Illustrasjon av hvordan ZXY-systemet fungerer.....	36
Figur 7. Samvariasjon mellom TFFM og toppfart.....	41
Figur 8. Samvariasjon mellom FFMU og toppfart.....	42
Figur 9. Samvariasjon mellom kroppsfett og toppfart.....	42
Figur 10. Samvariasjon mellom toppfart og antall høy-intensitetsløp.....	43
Figur 11. Samvariasjon mellom toppfart og antall sprints.....	44

Forord

Da kan jeg med stor glede meddele at jeg endelig er i mål, etter to fantastiske år med masterprogrammet i idrettsvitenskap. Disse to årene har bidratt til økt kunnskap både om trening og idrett, og ikke minst gitt meg nye perspektiver på viktigheten av all fysisk aktivitet.

Jeg vil rette en stor takk til Sigurd Pedersen som hjalp meg i gang med prosjekt og Odd-Egil Olsen som hjalp meg med prosjektskisse og prosessen rund den etiske delen. Eliteseriespillerne med støtteapparat som lot meg bruke dem som informanter fortjener også en stor takk.

Den aller viktigste støttespilleren for dette arbeidet har vært Svein Arne Pettersen som har vært med meg gjennom hele prosessen. Han har bidratt med å få meg i kontakt med riktige personer, opplæring i bruk av ZXY-systemet, vært åpen for spørsmål og gitt meg konstruktive tilbakemeldinger underveis. Uten hans kompetanse, ville jeg stått på stedet hvil. Han har vært en førsteklases veileder.

Veien til en endelig masteroppgave har vært utfordrende, spennende, frustrerende, og til tider virket uopnåelig, der jeg i en periode har tvilt på om dette i hele tatt var gjennomførbart. Heldigvis for meg har jeg hatt gleden av gode professorer, flinke gjesteforelesere og ikke minst dyktige medstudenter som har hjulpet meg på riktig vei.

Avslutningsvis vil jeg takke samboer, venner og familie for oppmuntrende ord underveis i denne prosessen.

Sammendrag

Studiet undersøker forholdet mellom topphastighet i kamp og kroppssammensetningen hos eliteseriespillere i fotball. (N=22), Alder $24,4 \pm 4,57$, Høyde $181,8 \pm 6,2$, vekt $76,7 \pm 7,4$, FFM $64,625 \pm 70$, KF % $12 \pm 2,19$, Toppfart $31,3 \pm 1,4 \text{ km}^{-1}$ (N=20).

Hensikten med studiet var å undersøke om fettfri masse og fettprosent har en sammenheng med toppfart (høyest oppnådd fart i sesong) hos et eliteserielag i fotball. **Metode:** DEXA-Scan har blitt benyttet for å måle spillernes kroppsfett (KF %), totale fettfrie masse (TFFM), fettfri masse i underekstremitet (FFMU) og beinmineraltetthet. Spillernes kroppsmasse er blitt målt med modellen Seca 877 mobil gulv-vekt. Høyden ble målt med Seca 216 (høydemåler på skinne). Toppfart (TF), antall høy-intensitetsløp (HIR) og sprinter har blitt målt med ZXY-Local-positioning system gjennom hver trening og hjemmekamp gjennom sesongen 2019.. Enveis ANOVA test er blitt benyttet for statistisk analyse. **Resultater:** Ingen signifikant sammenheng mellom toppfart og FFM. Det ble heller ikke funnet sammenheng mellom toppfart og kroppsfett. **Konklusjon:** For liten populasjon gjør at funnene i denne studien ikke kan generaliseres. Dermed kan ikke dette studiet verken bekrefte eller avkrefte om det er en sammenheng mellom TFFM/FFMU og toppfarten til profesjonelle fotballspillere. Dette er i kontrast til andre studier som antyder at redusert fettmasse og økning i FFM ofte har positiv innvirkning på maksimal hastighet. Hurtighet er ansett som en svært komplisert og sammensatt egenskap bestående av mange faktorer som alder, muskeltverrsnitt, andel muskeltypefibrer som IIA og IIX, fleksibilitet i leddene, fjærstivhet i muskel og- sene, teknikk, metabolisme, mentale ferdigheter og nevralt forhold. Funnene i denne studien tyder på at FFM og fettprosent ikke har en isolert større betydning for toppfarten til profesjonelle fotballspillere enn disse nevnte faktorene. Det tyder på at FFM og fettprosent er svake indikatorer for å predikere hvem som er hurtigst i ett fotballag. **Til videre forskning** foreslås det derfor at en større populasjon, spillere i samme alder og spillere i ulike posisjoner bør sammenlignes for økt presisjon.

Dette studiet ga ingen svar på om det er sammenheng mellom FFM og toppfart eller andre fysiske prestasjoner i kamp, men studiet kan være et viktig metodisk bidrag til videre forskning på dette emnet.

Nøkkelord: Fett fri masse, antropometri, kroppssammensetning, toppfart, kroppsfett, muskelstyrke, høyintensitetsløp, sprint, prestasjon.

Abstract

The methodological challenges in examining the relationship between professional soccer players' body composition and their maximal speed in match without field-testing of maximal speed. Is there a relationship between fat-free-mass and top-speed?

The purpose of this study was to examine the relationship between soccer players' maximal speed and their body composition. Twenty male participants, age $24,4 \pm 4,5$ years, weight $76,8 \pm 7,4$ kg, height, $181,9 \pm 6,2$ cm, who play football at fulltime.

Method: The players were tracked in trainings and all home matches during one full season (March-December 2019) using ZXY- Sport tracking Local Positioning System measuring maximal speed, number of high-intensity runs, sprints, among others physical parameters. Body composition was measured in the latter part of the season (by a Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)). **Results:** Non-significant correlations between body composition and physical performance in soccer games.

Conclusion: No significant correlation was found between fat free mass and maximal speed,. The result may be affected by a small sample size. Therefore future studies including a larger population and perhaps also relevant field-tests along with positional data. Measuring players using tracking-systems gives us only insight into which physical demands that are required in the different playing positions, and will not be sufficient to confirm whether fat-free mass can serve as a predictor for the players' maximal speed or not.

This paper did not contribute to any conclusion regarding the relationship between body composition and physical performance in matches, but this paper might serve as a methodological contribution to future studies on this subject.

Keyword: Body composition, Fat-free mass, Body fat, Anthropometrics, Top-speed, High speed-running, Sprints, Performance, Muscle strength

Forkortelser

FFM	Fettfri masse
KF %	Kroppsfett
TFFM	Total fettfri masse. Dette er den totale fettfri massen i kroppen
FFMU	Fettfri masse i underekstremiteten
FFMI	Fettfri masse index – formelen $FFM(kg) : H\ddot{o}yde^2 (m)$ (Loenneke et al., 2012)
Vmax	Velocity max (den absolutte topphastigheten)
S	Antall sprints
HIR	Antall h\dd{o}yintensitetsl\dd{o}p
KS	Kroppssammensetning
PL	Premier League(engelske toppdivisjonen i fotball)
BMI	Body mass index

1 Innledning

Fotball er i dag kjent som en av de mest populære idretter, og blir spilt i alle nasjoner uten unntak. (Williams, 2013). Sporten har lenge vært kjent som en sosial, og enkel form for integrering av mennesker i samfunn verden rundt. De siste tiår har det vært en bemerkelsesverdig ekspansjon i kunnskapsbasert tilnærming i fotball spesielt i profesjonelle klubber og da også i akademiene.

Mange institusjoner verden rundt forsker spesielt på feltet fotball om hvordan prestasjoner kan forbedres i sporten, så vel som hvordan sporten kan ha en større innvirkning på samfunnet. Nåtidens profesjonelle klubber og nasjonale fotballforbund har større fokus på å rekruttere støtteapparat bestående av mennesker som har utdanning innen psykologi, fysiologi, biomekanisk, analyse, sosiologi og trener-vitenskap. (Williams, 2013).

I denne studien baseres det vitenskapelige arbeidet seg på fotballspillere fra et norsk eliteserielag for å undersøke sammenhengen mellom kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i hjemmekamper gjennom sesongen 2019.

Prestasjoner i en fotballkamp både på amatør og profesjonelt nivå avhenger av tekniske ferdigheter, biomekaniske forhold, taktiske ferdigheter, mentale og- fysiologiske faktorer. For å mestre denne idretten må man inneha flere av disse egenskapene. Dette gir et innblikk i hvor komplekst idretten fotball er. (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Den egenskapen som fokuseres på i denne studien er hurtighet i fotball, og dens relasjon til kroppssammensetning.

1.1 Bakgrunn for studiet

Fotballspillers hurtighet, kroppssammensetning og kvantifisering av deres fysiske prestasjoner i kamp har lenge vært en del av idrettsvitenskapen. Måling av kroppssammensetning har for det meste dreid seg om å generalisere typiske karakteristikk hos profesjonelle fotballspillere, og om det finnes skiller i de ulike posisjonene. Per dags dato finnes det få studier som har undersøkt forholdet mellom fysiske prestasjoner i kamp og fotballspillers kroppssammensetning. (Radzimiński, Szwarc, Padrón-Cabo, Jastrzębski, & Radzimiński, 2020). Hensikten med dette studie er derfor å øke kunnskapsbasen på dette emnet. Bakgrunnen for dette er at det er observert ved hjelp av posisjonsdata og standardiserte

felt-tester at hurtighet er blitt et økende krav i fotball.(Bangsbo, Mohr, & Krusturp, 2006; Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014; S. M. Chelly et al., 2009; Comfort, Stewart, Bloom, & Clarkson, 2014; Ingebrigtsen, Dalen, Hjelde, Drust, Wisløff, et al., 2015; Little & Williams, 2005; Williams, 2013)

Fotballspillere er i dag kjent for å være slanke og muskuløse. I tillegg til fotballtreninger, har det blitt et større fokus på «vedlikehold» av kroppen gjennom forebyggende øvelser og styrketrening. (Milsom et al., 2015). I den profesjonelle fotballen er fysiske felt-tester blitt benyttet i en årrekke for å kartlegge spillernes yteevne og fysiske form, spesielt i pre-season. En overvåking av spilleres kroppssammensetning er også nærmest blitt en normalitet. Hensikten er først og fremst for å overvåke effekten av trening, og hvordan spillere forholder seg til kosthold. (Williams, 2013).

Fettprosent har ikke noen direkte betydning for muskelarbeidet til et menneske, men det hevdes at lagringskomponenten til kroppsfett fungerer som dødvekt. Dette er vekt som skal løftes mot tyngdekraften i situasjoner som hopping, sprint, hurtig retningsforandring også videre. (Sutton, Scott, Wallace, & Reilly, 2009). Assosiasjon mellom lav fettprosent og aerob og anaerob kapasitet er blitt påvist av en rekke studier. (Alemdaroglu, 2012; Miller, Kieffer, Kemp, & Torres, 2011; Tangalos, Robertson, Spittle, Gatin, & Tangalos, 2015). Videre postulerer Rienzi et al. (2000) at overflødig kroppsfett kan føre til tidligere tretthet hos spillerne. Dette påvirker ikke bare arbeidsevnen negativt, men det er også forbundet med svekkelse av ferdigheter, samt økt skaderisiko. (Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000). For høyt kroppsfett kan også være problematisk i forhold til overholdelse av eventuelle krav som blir satt for spillerne. (Williams, 2013). Fettfri masse (FFM) er sterkt forbundet til bevegelser som involverer rask muskelaktivering av skjelett. (Deprez et al., 2015).

Samtidig som økt fokus på kroppssammensetning hos fotballspillere har også strukturen i dagens fotball endret seg de siste tiårene. Spillet har gått mot en mer dynamisk og raskere spillestil. Dette innebærer at spillere bruker kortere tid med ballen, hastigheten på pasninger har økt, samtidig som at lagene forsvarer og angriper mer kollektivt enn tidligere. Dette har også resultert i raskere overganger for å utnytte strukturelle feil hos motstanderen. (Wallace & Norton, 2014). Endringer i strukturen i selve spillet, endrer også kravene til spillerne. Disse endringer påvirker ikke bare tekniske og taktiske aspekter hos en spiller, men øker også

kravet til spillernes hurtighet. Spillerne må utføre flere akselasjoner og spurter opp mot maksimal hastighet både med og uten retningsforandringer enn tidligere (Dellal et al., 2011; Thomas A. Haugen, Tønnessen, Hisdal, & Seiler, 2014). En annen observasjon som også vekker oppmerksomheten er de store forandringene som er observert i England, der fotballspilleres kroppssammensetning har hatt en drastisk endring i den øverste ligaen. Fra sesongen 1973 og fram til 2004, er spillerne blitt i gjennomsnitt 5,16 kg tyngre. Dette kan ha en sammenheng med at spillernes muskelmasse eller gjennomsnittshøyde har økt. (Nevill, Holder, & Watts, 2009). Samtidig ser vi økninger i både topphastigheter og intense løpsaksjoner i kampene. Dan Fransson rapporterer at antall høyintensitetsløp og sprinter har steget med 80 % de siste ti årene. (Fransson et al., 2018), mens topphastigheten har økt i tidsrommet mellom 2006-2013 fra 32,2 km x h⁻¹ til 34,4 km x h⁻¹. (Nevill et al., 2009). Den nåværende hurtigste spilleren i Premier League, er registrert med en topphastighet på 35,5 km x h⁻¹. (Opheim, 2020).

I løpet av en kamp viser det seg at sprinter opp mot egen topphastighet kun utgjør cirka 1-11 % av den totale distansen. (Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003). Det er likevel liten tvil om at spillere med god løpshurtighet har store fordeler. Eksempelvis innebærer dette å tette rom, vinne dueller og skape målsjanser, i sum kan dette utgjøre forskjellen på seier eller tap. (T. A. Haugen, Tønnessen, & Seiler, 2013). Det har vi også sett i den tyske Bundesligaen (2007/08) der 45% av målene kom etter at målscoren hadde utført en lineær sprint i forkant av målet. (Faude et al., 2012). På en topp 10 liste over verdens raskeste spillere er det kun representanter fra store fotballklubber som Liverpool, Manchester City, PSG, Real Madrid, Bayern München, Bayern Leverkusen, Arsenal og Athletic Bilbao (Opheim, 2020). Det tyder på at spillere med høy topphastighet er ofte svært attraktiv for de største klubbene, og er ofte en prioritet.

Det er ingen forskning som viser at topphastigheten er det som skiller de beste lagene fra de svakere lagene, men forskere som har kvantifisert fysiske prestasjoner i fotball har kommet frem til at det er antall høyintensitetsløp og sprinter som har størst betydning for lagprestasjonen. (Barnes et al., 2014).

1.2 Problemdiskusjon

Hurtighet er ansett som en svært viktig egenskap i fotball, men dette også en egenskap som er regnet for å være mest avhengig av genetik og er antatt å være lite trenbart. (A. Ross, Leveritt, & Ross, 2001). Det er likevel flere eksperimentelle studier som har funnet korrelasjon mellom maksimal styrke i knebøy og sprinthastighet på 5, 10 og 20 meter sprint hos mannlige fotballspillere. (S. M. Chelly et al., 2009; Comfort et al., 2014; Styles, Matthews, & Comfort, 2016). Gjennom å trene maksimal styrke vil også muskeltverrsnittet øke. Med tanke på de nevnte betraktningene og det faktum at antall høyintensitetsløp og sprint prestasjoner er avgjørende for lagprestasjon, bør det forskes på muskelmassens potensielle forhold til de ulike fartssonene og spillernes topphastighet. Jo mer kunnskap vi kan skaffe oss om egenskapen hurtighet, desto bedre kan vi veilede våre utøvere og fremtidige talenter.

1.2.1 Problemstilling

Dette er en studie som kommer til å omhandle kroppssammensetning hos fotballspillere og hurtighet i fotball. Det er observert at fotballspillere er en relativ homogen gruppe i forhold til antropometri og kroppssammensetning. (Calbet, Dorado, Díaz-Herrera, & Rodríguez-Rodríguez, 2001; Milanese, Cavedon, Corradini, De Vita, & Zancanaro, 2015; Milsom et al., 2015; Radzimiński et al., 2020; Silvestre, West, Maresh, & Kraemer, 2006; Sutton et al., 2009). Det vil derfor bli interessant å se om vi kan finne sammenhenger i forhold til antropometri/kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp. Altså hva som kjennetegner spillere med høy topphastighet, og hvilke spillere som produserer flest antall høyintensitetsløp og sprinter. Hovedfokuset i denne oppgaven vil være på topphastighet, men andre fysiske prestasjoner vil også bli undersøkt. I forhold til kroppssammensetning og fysiske prestasjoner er det betydningen av spillernes fettprosent og fettfrie masse som skal bli undersøkt.

Derfor har jeg gitt oppgaven tittelen: «*Sammenheng mellom kroppssammensetning, toppfart og høyintensive løp i kamp hos profesjonelle fotballspillere*» Problemstillingen for masteroppgaven er «*Hvordan er sammenhengen mellom en eliteseriespillers kroppssammensetning og toppfart i kamp?*».

1.2.2 Mine hypoteser:

- Spillerne med mest fettfri masse (TFFM) vil være lagets hurtigste spillere
- De spillerne med lavest fettprosent (KF%) vil være de hurtigste spillerne
- Spillerne med mest FFM i underekstremiteten (FFMU) vil være de hurtigste spillerne

1.2.3 Nullhypotese

- H_1 : Det er ingen sammenheng mellom topphastighet hos spillerne og total fettfri masse (TFFM).
- H_2 : Det er ingen sammenheng mellom topphastighet og lav fettprosent hos spillerne
- H_3 : Det er ingen sammenheng mellom topphastighet, og FFMU

1.3 Begrepsavklaring

Kroppssammensetning	Sammensetningen av kroppens komponenter. Et vidt begrep som kan brukes på flere nivå. I denne sammenhengen menes oftest kroppens sammensetning av fettfri masse, beinmineraltetthet og fettmasse. Begrepet kroppssammensetning forklares i detalj i kapittelet Om kroppssammensetning
Kroppsfett/fettprosent	Kroppens fettmasse i forhold til kroppsvekten. Fettmasse inkluderer alle former for kroppsfett. Det motsatte av fettmasse er fettfri kroppsmasse
Antropometri:	standardiserte teknikker for å kvantifisere eller forutsi kroppsstørrelse, kroppssporposisjon og kroppsform
Fettfri masse	Nærmeste estimatet på muskelmasse. Mager kroppsmasse eller fettfri masse som det også blir kalt, er definert som den totale massen av all kroppslig vev, unntatt fettvev, mineralavsetninger og ekstracellulære væske som blodplasma, lymfe og tarmlumen væske.
Aerob utholdenhet	Aerob kapasitet er med andre ord kroppens evne til å omsette oksygen ved forbrenning. Aerob trening er enhver form for aktivitet som du kan opprettholde over tid, samtidig som hjertet, lungene og musklene dine jobber hardt.
Anaerob utholdenhet	Anaerob kapasitet er evnen til å utføre arbeid som krever mer energi enn det som produseres ved aerobe prosesser. Anaerobe øvelser er altså øvelser som krever mye styrke på kort tid, hvor hjertet ikke klarer å tilføre nok oksygen til musklene
Hurtighet	muskelens evne til å skape størst mulig akselerasjon (Gjerset, Haugen, Holmstad, Raastad, & Giske, 2012). Kan deles inn i fire kategorier: eksplosiv, akselerasjon, utholdende og reaksjons-hurtighet

Høy-intensitetsløp/høyhastighetsløp og sprint /spurter	Høy-intensitetsløp/høyhastighetsløp er definert som alle løp over 19,8 km x h ⁻¹ . Spurter/sprinter er definert som alle løp over 25,2 km x h ⁻¹ .
Agility	<i>Agility</i> blir definert som evnen til å effektivt gjøre hurtige retningsforandringer som følge av respons på stimuli. (Sattler et al., 2015). Dette anses som en utrolig viktig evne å ha i fotball, men også mange andre idretter der behovet er stort for å kunne gjøre hurtige retningsforandringer. (Delextrat, Grosgeorge, & Bieuzen, 2015), (Lago-Peñas, Rey, Casáis, Gómez-López, & Lago-Peñas, 2014) og (Vácsi et al., 2013)
Toppfart	Den største hastigheten oppnådd hos individet.
Spenst	Evnen til å hoppe høyt eller langt (Gjerset et al., 2012)
Fettfri masse indeks	– Omtrent det samme som body mass index – bare at vekt erstattes med fettfri masse. Formelen er: FFM(kg) : Høyde ² (m) (Loenneke et al., 2012).
Maksimal styrke	er den største kraften en muskel eller muskelgruppe kan utvikle ved bevegelse.
Eksplisiv styrke	er den evnen en muskel eller muskelgruppe har til å utvikle kraft hurtig.
Plyometrisk trening	muskelarbeid, som betegnes av at muskelen strekkes i en kort, eksentrisk dynamisk (bremsende) fase, og går direkte over i en sammentrekning, eller det som kan kalles en konsentrisk dynamisk (motorisk) fase.
Validitet	En betegnelse på hvor godt man klarer å måle det man har til hensikt å måle eller undersøke. Det er tolkningen av dataene som valideres, ikke selve måle metodene eller testene. En konklusjon basert på en eller flere usanne premisser er ikke valid.
Rehabilitet	er forbundet med målesikkerhet. Hvis den samme måling gjentas mange ganger, er målet reliabelt om vi får det samme svaret hver gang (forutsatt at vi måler det samme).

2 Teori

Dette kapitlet inneholde tre deler; *kroppssammensetning*, *hurtighet* og *posisjonsdata*.

Bakgrunnen for at kroppssammensetning er en av disse er for å skaffe kunnskap om de ulike metodene, og hvordan de måler i forhold til DEXA-metoden (Dual-energy X-ray absorptiometry). Hurtighetskapitlet vil gi oss svar på hva som tidligere har vært forsket på, og hvilke potensielle faktorer som kan være medvirkende på hurtigheten til en fotballspiller. Delen som omhandler posisjonsdata vil forklare hvordan målesystemet ZXY Sport Tracking (Chyron Hego, USA) – fungerer og dens validitet. Vi vil også se på forskning som har tidligere kvantifisert høyintensive fysiske prestasjoner i kamp som vil bidra til økt forståelse av de ulike posisjoner og hvilke arbeidskrav som stilles til disse posisjoner, samt være i stand til å vurdere fotballspilleres evne til å nå sin maksimale topphastighet. Disse delene vil derfor bidra til økt forståelse for det som undersøkes og gi en bedre pekepinn på hvilke potensielle fallgruver man må vokte seg mot. Noe som igjen vil gi en bedre innsikt i oppgavens styrker og svakheter.

2.1 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning er en metode for å beskrive hva kroppen er laget av. Dette inkluderer vann, proteiner, mineraler og fett. Det er ansett som en mer nøyaktig beskrivelse av et menneskes helse og vekttilstand sammenlignet med body mass index (BMI) som er en beregningsmetode. (Lambert et al., 2012). Kroppssammensetning er i dag interessant innen yrker som medisin, fysiologi, idrettsvitenskap og ernæring. Tilegnelsen av kunnskap om kroppssammensetning har gitt stor innsikt i forholdet mellom kropps komponenter i forbindelse med helsetilstand og sykdom. For å avdekke ulike helsetilstander og sykdommer brukes det fem ulike tilnærminger. Disse fem målnivåer innen kroppssammensetning er:

Anatomisk nivå, Molekylnivået, cellenivå, vevs – og organnivå og helkroppsnivå.

(Heymsfield, Wang, Visser, Gallagher, & Pierson, 1996).

De to målnivåene vi skal konsentrere oss om i denne oppgaven er **vev og - organnivå** og **helkroppsnivå**. Elementer som skjelelettmuskulatur, beinvev, viscerale organer og fettvev tilhører vev – og organ nivå i kroppssammensetning. Lever og hjerne blir definert som separate organer, mens andre elementer som muskulatur er spredt rundt i hele kroppen. Måling av blod kan eksempelvis være en form for kroppssammensetningsmål på vev og

organnivå. Antropometri tilhører det femte nivået av kroppssammensetning. På helkroppsnivå kan vi dele inn i regioner som hodet, trunkus og lem. Dette blir som oftest beskrevet som antropometrisk mål. Lengde, omkrets, hudfolds mål er også typiske antropometriske mål.

Kroppens volum og tetthet er to andre helkroppsmål som kan være essensielt i kroppssammensetningsstudier. Antropometri er med andre ord «måling av et menneske» I idrettsvitenskap innebærer dette ofte høyde, vekt, fettprosent og måling av lem. Det brukes relativ enkle og billig utstyr for å måle dette. (Malina, 2007).

I denne studien er det betydningen av den fettfrie masse og fettprosenten til eliteseriespillerne og sammenhengen disse faktorene har til fysiske prestasjoner i kamp som vil bli undersøkt. FFM er det nærmeste estimatet på muskelmasse, og spesielt i underekstremiteten. Dette er ikke noe nøyaktig estimat på muskelmasse, men har blitt benyttet regelmessig innen idrettsvitenskapen som viktig faktor for måling av muskelmasse. Mager kroppsmasse eller fettfri masse som det også blir kalt, er definert som den totale massen av alt kroppslig vev unntatt fettvev, mineralavsetninger og ekstracellulære væske som blodplasma, lymfe og tarmlumen væske. (Brody, 1998). Måling av kroppsmasse har lenge vært en metode for å anslå sunnhet hos et menneske. I nyere tider har måling av fettprosent vært ansett som en mer nøyaktig måling for å anslå helsetilstanden hos et menneske. Det vil si at kroppen deles inn i to-komponentmodell der målingen av kroppssammensetningen avslører forholdet mellom fett og mager masse i kroppen. Fettmassen består av to typer fett: essensielt og ikke-essensielt fett. Den andre komponenten i kroppssammensetningen, mager masse, viser til bein, vev, organer og muskler. Essensielt fett er minimumsmengden fett som kreves for normal fysiologisk funksjon. For menn og kvinner anses verdiene for essensielt fett å være henholdsvis 3 % og 12 %. Fett over minimumsmengden kalles ikke-essensielt fett. 10–22 prosent for menn og 20–32 prosent for kvinner anses som tilfredsstillende for god helse. (McArdle, Katch, & Katch, 2015).

Måling av kroppssammensetning på vevs – organnivå finnes det ulike målings – og estimeringsmetoder. Laboratoriums-metodene er ansett som nøyaktige og i mange sammenhenger blitt sett på som referansemeter. Dette er omfattende metoder som er kostbare, og det vil kreve en del opplæring for å bruke, i tillegg til at det ikke kan tas med ut i «feltet». Eksempler på slike metoder er undervannsveiging, air displacement plethysmography

(ADP), Computed tomography (CT), Magnetic resonance imaging (MRI) og DEXA (Dual-energy X-ray absorptiometry). Felt-metoder er mest benyttet på grunn av deres enkelhet, både på grunn av at det er enkelt å bruke og at måleapparatet kan forflyttes. Bakdelen med disse felt-metodene er at de ofte ikke har samme nøyaktighet som laboratoriums metodene. De vanligste metodene for å måle fettprosent er kroppsmasseindeks (BMI), midjemål, hudfolder, analyse av bioelektrisk impedans og BOD POD. (Buehring et al., 2014). Fordelen ved å bruke laboratoriums metode og - BIA metode er at man får målt det viscerale fett – Det er dette fett som er spesielt forbundet med sykdom. Denne typen fett ligger på innsiden av bukmuskulaturen. Visceralt fett kommer fra det latinske ordet viscera, som betyr innvoller. (Michalsen et al., 2019)..

2.1.1 Dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA)

I denne studien benyttes en DEXA maskin for å måle kroppssammensetningen til spillerne. Dette gjøres ved hjelp av røntgenstråler. Maskinen måler beintetthet, muskelmasse og fettprosent i ulike deler av kroppen. (Silvestre et al., 2006). Med en slik metode kan vi skille fettvev og beinvev fra annet vev i kroppen. Når fett – og beinmasse blir trukket fra kroppsvekten, blir det den gjenværende massen kalt for «Lean body mass» (LBM), og på norsk kaller vi det for fettfri masse (FFM). Muskelmasse vil utgjøre mesteparten av denne massen, og endringer i LBM kan tolkes som endringer i muskelmasse. (Wisnes, Rønnestad, Refsnes, Paulsen, & Raastad, 2010).

Teorigrunnlaget for DEXA metoden bygger på at svekkingen av røntgenstråling gjennom vev er målbart. DXA maskinen sender stråling med høy- og lav-foton energi gjennom vevet og størrelsen på svekkingen er avhengig av tykkelse, tetthet og kjemisk sammensetning (Wang, Heymsfield, Chen, Zhu, & Pierson, 2010). Svekkingen av strålingen gjennom kroppsmasse, fettfri masse (mager muskelmasse) og beinmasse er forskjellig på grunn av ulik tetthet. Disse svekkelsene av to ulike røntgenstråler synes å være konstant for ulike typer vev, for alle individer (Pietrobelli, Formica, Wang, & Heymsfield, 1996). Det er en generell enighet om at det ikke finnes noen eksisterende metoder for å måle kroppssammensetning helt nøyaktig i det «levende vesen». (Wells & Fewtrell, 2006). Likevel er nøyaktigheten og påliteligheten av DEXA generelt akseptert på grunn av en rekke valideringsstudier som er blitt gjort. Dette har vært demonstrert i forhold til dyrekroppsanalyse av bein, rent bløtvevsmasse og fettmasse. (Suster et al., 2003), (Pintauro, Nagy, Duthie, Goran, & Pintauro, 1996), (Chen et al., 2012)

og (Gerbaix, Metz, Ringot, & Courteix, 2010). DEXA-metoden er derfor i dag ansett som gullstandarden i måling av kroppssammensetning hos mennesker. (Wells & Fewtrell, 2006). Fordelene med DEXA er at den er relativt rask, 10-15 min for en total kropps-skanning, og at strålingsdosen er lav (5 millirem, også kalt rem på norsk). Ulempene med metoden er at den ikke er fri fra antagelser om hydrering, men er mye mindre berørt enn andre metoder, og andel protein til vann. En annen ulempe er at DEXA ikke kan klart skille mellom bløtvev og bein i alle regioner i kroppen. Skanneren DEXA kan også få problemer med å skanne store personer som er over 2 meter høy eller som er relativt bred. En normal størrelse på en DEXA Lunar Prodigy er 197 cm lang og 60 cm bred. (Hull et al., 2009). Det finnes flere modeller av DEXA, en studie som sammenlignet tre forskjellige modeller fant ut gjennom en klinisk kjemisk analyse av menneske-lik at Lunar overestimerte med (~3 %) mens Hologic (~1 %) og Norland (~3 %) underestimerte i forhold til måling av beinmineralitet i lårbeinet. (Economos et al., 1999).

En studie ble påliteligheten til to DXA-enheter sammenlignet ved å bruke to separate, matchede grupper for hver DXA-enhet. Resultatene viste at fettfri bløtvevsmasse og beinmineralinnhold viste utmerket pålitelighet, men litt dårligere pålitelighet for fettmasse. (Bilsborough et al., 2014). Lignende funn er observert i flere validitetsstudier som har benyttet seg av DEXA i måling av kroppssammensetning av idrettsutøvere. (De Lorenzo et al., 2000; Fornetti, Pivarnik, Foley, Fiechtner, & Fornetti, 1999; Silva, Fields, Quiterio, & Sardinha, 2009).

En studie som sammenlignet måling av kroppsfett, fant ut at BIA korrelerer med undervannsveiing. Mens undervannsveiing og BIA ser ut til å korrelere med DEXA skann. (Alencar, Sanchez, & Nguyen, 2015). BIA metodene (RJL Quantum II og InBody 720) viser god reproduserbarhet ved standardisert forberedelse før test. Hudfolds metode er i større grad mer påvirkbar av testleder, men i mindre grad avhengig av standardiserte forberedelser før test, sammenliknet med BIA metoden. For menn underestimerte InBody 720 og hudfoldsmetodene M-1 og M-2 fettprosent, mens RJL Quantum II NHANES-III formel overestimerte sammenlignet med DEXA skann. (Holtberget, 2010).

2.2 Fotballspillers kroppssammensetning

I dagens profesjonelle fotball har overvåking av spilleres kroppssammensetning blitt en normalitet. Disse målinger gir gode indikasjoner på spillernes evne til å vedlikeholde kroppen gjennom fysisk trening og kosthold. Slike målinger kan gi oss svar på hvordan spillerne responderer på treningsprogram. (Sutton et al., 2009). En overvåking av spillernes kroppssammensetning er også hensiktsmessig i forhold til å oppdage beinskjørhet og andre potensielle skader. Det er observert at fotballspillere er en relativt homogen gruppe i forhold til antropometri og kroppssammensetning. (Calbet et al., 2001; Milanese et al., 2015; Milsom et al., 2015; Radzimiński et al., 2020; Silvestre et al., 2006; Sutton et al., 2009).

Gjennomsnittshøyden hos profesjonelle fotballspillere ligger cirka rundt 180-181 cm. (Calbet et al., 2001; Milanese et al., 2015; Milsom et al., 2015; Radzimiński et al., 2020; Silvestre et al., 2006; Sutton et al., 2009). Det er rapportert om at eliteseriespillere viser større verdier av beinmineraltetthet, fettfri masse og lavere fettprosent enn mennesker på mosjonist nivå.

(Calbet et al., 2001). Fettprosenten hos fotballspillere på internasjonalt nivå er relativt lav. Flere rapporterer at fettprosenten hos mannlige fotballspillere har variert mellom 6- 20 % (Milanese et al., 2015; Nevill et al., 2009; Silvestre et al., 2006; Sutton et al., 2009).

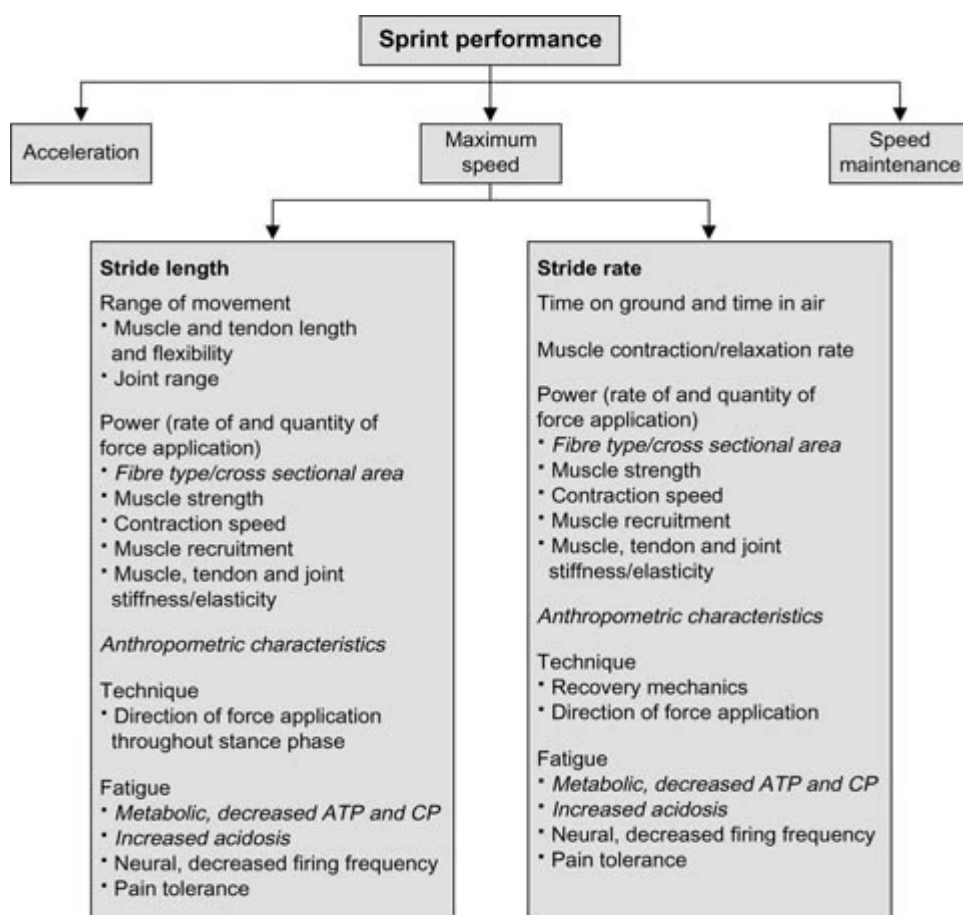
Fotballspillere som spiller i øverste liga i England har fettprosent som ligger på cirka 6-10 %. (Milsom et al., 2015; Sutton et al., 2009). Det er ikke foretatt noen nyere kritisk gjennomgang av litteraturstudier i forhold til hva som er normal mengde av total fettfri masse hos fotballspillere (n=140) som spiller på et profesjonelt nivå. Men gjennomsnittet av egen studie og disse studiene ligger gjennomsnittet på cirka 72,4 kg fettfri masse. (Milanese et al., 2015; Milsom et al., 2015; Sutton et al., 2009). I forhold til andel muskelfibertyper hos voksne profesjonelle fotballspillere rapporterer Bangsbo (1994) at det ikke er noen signifikante forskjeller mellom type I og type II fiber, men at type I utgjør cirka 60 %, type IIA cirka 30 % og type IIX cirka 15 %. (Bangsbo, 1994). Når det gjelder antropometri (høyde og vekt) i fotball er det vanskelig å kunne hevde at høyde og vekt er en fordel eller en ulempe. Det er blitt observert at høyde og vekt ser ut til å ha en tendens i enkelte posisjoner. Sutton et al., (2009) fant ut i sin studie at keeperne var signifikant tyngre enn midtbane og angrepsspillerne. Det var ingen forskjeller mellom forsvarsspillerne og keeperne. Forsvarsspillerne var også tyngre enn midtbanespillerne, men ikke nevneverdig fra angrepsspillerne. Midtbanespillerne og - angrepsspillerne hadde heller ikke store skiller i forhold til høyde og kroppsmasse.

(Sutton et al., 2009). Tidligere studier viser at høyden har en tendens til å variere i forhold til

hvilken posisjon spillerne spiller i. Den vanligste rekkefølgen på høyden er: Keeperne (høyest), så forsvarspillerne, angrepsspillere og midtbanespillere. (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta, & Irazusta, 2007; Milsom et al., 2015; Sporis, Jukic, Ostojic, & Milanovic, 2009; Sutton et al., 2009). Spillernes kroppssammensetning på et profesjonelt fotballag vil endres gjennom en sesong. Selv om kroppssammensetningen varierer i forhold til spillerposisjoner, er det vist at kroppssammensetningen endres likt blant alle spillerne uavhengig av hvilken posisjon de tilhørte. (Milanese et al., 2015).

2.3 Hurtighet

Hurtighet er ansett som en svært sammensatt egenskap. Dette innebærer flere faktorer blant annet **alder, muskeltverrsnitt, andel muskeltypefibrer som IIA og IIX, muskelarkitekturen, fjærstivhet i sene og muskel, fleksibilitet i leddene, teknikk, metabolisme, mentale ferdigheter og nevrle forhold.** (Gjerset et al., 2015). Det som gjør hurtigheten så kompleks er at alle disse faktorene ser ut til å henge sammen med hverandre. Ross et al., 2001 beskriver løpshurtighet som produktet av steglengde og stegfrekvens. (Ross et al., 2001). Steglengde og stegfrekvens påvirkes av faktorer som løpsteknikk, maksimal styrke, evnen til å utvikle stor kraft raskt og anaerob alaktacid kapasitet. (Ross et al., 2001).



Figur 1. Demonstrer at maksimal hurtighet avhenger av en rekke faktorer. Figur hentet fra: (Angus Ross, Leveritt, & Riek, 2001).

For at et ledd skal ha fullt bevegelsesutslag (range of motion), må man ha god fleksibilitet. Hvert ledd har sitt eget nivå av fleksibilitet, uttrykt i grader. Fleksibilitet er bevegelsesområdet rundt et ledd, og kan referere til leddbånd, sener, muskler, bein og ledd. (Angus Ross et al., 2001). Det er flere gode grunner for at fleksibilitet i leddene er viktig i en sprintfase. 1) Det tillater utøveren til å nå sin potensielle steglengde og oppnå full arm-rotasjon. 2) Med god bevegelighet vil utøveren være i stand til å oppnå en step over-bevegelse eller en såkalt «sykle-bevegelse». 3) Økt kraft i fraskyv fra bakken, samt utnyttelse av tyngdekraft med høyt/langt steg som vil føre kroppen hurtigere i lengderetningen. Bevegeligheten i hoftepartiet er også viktige for de ulike «kontakttidene» med bakken.

Studie viser at økt **muskeltverrsnitt** er forbundet med økt kraftproduksjon/løpshurtighet hos et individ. (Brechue & Abe, 2002). Jo større muskeltverrsnitt, desto mer kraft er muskelen i stand til å produsere. En muskel kan gjennomsnittlig utvikle et drag i en sene som utgjør 20-30 newton (N) per cm² tverrsnittareal i en isometrisk kontraksjon, dersom både

muskellengden er optimal og muskelen er maksimalt aktivert. Det vil si at dersom m. quadriceps har et areal på 100cm², er den teoretisk i stand til å utvikle et drag på 3000 N i patellarsenen (Wisnes et al., 2010). Hurtighet er den fysiske egenskapen som er regnet for å være mest avhengig av genetikk, og er antatt å være lite trenbar. (Angus Ross et al., 2001). Det er likevel vist at spesialtrening kan gi betydelig fremgang gjennom maksimal/eksplosiv styrke trening eller sprint – og plyometrisk arbeid. Det er også avdekket av en rekke studier som viser at **maksimal styrketrening** i knebøy kan føre til økt sprintprestasjon på distansene 5,10 og 20 meter sprint hos mannlige fotballspillere. (S. M. Chelly et al., 2009; Styles et al., 2016; Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). I enkelte tilfeller tilpasser de nevrale forholdene seg raskere enn selve muskulaturen. (Brechue & Abe, 2002; Weeks, Gerrits, Horan, & Beck, 2016). Dette tyder på at gjennom trening som krever maksimale og eksplosive bevegelser, vil evnen til å rekruttere flere type II-fibrer til musklene som arbeider forbedres, samt en bedre fyringssekvens. De to faktorene som vi ofte deler de bestemmende faktorene for vår muskelstyrke er nevralt- og muskulære faktorer (Wisnes et al., 2010). Muskeltverrsnittet er den viktigste faktoren for maksimal styrke. (Wisnes et al., 2010). Muskeltverrsnittet beror på antall muskelfibrer, fibrenes fysiologiske tverrsnitt og om fibre er skråstilt eller ikke. Muskellengde er også en annen faktor. Sammensetningen av muskelfibrer og muskellengde er de viktigste faktorene for eksplosiv styrke. En sprinter med lange **muskelfibrer** i strekkapparatet oppnår større toppfart, enn en sprinter som har kort muskulatur, dersom forholdene ellers er like. Sammenhengen mellom 100 meter sprint og **muskellengde** er tidligere undersøkt blant japanske sprintere. Studien avdekket at det var en større fordel med høyere andel av type II-fibrer. (Kumagai, Abe, Brechue, & Ryushi, 2000). Dette er også avdekket blant unge fotballspillere. Hvor en nyere studie fant negativ korrelasjon mellom type IIA (m.vastus lateralis) og sprintprestasjon på 10 meter sprint hos U15 fotballspillere. Det vil si desto større andel type IIA-fibrer, desto raskere var spillerne. (Metaxas et al., 2019).

Sprinterne (n=12) og ikke sprintere (n=12) ble sammenlignet i en studie. I dette studiet fremkommer det at muskel- og skjelettstrukturen i foten og ankelen har potensial til å påvirke ett menneskets sprintytelse på komplekse måter. Akillessenens vektarmen hos sprinterne var 25 % kortere enn hos ikke-sprinterne (P<0.001). Sprinternes muskelfibrer var i gjennomsnitt 11% lengre. Kortere leggstruktur i leggene var også et særpreg hos sprinterne. Et annet funn var at sprinterne også hadde lengre tær enn ikke-sprinterne, som bidrar til at sprinterne får

forlenget kontakt med bakken som gir bedre forhold for forover akselerasjon. (Lee & Piazza, 2009).

Selv om sprintprestasjonen utvilsomt involverer muskelkraft, bestemmer stivheten i muskler og sener også sprintprestasjonen. En mannlig sprinters fot vil bare være i kontakt med bakken i omtrent 0,08 sekunder ved maksimal hastighet, men på den tiden vil de overvinne mer enn tre ganger kroppsvekt når de når nærmere 30 km/t. Dette fremhever hvor viktig det er med benstivhet, uten den, ville sprinthastigheten bli veldig dempet. En tidligere studie viser at stivheten i leggmuskulaturen var signifikant korrelert med maksimal fart, men ikke med akselerasjonsfasen. (M. S. Chelly & Denis, 2001). En annen studie som sammenlignet lagidrettsutøvere og sprintere fant ut at isometrisk kraft var i stor grad korrelert med oppnådd topphastighet (V_{max}), men bare moderat korrelert med vertikal stivhet. Reaktiv og eksentrisk styrke bidrar til evnen til å regulere benfjærstivhet ved V_{max} , og deretter oppnå raskere sprinthastighet hos høyt trente sprintere kontra lagidrettsutøvere. (Douglas, Pearson, Ross, & McGuigan, 2020). Stivhetsregulering ser imidlertid ut til å være en oppgavespesifikk nevro-muskulær ferdighet, noe som styrker viktigheten av spesifisitet i utviklingen av sprintprestasjoner. (Douglas et al., 2020).

De nevralt faktorene som påvirker muskelstyrken er vår evne til å rekruttere motoriske enheter, evne til høy fyringsfrekvens, og samspillet mellom agonister og antagonister (Wisnes et al., 2010). Ved en maksimal muskelkontraksjon vil 80 % av den maksimale kraften komme ved at alle de motoriske enhetene aktiveres, de resterende 20 % kommer av en økt fyringsfrekvens (Wisnes et al., 2010).

Forskning har vist at når en spurt igangsettes, avhenger evnen til å bevege seg raskt fra startblokkene kritisk av tilgjengeligheten av energi gjennom anaerob metabolisme. Mellom 92 og 93% av den kjemiske energien som konverteres i løpet av en 100 m sprint, er fra anaerobe kilder (Péronnet, Thibault, & Péronnet, 1989).

En automatisert teknikk vil også utgjøre en forskjell slik at muskelkraft blir utnyttet maksimalt, uten at en utøver skal trenge å rette oppmerksomheten mot detaljer ved utførelsen. (Gjerset et al., 2012). Studie viser at trening på enkle øvelser som aktivt fotsetting, rakt kneløft, høy kroppsstilling, god armbruk og bruk av kroppsfall fremover i akselerasjoner har vist seg svært nyttig for fotballspillere. (Shalfawi & Norges, 2015).

Forskning viser at **alder** også har en sammenheng med hurtighet. Fotballspillere (n=939) er på sitt hurtigste i alderen 20-28 år. Etter fylte 28 år skjer det en markant nedgang i hurtigheten. Mest sannsynlig er dette på grunn av at hurtigheten blir påvirket negativt av annen type trening i større grad hos eldre spillere enn hos de yngre. En annen medvirkende årsak til nedgang i hurtighet kan være skadehistorikk, som med stor sannsynlighet er større hos eldre spillere. (T. A. Haugen et al., 2013). I følge Korhonen et al. (2006), blir aldersrelatert nedgang i sprintprestasjon hovedsakelig forklart av reduksjon i størrelsen på raske fibre, en forskyvning mot en langsommere myosin tungkjede (MHC) isoformprofil, og en lavere maksimal forkortningshastighet av type I MHC fibre, noe som helt ledende til redusert muskelutgang fra hoften. (Korhonen et al., 2006).

Som vi registrerer er det mange faktorer som er forbundet med løpshurtigheten til et individ, men antropometriske mål er svake predikatorer å bruke for sprintprestasjon. (Kukulj, Ropret, Ugarkovic, & Jaric, 1999). Vi skal nå flytte oss til tidligere forskning i forhold til betydningen til fettprosent og – fettfri masse og hurtige løpsaksjoner. Grunnet lite forskning på sammenhengen mellom fysiske prestasjoner i kamp og fettfrimasse og fettprosent, er det naturlig å se til forskning som har undersøkt forholdet mellom kroppssammensetning og fysiske prestasjoner på felt-tester.

Høye verdier av beinmineraltetthet og større fettfri masse er viktig for produksjonen av hastighet, styrke og kraft. (Arden, Spector, & Arden, 1997; Karlsson et al., 2003). Dette støttes av (Zaccagno, 2017), som fant ut at atleter med større fettfri masse (FFM) og redusert fettstoffer, hadde bedre sprintprestasjon på 100 m sprint enn atleter med mindre FFM og mer kroppsfett. (Zaccagni, 2017). Flere korrelasjonsstudier viser at FFM har en positiv korrelasjon med muskelstyrke i underekstremiteten. Dette innebærer øvelser som knebøy og markløft der utøvere er blitt testet i 1 RM styrke (Brechue & Abe, 2002; Jones et al., 2016; Madsen, Lauridsen, Hartkopp, & Sørensen, 1997). Siden muskelmasse er en avgjørende faktor for maksimal kraft og kraften er produktet av kraft og hastighet kan vi anta at fettfri masse har en vesentlig betydning for sprintprestasjonen hos fotballspillere. (Ford, Detterline, Ho, & Cao, 2000; Madsen et al., 1997; van Langendonck, Claessens, Lysens, Koninckx, & Beunen, 2004).

Det er også observert at ved vektreduksjon der utøveren ikke får nok energitilgjengelighet som fører til tap av muskelmasse, har negativ innvirkning på fysiske prestasjoner på post-tester. (Hall & Lane, 2001). Dersom man har en for rask vektreduksjon kan det føre til tap av muskelmasse, som vil ha en negativ påvirkning på den maksimale styrken. Det blir derfor anbefalt en ukentlig vektreduksjon på 0,7 % av egen kroppsvekt (Sundgot-Borgen, Koivisto, Refsnes, Raastad, & Garthe, 2011). Øking av FFM kan hos utrente være 2 kg på 14 uker. Dette utgjør cirka 200 gram per uke. Det er viktig å påpeke at en slik økning vil være mindre sannsynlig hos godt trente mennesker. (Wisnes et al., 2010)

Spillere(n=14) som tilhørte en Serie A klubbs reservelag gjennomførte en ukentlig styrkeøkt (eksentrisk overbelastning). Intervensjonsperioden varte 27 uker (i kampsesong). Hensikten med studie var å 1) beskrive hvordan spillernes kroppssammensetning endret seg i løpet av sesongen. 2) Gjennomføre en pre- og post-test i styrke (Power output in half squat) og sprint-test (40 m). Spillernes kroppsmasse avtok med $(-6,3 \pm 3,6 \%)$ $ES = -0,99 \pm 0,54$, mens den fettfrie massen (FFM) økte med $2,5 \pm 0,8$, $ES = 0,25 \pm 0,09$. Det var betydelig økning i 90° knebøy (fra 3 % til 14 %, ES fra 0,45 til 1,73) og sprintprestasjonen (fra 1,1 % til 1,8 %, ES fra -0,33 til -0,44). Disse prestasjonsendringene var imidlertid ikke korrelert med endringer i kroppssammensetning (Suarez-Arrones et al., 2018), men vi kan likevel antyde at nedgang i fettprosent, og økning i FFM kan være en av hovedårsakene til økt sprint-prestasjon. En lignende studie viste at redusert kroppsmasse og økning i fettfri masse hos unge fotballspillere førte til økt CMJ-prestasjon. (Falces Prieto et al., 2020).

Når det kommer til forholdet mellom FFM og fysiske prestasjoner både i kamp og på felt-tester ser sammenhengen ut til å variere noe. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom FFM og topphastighet verken i offisielle kamper eller på sprint-tester hos et topplag fra finsk eliteserie(n=23) (Radzimiński et al., 2020). Det samme gjaldt for fettprosent i dette studiet. (Radzimiński et al., 2020). Ett portugisisk første og andre divisjonslag (n=45) ble testet i lineær sprint 30 meter og RSA-test. Prestasjonene hadde verken sammenheng med fettfri masse eller fettprosent eller for den del noen andre antropometriske mål. (Ribeiro, Romano, Moreira, Miranda, & Amorim, 2017).

Distansene 9,1 m, 36,5 m og vertikallhopp-prestasjon korrelerte ikke med den fettfrie massen blant college fotballspillere ($n=23$), men fettprosenten hadde en statistisk sammenheng med fart ($r = 0.60$). (Silvestre et al., 2006).

En komparativ studie som sammenlignet kroppssammensetningen til futsal – og fotballspillere – fant en positiv korrelasjon mellom fettprosent og prestasjon på sprint-test (15 m). (Gorostiaga et al., 2009). En litteraturstudie sammenlignet fettprosenten mellom mannlige fotballspillere på ulikt divisjonsnivå, resultatene viste at kroppsfett tydelig skilte høyere fra lavere nivå på fotballspillerne. (Slimani, Znazen, Hammami, & Bragazzi, 2018).

Topp hastigheten til fotballspillere ($n=939$) på sprint-tester har også vist at jo høyere nivå på spillerne (basert på divisjonssystem), jo høyere fart som gjennomsnittsgruppe. (T. A. Haugen et al., 2013).

2.4 Bruk av posisjonsdata i fotball

Bruk av posisjonsdata i fotball har blitt essensielt for trenere og støtteapparat på toppnivå for å kunne gi spillere konkrete tilbakemeldinger, og har blitt ansett som en nødvendighet for å forbedre fotballspillere ned på et svært detaljert nivå, samt redusere sjansen for belastningsskader (Ian & Mike, 2004). Bruken av posisjonsdata kan bidra til en forbedring i laget, så vel som å følge spillere ned til individuelt nivå i treningshverdagen ved riktig bruk. Posisjonsdata kan også fortelle analytikere om fotballtreninger er spesifikke nok i forhold til et reelt kampbilde (Ivan Baptista, Johansen, Figueiredo, Rebelo, & Pettersen, 2019). Slike system kan registrere posisjon fra fem til tjue ganger pr sekund (5Hz-20Hz) hva spillerne foretar seg på banen, og dermed gi en unik oversikt over kamp og trening. Det forskes mye på hvordan systemene kan gi nyttig informasjon som kan hjelpe støtteapparat til å optimalisere trenings og kampbelastning, både med tanke på å forbedre fysisk kapasitet, men også forebygge belastningsskader. Det siste tiåret har utviklingen av slike system hatt en eksplosiv økning, og fått aksept innen fotballmiljø. Fotballklubber på høyere nivå har i dag ansatte som er spesialister på bruk av posisjonsdata. Disse analytikerne analyserer hver kamp og trening, og evaluerer til enhver tid eget lag sine svake og sterke sider. Systemene brukes også til å se trender i forhold til hva som kjennetegner laget når de vinner så vel som når de taper. Hensikten med slik data er for å forberede laget mest mulig inn mot neste kamp, og ikke minst ivareta spillernes helse. (Williams, 2013)



Figur 2. Demonstrerer trenernes sirkel over hvordan de analyserer seg selv, og hvordan de forbedre prestasjon inn mot neste kamp/trening evt. Fortsetter i det gode sporet. (Williams, 2013), men hentet på nettsiden: <https://footballperformanceanalysis.com/tag/performance-analysis/>

Nå for tiden er det tre ulike teknologier innen spiller-tracking som er mest vanlig å bruke: Semiautomatiske video-system basert på flere kameraer, med manuell «vask av data» (VID), Lokale posisjonsdata basert på radiobølger (LPM) og til slutt GPS-systemer som er basert på satellitt signaler. (Williams, 2013).

Bruken av å kvantifisere fysiske prestasjoner har gitt oss nyttig data for å vurdere de fysiologiske kravene til trening og kampspill i fotball. (Carling, 2013).

Til tross for bruken av forskjellige tracking-system er den en generell enighet om at fotballspillere på nasjonalt og internasjonalt nivå dekker en distanse på cirka 10-13 km per kamp. (S. Pettersen & Brenn, 2019). Antall høy-intensitetsløp og sprinter anses å være avgjørende faktorer for vellykket ytelse, og vi har sett at det er disse intense løpene som skiller voksne spillere på høyt og lavt nivå. (Mohr et al., 2003; S. Pettersen & Brenn, 2019). Det fins ulike definisjoner på høy-intensitetsløp og sprinter, men i denne oppgaven følger vi definisjonene til(Ivan Baptista et al., 2019; Bradley et al., 2009; Carling, Bradley, McCall, &

Dupont, 2016; Mallo, Mena, Nevado, & Paredes, 2015) Som definerer høy-intensitetsløp som (HIR) (19,8–25,1 km x h⁻¹.) og sprinter som (> 25,1 km x h⁻¹.). Slike definisjoner gjør det enklere for oss til å sammenligne seg med andre studier.

I forhold til toppfart er det enighet hva som regnes som toppfart, altså den absolutt høyest oppnådde farten i kamp. (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, & Bourdon, 2010b; S. Pettersen & Brenn, 2019).

Det viser seg at spillerne oppnår veldig høye sprinthastigheter uavhengig av alder eller spillerposisjon (dvs. ~ 85–94% av maksimal sprinthastighet), (Al Haddad et al., 2015). Det er observert at den maksimale sprinthastighet nås sannsynligvis et sted mellom 20-40 m. (Buchheit, Simpson, Peltola, & Mendez-Villanueva, 2012; Valter Di Salvo et al., 2010).

Studier som har sammenlignet resultater fra sprint-test og topphastighet i kamp. Dette gjennom å bruke den raskeste tiden på 10 m sprint og 40 m sprint for å kalkulere topphastigheten til spillere. Viste resultatene i studien at midtstopperne i ett ungt elitelag nådde 84,4 % av sin topphastighet under en kamp, og at den raskeste var de laterale midtbanespillerne som nådde 90,5 % av sin topphastighet. (Ferro, Villacieros, Floría, Graupera, & Ferro, 2014). Det ble også observert av Al Haddad et al (2015) at de sentrale midtbanespillerne kun nådde ~ 85 % av egen toppfart, mens midtstopperne nådde ~89,1 %, sidebackene 90,1 %, laterale midtbanespillere~ 92,2 % og spissene ~88,0 og ~93,6%. (Al Haddad et al., 2015).

Spillere med høy topphastighet, har også en evne til å produsere mange høy-intensitetsløp og sprints. En studie fant nærmest perfekt korrelasjon mellom prestasjon på sprinttest og en repetert sprint-test. (Mendez-Villanueva, Buchheit, Kuitunen, et al., 2011). Det er også observert at de raskeste spillerne på felt-tester vanligvis oppnår høyere absolutte topphastigheter i spill enn deres noe tregere kollegaer, uavhengig av spilleposisjoner. (Mendez-Villanueva, Buchheit, Kuitunen, et al., 2011).

Studier bekrefter at sprinthastighet sannsynligvis er en viktig fysisk forutsetning for å bli valgt for noen spilleposisjoner. (Boone, Vaeyens, Steyaert, Bossche, & Bourgois, 2012; Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, & Bourdon, 2010a; Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola, & Bourdon, 2011). Det samme gjelder for høy-intensitetsløp og sprinter.

Flere studier viser at laterale midtbanespillere og spisser ser ut til å være de posisjonene som har høyest toppfart i kamp. (Al Haddad et al., 2015; Andrzejewski, Chmura, Pluta, & Konarski, 2015; Bradley et al., 2009; Djaoui, Chamari, Owen, & Dellal, 2017; Mallo et al., 2015; S. Pettersen & Brenn, 2019; Radzimiński et al., 2020). En studie som har analysert tysk landslagsfotball i perioden 2012-2014 ble det observert at midtstopperne og offensive midtbanespillere var de på laget med høyest topphastighet. (Schimpchen, Skorski, Nopp, & Meyer, 2016). Mens en studie som analyserte et brasiliansk 1. divisjonslag ($n=23$) fant ut at backene. ($31.48 \pm 1.36 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$) var de hurtigste sammen med spissene ($30.90 \pm 2.30 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$) (Conde et al., 2018). Blant engelske Premier League akademi spillere ($n=37$) har de følgende rekkefølge i forhold til topphastighet i de ulike posisjonene: VM (8.6 ± 0.4), Sidebacker ($8.4 \pm 0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), Spisser ($7.6 \pm 0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), Sentrale midtbane ($7.5 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) og midtstopper ($7.4 \pm 0.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) (Will, Gary, & Nicholas, 2018).

Vi kan registrere at sidebackene har også utviklet seg til å bli en posisjon som også krever stor hurtighet. Gjennom standardiserte felt-tester, ser vi lignende rekkefølger i forhold til topphastighet og posisjoner. Resultatene viste at angrepsspillerne var 1,4 % raskere enn forsvarsspillerne ($P < .001$, $d = 0.5$), 2,5 % raskere enn midtbanespillerne ($P < .001$, $d = 0.8$), og 3,2 % raskere enn keeperne. Forsvarsspillerne på sin side var 1,1 % raskere enn midtbanespillerne og 1,8 % raskere enn keeperne ($P < .001$, $d = 0.6$). (T. A. Haugen et al., 2013). Dette funnet forsterker påstanden om at det er stor forespørsel til stor sprinthastighet i enkelte posisjoner. Selv om sentrale midtbanespillere sjeldent er spillere som innehar stor hurtighet, er det ikke tvil om at sjansen for å komme opp i toppfart er større i de brede posisjonene. Dette på grunn av at det er mer rom for å akselerer over lengre distanse, dermed øker mulighet for å oppnå høyere hastigheter uten stopp. (V. J. Di Salvo et al., 2007).

Et nyere studie som sammenlignet fysiske prestasjoner i første og andre omgang. Fant ut at topphastigheten til spillerne reduserte med $2.78 \pm 6.91 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ i løpet av andre omgang hos et spansk 1 divisjonslag ($n=26$). Slik var forskjellen mellom første og andre omgang hos spillerne: (pre: $27.3 \pm 6.4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ vs. post: $24.5 \pm 6.6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, $P = 0.013$) (Portilloa, , Calvoa, Paredesc, & Abián-Vicén, 2020). Lignende funn ble funnet i en analyse fra sesongen 2005/06 i PL som også observert nedgang i intense aksjoner i andre omgang av kampene. (Bradley et al., 2009).

I forhold til antall høyintensitetsløp og sprinter viser flere studier at det varierer noe i forhold til formasjoner og spillestil. For eksempel kan vi se at i et australsk eliteserielag var det sidebackene (81 ± 10) som hadde flest høy-intensitetsløp etterfulgt av laterale midtbanespillere (76 ± 17), spisser (66 ± 20), sentral midtbane (63 ± 25) og midtstopperne (53 ± 15). Antall sprinter var det noe annerledes mønster: (1, sidebackene, 2 spissene, 3 laterale midtbane spillere og sist med like mange sprinter var sentral midtbane og midtstopperne). (Varley, Aughey, & Varley, 2013). Annen studie viser til en annerledes rekkefølge i HIR: VM, Sidebackene, spisser, sentral midtbane og midtstopperne. Samme rekkefølge var det også i forhold til antall sprinter. (Will et al., 2018). mens (Ivan Baptista et al., 2019) viser i sin studie til at de laterale posisjonene sprinter mer enn de sentrale posisjonene. (Ivan Baptista et al., 2019). I tråd med tidligere studier rapporteres det om lengre høyintensitets distanse og sprintdistanse dekket av brede spillere (2, 28, 38, 92). (Bradley, Carling, et al., 2013; Bradley et al., 2009; Dalen, Jørgen, Gertjan, Geir Havard, & Ulrik, 2016).

Undertegnede har ikke per dags dato funnet noen studier som kan vise til at midtstopperne er de med flest høyintensitetsløp eller sprints. Noe som indikerer på at midtstopperne og holdende midtbanespillere kan bli noe begrenset i posisjonspillet sitt.

Det finnes flere faktorer som kan begrense spillernes evne til å gjøre intense løp og maksimale sprintaksjoner i kamp. Dette er faktorer som posisjonspillet på banen, ballbesittelsen til et av lagene, det taktiske systemet eller hvordan motstanderen spiller. (Bradley, Lago-Peñas, Rey, & Gomez Diaz, 2013; V. Di Salvo et al., 2013), (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007), (Bradley et al., 2011), (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007).

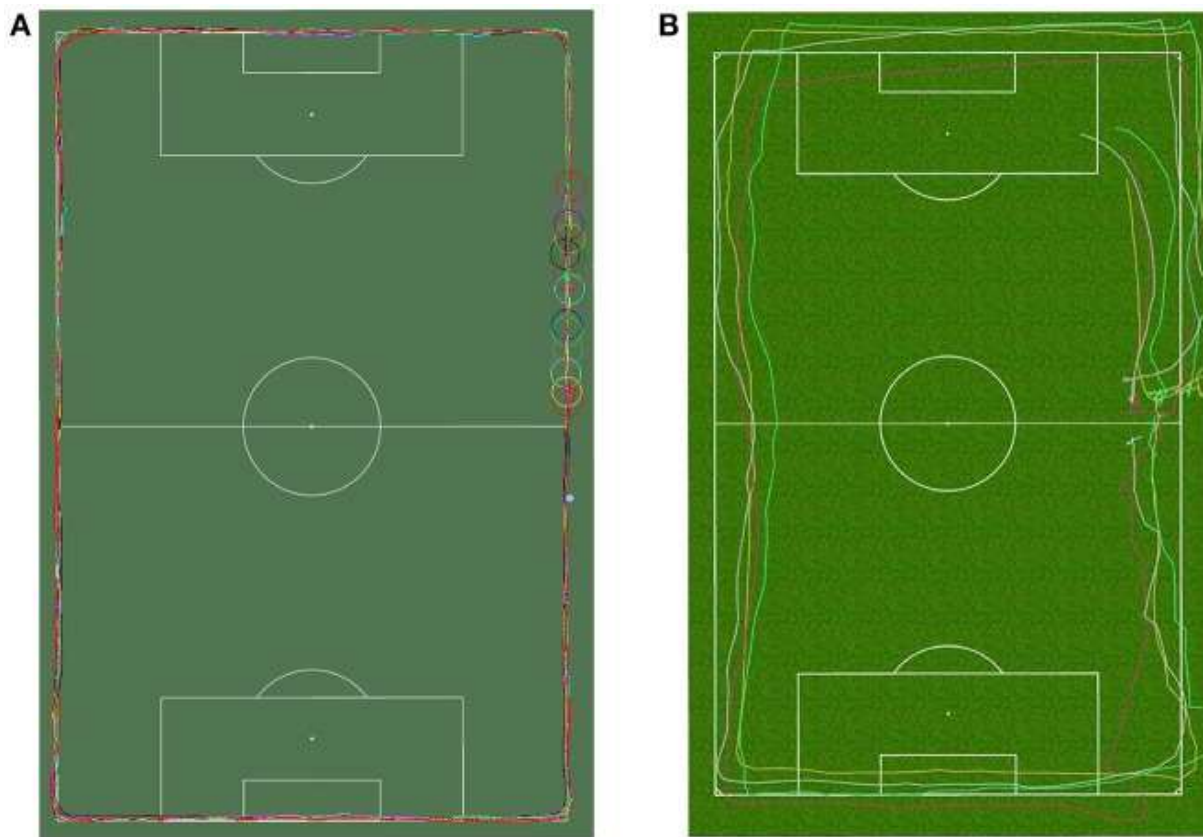
2.4.1 ZXY-Systemet – og dens validitet

Systemet vi skal konsentrere oss om i dette vitenskapelige arbeidet er et LPM-system som har vist seg mer presist enn GPS baserte systemer. (S. A. Pettersen, Johansen, Baptista, Halvorsen, & Johansen, 2018; Stevens et al., 2014). Systemet er basert på avansert radiobølge-teknologi, og med LPM blir presisjonsnivået ned mot kun ca 10 cm avvik fra sanne avstander (S. Pettersen & Brenn, 2019).

(Stevens et al., 2014) rapporterer om at systemet har en feilmargin på 2 prosent på Immotio LPM systemet. De konkluderte med at systemet virker akseptabel for de fleste målinger av

gjennomsnittlig akselerasjon og retardasjoner, men for toppfart og retardasjon er nøyaktigheten noe begrenset. (Stevens et al., 2014). Et nyere studie som undersøkte sammenhengen mellom felttester i sprintdistansene 10, 20, 30 og 40 meter sprint og fysiske prestasjoner i kamp, fant ut at 20 m sprint-test korrelerte med maksimal sprinthastighet i kamp. ($P < 0,05$). I forhold til den praktiske valideringen av ZXY-systemet viste at validiteten er høy, og at det ikke trenger å bli stilt spørsmåltegn rundt troverdigheten på topphastighet i kamper som er registrert av ZXY Sport-tracking AS, Radionor Communications AS, Trondheim Norge. (Ryslett, 2019). I den praktiske valideringen av denne studien ble Brower timing system benyttet som er ansett som gullstanderen innenfor tidtakersystem. (A. T. Haugen, Tønnessen, & Seiler, 2012). Testpersonene hadde på seg ZXY-transpondere under sprint-testene. Vanligvis pleier sensoren på magebeltet å være på baksiden, men i denne studien har de hatt den foran. Dette for å ha et referansepunkt slik at sensoren skulle sende ut data samtidig som test-personen brøt laserstrålen mellom målingsportene til Brower Timing systemet. Det ble derfor mulig å sammenligne registrert toppfart fra test mellom målinger gjort av Brower Timing system og ZXY Sport Tracking System. (Ryslett, 2019).

Systemenes nøyaktighet i forhold til å følge spillernes bevegelser på banen er også blitt sammenlignet. Testdeltakerne ($n=12$) i ført både sporingstagger fra ZXY-Systemet og Polar Team Pro 10 GHz GPS-systemet (Kempele, Finland), ble instruert til å løpe langs de ytterste linjene på en fotballbane. (langs sidelinjen og – dømlinjen). I fremvisningen av sporingen, kunne GPS-systemet ikke plote inn mer enn fem spillere per figur. I illustrasjonen av både GPS – og ZXY-systemet ble det observert at spillerne ikke klarer å ta 90 graders svinger i hjørnene, men GPS sporingen avviker betydelig fra spillernes faktiske bane. ZXY-systemet viser at spillerne er nærmere linjene, og det fremkommer at systemet klarer å vise spillernes faktiske bane. (S. A. Pettersen et al., 2018).



Figur 3. Sammenligning av sporingsteknologier viser 12 spillere som løper langs sidenlinjen og dømlinjen på banen på Alfheim stadion. (A) LPM-sporingsresultater (ChyronHego ZXY, 12 spillere vist). (B) GPS-sporingsresultater (Polar Team Pro, 5 av 12 spillere vist). Figuren viser bevegelse i eksperimentet.

Test-retest-påliteligheten til ZXY Sport Tracking systemet hadde blitt vurdert i en tidligere studie som rapporterte en interclass correlation (ICC) -koeffisient på 1,0, 0,999 og 0,999 ($P = 0,001$) for x- og y- og total avstand. (Ingebrigtsen, Dalen, Hjelde, Drust, & Wisløff, 2015).

ZXY sport tracking er produsert av ChyronHego (Trondheim, Norge). Dette systemet er basert på å bruke 5,0 GHz industrielt, vitenskapelig og medisinsk radiobånd for kommunikasjon og signaloverføring. For at systemet skal kunne måle de fysiske variablene, må hver spiller ha et belte med en transponder plassert ved korsryggen (S. Pettersen et al., 2014), og seks stasjonære sensorer plassert ved stadions omkrets. To av sensorene plassert på tribunetaket og de fire resterende i toppen av lysmastene noe som gir gode trianguleringsforhold. De stasjonære sensorene beregner posisjonsdataen for hvert belte ved avansert vektorgrafikk, og prosessering av de mottatte radiosignalene. Behandlingssystemet i hver sensor muliggjør en direkte fremføring av spillerens posisjoner på banen uten å måtte utveksle

data med andre sensorer. Flere mottakere er fortsatt påkrevd for å dekke hele feltet og for å unngå okklusjoner. Standardoppløsningen er satt til 20 Hz for hvert belte. Data lagres i systemets interne database og kan eksporteres som kommaseparerte verdifiler. (S. A. Pettersen et al., 2018). GPS-systemet er avhengige av gode satellitt signaler. En studie som har sammenlignet GPS systemer mot LPM-system på en fotballbane som ligger i arktisk område, nærmere bestemt 69.65° nord – fant ut at GPS-systemet hadde en variasjonskoeffisient (CV) i totaldistanse på 6 prosent, mens LPM-systemet hadde på 1 prosent der, 7 kvinnelige utøvere ble instruert til å gjennomføre København-testen som har en totaldistanse på 10331 m. (Pettersen, Johansen, Baptista, Halvorsen, & Johansen, 2018). For høy-intensitetsløp som definert som løp over > 16 km/t viste resultatene at GPS systemets CV-verdi 37,4 prosent, mens LPM hadde en CV-verdi på 3,1 prosent.

3 Metode

Forskningsstrategien for dette vitenskapelige arbeidet er kvantitativ metode. Det vil si at studiet mitt baserer seg på talldata. En slik forskningsstrategi bygger på at sosiale fenomener som viser en så stor stabilitet at måling og kvantitet beskrivelse er meningsfylt. (Ringdal, 2013). Kvantitativ metode er gjerne teoristyrte eller deduktive. Her stiller jeg som forsker spørsmål og avleder hypoteser fra ett eller flere teoretiske perspektiver som er relevant for det jeg studerer. Årsaksforklaringer er sentralt i denne metoden. I kvantitativ forskningsmetode er vi ofte langt unna dem vi studerer i motsetning til kvalitativ metode der nærhet til det som skal studeres står sentralt. I kvantitative undersøkelser går vi i bredden ved at de registrerer sammenlignbar og strukturert informasjon i et stort utvalg. (Ringdal, 2013). Når resultatene skal behandles bruker vi i denne metode, og fyller datamatriksen med tall som analyseres ved hjelp av statistiske analyseteknikker. (Ringdal, 2013).

For å få svar på problemstillingen i oppgaven, er kvantitativ metode den mest hensiktsmessige metoden å bruke. Bakgrunnen for valg av kvantitativ metode, i stedet for kvalitativ metode er det tre grunner til:

- 1) Det faktum at det vitenskapelige spørsmålet (problemstilling) er basert på spillernes kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp er dette målinger som kan bli telt og kvantifisert.
- 2) I idrettsvitenskapen er kvantitativ metode en foretrukket forskningsstrategi når det som studeres kan bli målt og telt. Dette gir større vitenskapelig troverdighet til oppgaven enn det den kvalitative metoden som brukes mest i sammenhenger hvor et fenomen skal beskrives eller karakteriseres.
- 3) Når data kan tallfestes kan det sammenlignes med tidligere studier på grunn av at det allerede finnes en universell forståelse av disse tallene.

3.1 Design

Designet jeg har valgt å bruke er tverrsnittundersøkelse, ett-tidspunkt. Hensikten med et slikt design er å samle inn kvantitativ data som kan gi statistisk beskrivelse av populasjonen utvalget er trukket fra, du kan for eksempel sjekke sammenhengen mellom demografiske

variabler som kjønn, alder og politisk aktivitet. I dette studiet dreier det seg om å undersøke sammenhengen mellom FFM og toppfarten spillerne oppnår i kamp.. (Ringdal, 2013).

Et slikt design tas i bruk når utvalget er av en ønsket gruppe som er passende til studiens hensikt og hvor all datainnsamling blir gjennomført ved et tidspunkt (Gratton, Gratton, & Jones, 2009). I dette tilfelle blir spillernes kroppssammensetning målt ett tidspunkt (målt i slutten av sesongen) – Disse resultatene brukes for å undersøke sammenhengen med maksimal hastighet i kamp retrospektivt. Det vil si fra mars til oktober måned. På bakgrunn av at eliteserieklubben bruker aktivt ZXY-Sport Tracking for å måle spillernes prestasjoner og fysiske tilstand både i treningshverdagen og kamper. Dermed gjenstod det bare å få tillatelse hos klubben og spillerne til å bruke denne dataen.. Denne metoden er ofte brukt når en skal beskrive forekomst, for eksempel fysisk aktivitet, men også for å utforske sammenhenger (Ringdal, 2013).

Tverrsnittdesign omtales av Gratton & Jones, (2009) som det mest benyttede designet på dette feltet. Det beskrives som et design som er gunstig og lett å gjennomføre da det ofte ikke stiller store krav til ressurser (Gratton et al., 2009). En annen fordel med tverrsnittstudie er at det ofte er enklere å få rekruttert deltakere, sammenlignet med eksempelvis eksperimentelle design. I slike prosjekt kreves det ofte at testpersoner er med over en lengre periode. (Gratton et al., 2009). Derfor minimeres også faren for å få frafall i testgruppe.

3.2 Utvalg

De utvalgte som ble rekruttert i denne studien besto av 22 profesjonelle fotballspillere som spiller på øverste nivå her i Norge. Alder $24,5 \pm 4,5$ år, høyde $181,9 \pm 6,2$ cm, vekt, $76,8 \pm 7,5$ kg. Spillerne ble oppsøkt, og informert om prosjektet både muntlig og skriftlig. De som ønsket å delta på studiet, ga beskjed til støtteapparatet i klubben, og som videreførte beskjeden til testansvarlig. Studiet skulle innebære profesjonelle fotballspillere, og derfor ble de utvalgte selvrekruttert, og ikke-sannsynlighetsutvalg. (Hellevik, 2003). Tilfeldighetsutvalg har blitt ansett som en sterkere utvelgelsesmetode i forhold til generalisering. (Polit & Beck, 2010).

I forhold til treningsmengde så ser en normal treningshverdag slik ut for dette eliteserielaget:
Oppkjøring til sesong(fellesøker): fem dager i uken med fotballtrening, hvor en av disse

dagene består av dobbel-økter der laget også trener styrke. + at noen også trener noe egentrening utenom. I kampsesong ser en normal uke cirka slik ut:

Tabell 1. Viser hvordan laget trener i kampsesong søn , restitusjon man, hard økt for de som ikke spilte, tirs fri, ons to økter 1 økt styrke. Torsdag fotball, fredag fri eller fotball, lørdag taktisk kort lett økt. Noen uker er kampdager på andre dager enn søndager, og derfor kan noen uker se noe annerledes ut. Noen spillere trener også egentrening.

Mandag	tirsdag	onsdag	torsdag	fredag	lørdag	søndag
Restitusjon for dem som spilte kamp. Hard økt for de som ikke spilte.	FRI	Fotballtrening(dagtid) Styrketrening(kveldstid) Evt senere på dagen.	Fotballtrening.	Fri	Taktisk kort økt	Kamp

Kriteriene for å kunne være med i studiet var at spillerne måtte tilhøre klubbens A-stall, og de må ha benyttet seg av ZXY-belter under trening og kamp. Spillere uten observasjoner i kamp blir utelukket fra studien. I det daglige treningsarbeidet til spillerne innebærer at de har ZXY-tracking transponder på under fotballtreninger og kamp. Dette er krav fra støtteapparat for å overvåke spillernes fysiske tilstand så vel som fysiske prestasjoner i trening/kamp.

3.2.1 Inklusjonskriterier

Keeperne bruker ikke ZXY-belter – og ble derfor utelatt fra studie. De er for øvrig med i den deskriptive analyse som presenteres i forhold til kroppssammensetning. Bakgrunnen for dette er for å kunne sammenligne med de andre studier som har forsket på kroppssammensetning.

Spillerne må ha minimum 3 observasjoner for å bli tatt med i variabelen toppfart. Grunnet for få observasjoner på to spillere er målinger fra to internkamper også tatt med for å få nok observasjoner. Dermed ble n=20 for denne variabelen. For antall høyintensitetsløp og sprinter er kun spillere med full kamp som blir inkludert. To spillere ble derfor utelatt fra disse variablene. Dermed gjensto det kun n=18 spillere for disse variablene.

3.2.2 Etikk

Før prosjektet kan påbegynne, må prosjektet meldes inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD). Dette kreves alltid dersom forskningen krever personopplysninger som kan identifisere testpersoner. Meldeskjema sendes inn til vurdering, og prosjektet får tildelt en personvernrådsgiver som gjør en helhetlig evaluering av hvordan prosjektet planlegger å behandle personopplysninger underveis i forskningsperioden. De vurderer følgende punkter:

- Om personopplysningene prosjektet skal samle er relevante for formålet til studiet.
- Hvilke framgangsmåter forsker bruker for å samle inn data, registrere, oppbevare og eventuelt sammenstille eller utlevere personopplysninger.
- Informasjon til utvalget om hensikten med studiet, og innhente samtykkeerklæring fra dem.
- Er informasjonsbrev og samtykkeerklæring i samsvar med lovkrav (dersom dette er skriftlig informasjon)
- Hvor lenge prosjektet skal oppbevare personopplysningene, og om prosjektet skal anonymisere eller lagre opplysningene videre etter prosjektslutt.

Prosjektet kan påbegynne så snart det er godkjent av NSD (prosjektnummer 45632). Når testgruppe skal informeres både muntlig og skriftlig er testansvarlig pliktig til å forklare hvorfor disse testpersonene er blitt spurt, og gi god nok informasjon hva det deres samtykke innebærer, og hvilke konsekvenser samtykke til deltakelse i forskningen vil få. Det må heller ikke være noen tvil om at vedkommende har samtykket til å delta i prosjektet.

Samtykkeerklæringen er et skriftlig dokument som inneholder alle punkter ovenfor, og nederst på siden signatur om de samtykker til deltakelse i prosjektet. Samtykkeskjemaet informerer også testpersoner om at de kan trekke seg fra prosjektet når som helst, og dersom de slutter, vil alle opplysninger om dem slettes fra systemet. Prosjektansvarlig opplyser også om taushetsplikt, og at personopplysninger ikke skal deles med andre enn de navnene som er oppgitt i informasjonsskrivet.

Informasjonsbrev og samtykkeerklæring er vedlegg 1, og vedlegg 2 er bevis for at NSD har godkjent at (prosjektnummer 45632) kan påbegynne.

3.2.2.1 Lagring og behandling av forskningsdata

Trackingdata blir lagret på en bærbar PC, som krever innlogging for å komme inn på dataen. Kun personell fra UIT idrettshøgskolen/og idrettslaget har tilgang til denne PC-en. Dexa data blir lagret i en stasjonær PC i et rom der kun to ansatte ved UiT har adgang og kjenner påloggingsrutiner. I tillegg har spillerne fått anonymisert sine navn, hvor navnene deres er blitt erstattet med tallkoder. Papiret med navnene deres, og deres tallkode oppbevarer jeg innelåst i et skap i en annen bygning. I samtykkeskjemaet har jeg skrevet at dersom spillerne ønsker tilgang på egne resultater eventuelt trekke seg fra studiet kan de ta kontakt med meg på telefon. Resultatene deres slettes hvis de ikke ønsker å delta i studien eller at de mener at resultatene deres har mangler. Resultatene vil bli slettet i juli 2020, og da er det kun fotballklubben som har tilgang på disse dataene.

3.2.3 Kroppssammensetning

Innsamling av data om spillernes kroppssammensetning er primærdata, og er samlet inn i forbindelse med dette studiet. En DEXA-maskin (GE-Lunar Prodigy DXA. GE Healthcare, Madison, WI, USA), benyttes for å måle kroppssammensetningen. Dette gjøres ved hjelp av røntgenstråler. Den måler beintetthet, muskelmasse og fettprosent i ulike deler av kroppen. (Silvestre et al., 2006). Med en slik metode kan vi skille fettvev og beinvev fra annet vev i kroppen. Når fett – og beinmasse blir trukket fra kroppsvekten, blir det den gjenværende massen kalt for «Lean body mass» (LBM), og på norsk kaller vi det for fettfri masse (FFM). Modellen jeg skal bruke er en En Prodigy full kropp skann brukes en CORE 2002 versjon 17. Maskinen kalibreres daglig før testing. DEXA har blitt et fortrukket valg for å måle kroppssammensetning på grunn av sin unike evne til å måle effektivt ulike kroppsrom. Nøyaktigheten og pålitelighet av DEXA er generelt akseptert på grunn av en rekke valideringsstudier som er blitt gjort. Dette har vært demonstrert i forhold til dyrekroppsanalyse av bein, rent bløtvevsmasse og fettmasse. (Suster et al., 2003), (Pintauro et al., 1996), (Chen et al., 2012) og (Gerbaix et al., 2010). DEXA skann ble foretatt i uke 44 i 2019. Testen ble standardisert basert på hvordan andre forskere før meg har gjort. (Sundgot-Borgen et al., 2011).

- Spillerne fikk beskjed om å spise normalt dagen før.
- De må ikke ha spist frokost/eller inntatt væske før skanning
- Alle spillerne måles mellom klokken 08.00 og 09.30.

- Alt av metall og klokker og lignede må av.
- Spillerne har kun boksershorts på under skann.
- Det tar cirka 8-10 minutter å ta et skann.
- Spillerne får beskjed om å ligge helt i stille under skanning til er ferdig.



Figur 4. Utgangsposisjon ved måling med Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Armen går sakt over kroppen mens kandidaten ligger stille på senga. Bildet hentet på nettsiden: https://en.wikipedia.org/wiki/Dual-energy_X-ray_absorptiometry

Sammenhengen mellom toppfart og den relative fettfrie masse indeksen er også blitt undersøkt - som har formelen $FFM(kg) : Høyde^2 (m)$ (Loenneke et al., 2012).

3.2.4 Høyde og vekt

Testpersonene ble veid og målt ti minutter før skann. Vekten til spillerne ble målt med modellen Seca 877 mobil gulv-vekt. Denne vekten er medisinsk godkjent. Høyden ble målt med en Seca 216 – høydemåler på skinner.

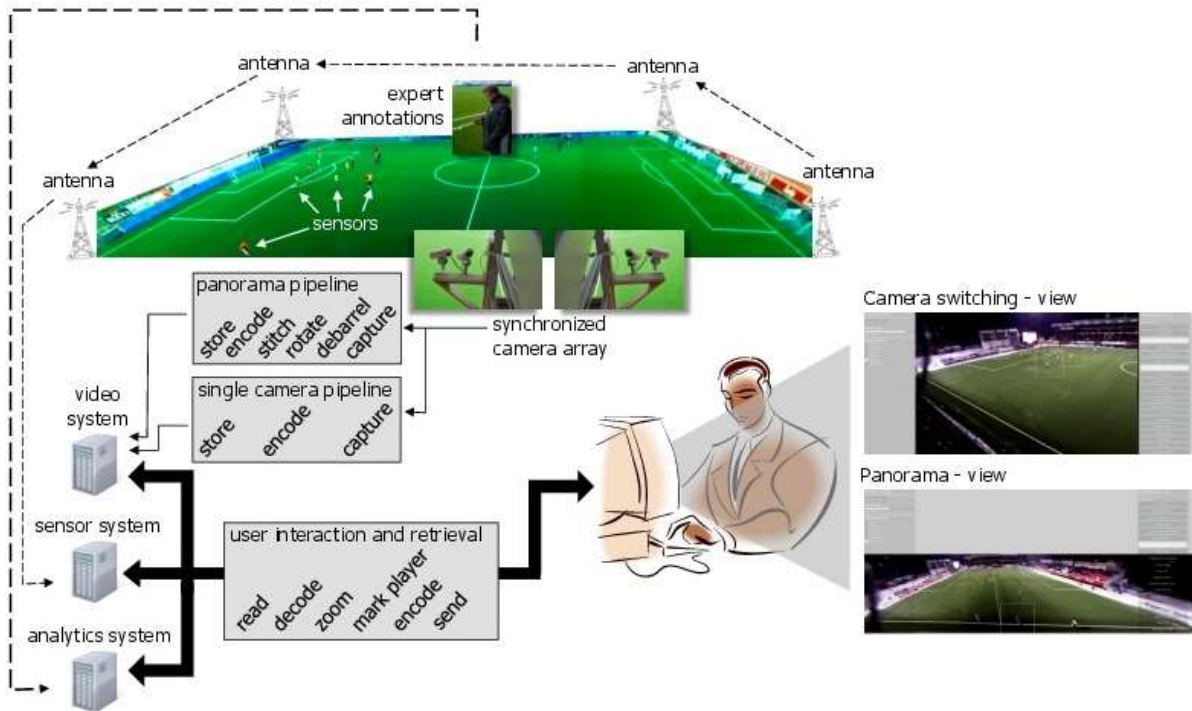


Figur 5: Bildet viser utseende av måleinstrumenter som er benyttet for å ta antropometriske mål av testgruppe. Bildene hentet fra nettsidene: <https://www.sykepleiepartner.no/seca-877-digital-gulvvekt.html> og <https://helsestasjonsbutikken.no/media/files/1155/sec-216.jpg>

3.2.5 Toppfart, høy-intensitetsløp og spurter i kamp

ZXY-sport tracking systemet ble benyttet for å kvantifisere de fysiske prestasjonene i 15 offisielle eliteseriekamper på hjemmebane i sesongen 2019. Underlaget er kunstgress, banens lengde = 110 m; bredde = 68 m. (Ivan Baptista, 2020).

Fotballspillerne har på seg et belte, en liten sensor (transponder) plassert nederst på korsryggen i en lomme på beltet som registrer aktivitet, som deretter overføres via mikrobølgeradio til 6 RadioEye™ sensorer som er montert på hjemmelaget stadion. ZXY-systemet (Radionor Communications AS, Trondheim, Norge) registrerer aktivitet 20 ganger per sekund. (20Hz). Selve systemet måler hvordan spillerne beveger seg i samtlige minutter i kamp og trening. Systemet registrer høyest målte toppfart, distansen spillerne løper, antall sprinter, antall høy-intensitetsløp, antall positive og negative akselerasjoner og vendinger samt en rekke varianter av løp, akselerasjoner og belastning (effort). (S. A. Pettersen et al., 2018). Videre blir dataene komprimert og filtrert av en Linux-server ved hjelp av Ubuntu 14.04 før de ble lagret i en SQL-database. Dataene ble overført fra databasen til et program (Excel 2013; Microsoft, Redmond, Washington, USA). (ZXY Sport Tracking, Chyronhego). (Sæterbakken et al., 2019). systemets målinger får man tilgang til gjennom en nettside, som krever brukernavn og passord.



Figur 6. Demonstrer hvordan systemet innhenter informasjon, behandler den og viderefører inn på sikkert område. (nettside som er passordbeskyttet). Bildet hentet på nettsiden: <http://site.uit.no/iad/files/2012/10/image.jpeg>

- For å finne spillerens **toppfart**, er alle treninger og kamper gjennomgått. Jeg har tatt utgangspunkt i alles absolutte toppfart i kamp og trening, og tatt den høyeste observerte toppfarten målt på spillerne av ZXY.
- Høyintensitets løp blir i denne oppgaven definert som alle løp som har over $> 19.8 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$, og har fått forkortelsen HIR=høyintensitetsløp. Antall spurter også kalt «sprints» blir definert som alle intense løp over $25.2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$. Spurter har fått forkortelsen S=sprints/spurter. (Barnes et al., 2014).

Tabell 2. Viser oversikt over antall observasjoner som er blitt på hver enkelt spiller på de ulike fysiske prestasjonene i kamp.

Posisjoner	Antall observasjoner på toppfart i kamp	Antall observasjoner på høy-intensitetsløp i kamp (full kamp)	Antall observasjoner på sprints (full kamp)
(1) LM	11	5	5
(2) MS	10	9	9
(3) ANG	6	1	1
(4) LM	9	3	3
(5) ANG	5	1	1
(6) SM	12	10	9
(7) ANG	3	0	0
(8) MS	5	1	1
(9) LM	5	2	2
(10) MS	11	9	9
(11)LM	11	6	6
(12) LM	6	1	1
(13) MS	11	7	7
(14) ANG	4	1	1
(15) SM	5	3	3
(16) LM	11	8	8
(17) SM	13	10	10
(18) MS	11	8	8
(19) LM	6	1	1
(20) SM	3	0	0
Testdeltaker	n=20	n=18	n=18

3.3 Statistikk

Statistiske analyser ble utført ved bruk av SPSS versjon 25.0. En enveis ANOVA-test er blitt benyttet for å undersøke om det fins statistisk sammenheng mellom spillernes kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp.

Signifikans nivå på 0,05. Konfidensintervall er satt på et 95 prosent. Dette fordi et konfidensintervall er for å finne et intervall av verdier for gjennomsnittet som med stor sannsynlighet vil inneholde den sanne verdi for populasjonen. I et 95 % konfidensintervall vil inneholde den sanne verdi i 95 av 100 tilfeller.

Tabell 3. Ulik grad av korrelasjon

Størrelse på korrelasjon	Beskrivelse av korrelasjon
0.70-1.00	Sterk korrelasjon
0.50- 0.70	Moderat korrelasjon
0.30 – 0.50	Svak korrelasjon
0.00 – 0.30	Korrelasjon uten betydning

4 Resultat

I resultatkapitlet presenteres deskriptiv analyse av eliteseriespillernes alder, høyde, vekt, fettprosent, fettfri masse (hele kroppen) og fettfri masse(underekstremiteten). Analytiske resultater i forhold til kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp.

4.1 Deskriptive resultater

Dette underkapittelet presenteres deskriptive resultater fra Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) og fysiske prestasjoner i kamp målt av ZXY-Systemet.

Tabell 4. Deskriptive resultater av antropometri og kroppssammensetning hos test-gruppe.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Alder	22	19	37	24,4	4,5
Høyde(cm)	22	169	191	181,8	6,2
Vekt(kg)	22	61,4	89	76,7	7,4
TFFM(kg)	22	51,1	76,1	64,6	7
FFM_underekstremitet(kg)	22	17,4	26,6	22,1	2,5
FFM_Armer(kg)	22	6,0	11	8,3	1,1
FFM_Overkropp (kg)	22	23,9	37,4	30,7	3,4
BMI	22	20	25,2	23,1	1,4
Kroppsfett %	22	7,9	16,4	12	2,1

Tabell 5: Deskriptive data over spillernes fysiske prestasjoner i kamp

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Toppfart i kamp	20	28	34,6	31,3	1,4
Antall sprinter	18	3,1	31	11,6	7,1
Antall høy-intensitetsløp	18	17,8	62	38,6	13,5

4.2 Analytiske resultater

Problemstillingen i denne studien er: «*Hvordan er sammenhengen mellom en eliteseriespillers kroppssammensetning og topphastighet i kamp?*». Hypotesene jeg hadde satt opp var:

- Spillerne med mest fettfri masse (TFFM) vil være lagets hurtigste spillere
- De spillerne med lavest kroppsfett (KF%) vil være de hurtigste spillerne
- Spillerne med mest fettfri masse i underekstremiteten vil være de hurtigste spillerne

Tabell 6: Korrelasjon (pearsons r) mellom kroppssammensetning, antropometri og fysiske prestasjoner.

	Toppfart	Høy-intensitetsløp	Antall spurter
Alder	$r = -,210$	$r = -,319$	$r = -,374$
Høyde	$r = -,137$	$r = -,481 *$	$r = -,385$
Vekt	$r = -,089$	$r = -,562 *$	$r = -,361$
TFFM	$r = -,051$	$r = -,556 *$	$r = -,337$
FFMU (underekstremiteten)	$r = -,091$	$r = -,580*$	$r = -,365$
Kroppsfett %	$r = -,072$	$r = ,212$	$r = ,077$
BMI	$r = ,021$	$r = -,304$	$r = -,123$
TFFMI	$r = ,727$	$r = -,482*$	$r = -,272$
FFMIU	$r = ,914$	$r = -,534*$	$r = -,336$

*. Korrelasjon er signifikant på 0.05 nivå (p-verdi).

** . Korrelasjon er signifikant på 0.01 nivå (p-verdi).

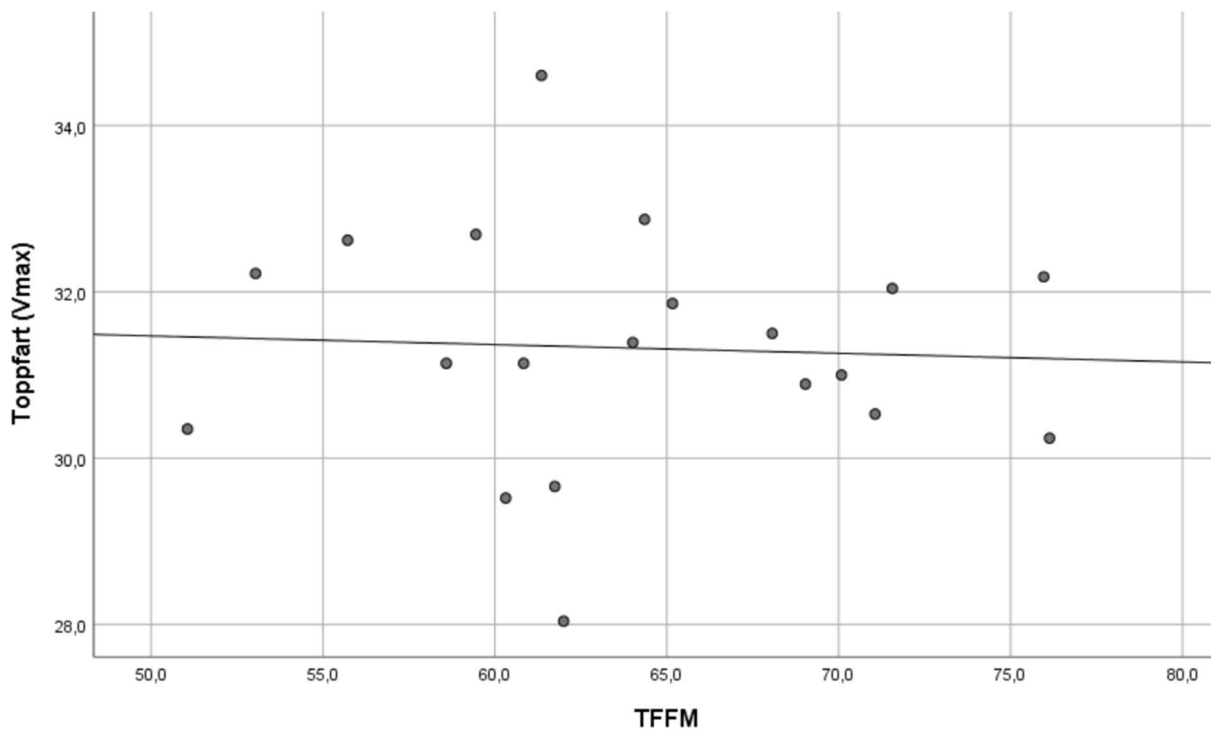
Tabell 7: Fysiske prestasjoner korrelert med toppfart

Variabler	Toppfart
Antall høy-intensitetsløp	$r = ,595^{**}$
Antall spurter	$r = ,689^{**}$

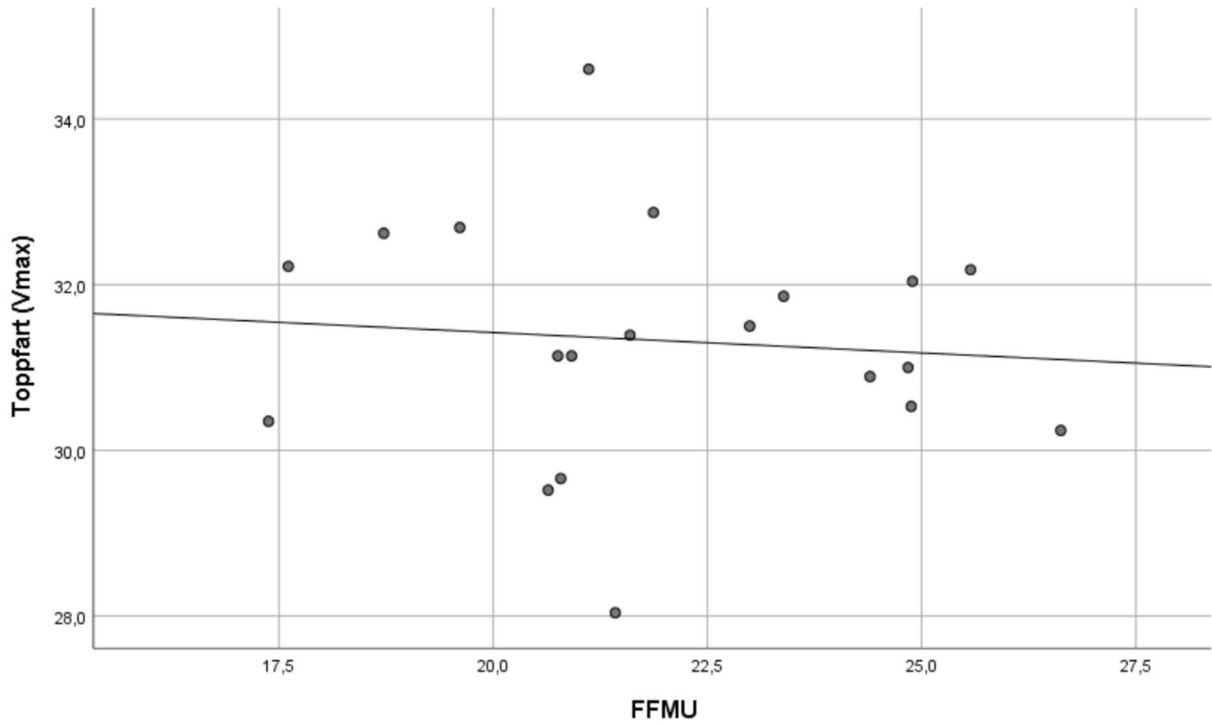
*. Korrelasjon er signifikant på 0.05 nivå (p-verdi).

**. Korrelasjon er signifikant på 0.01 nivå (p-verdi).

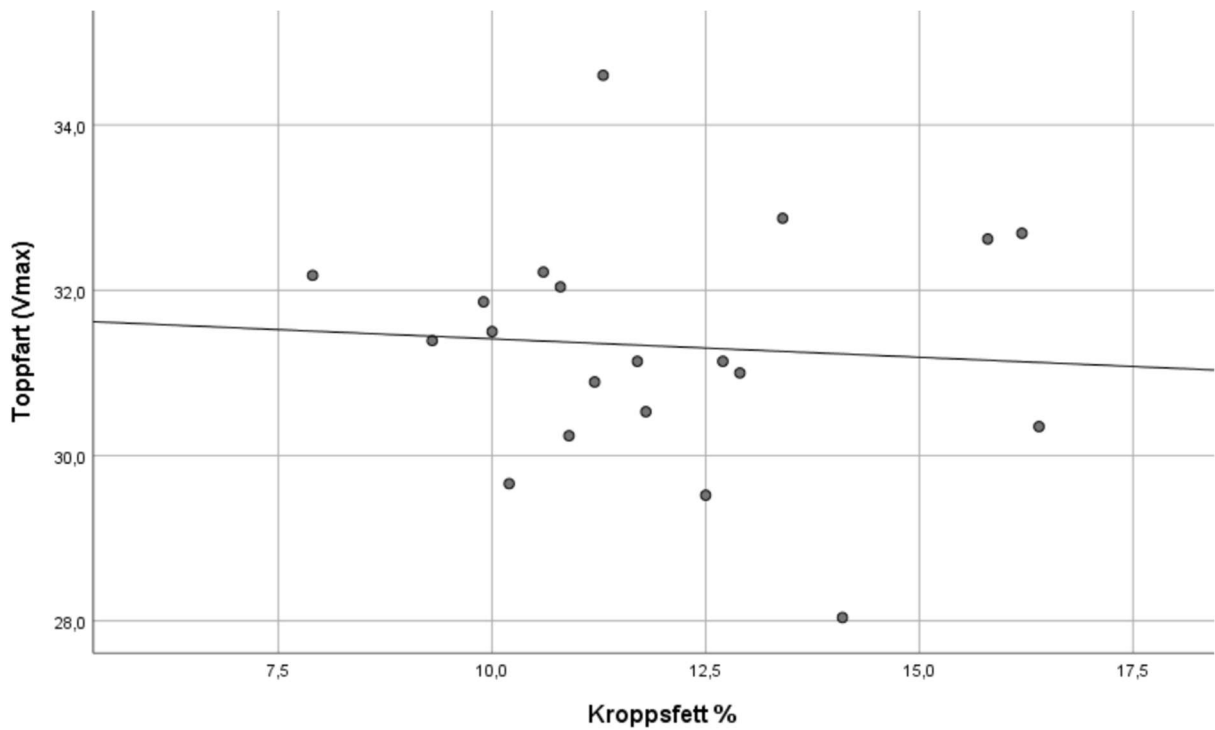
4.2.1 Figurer



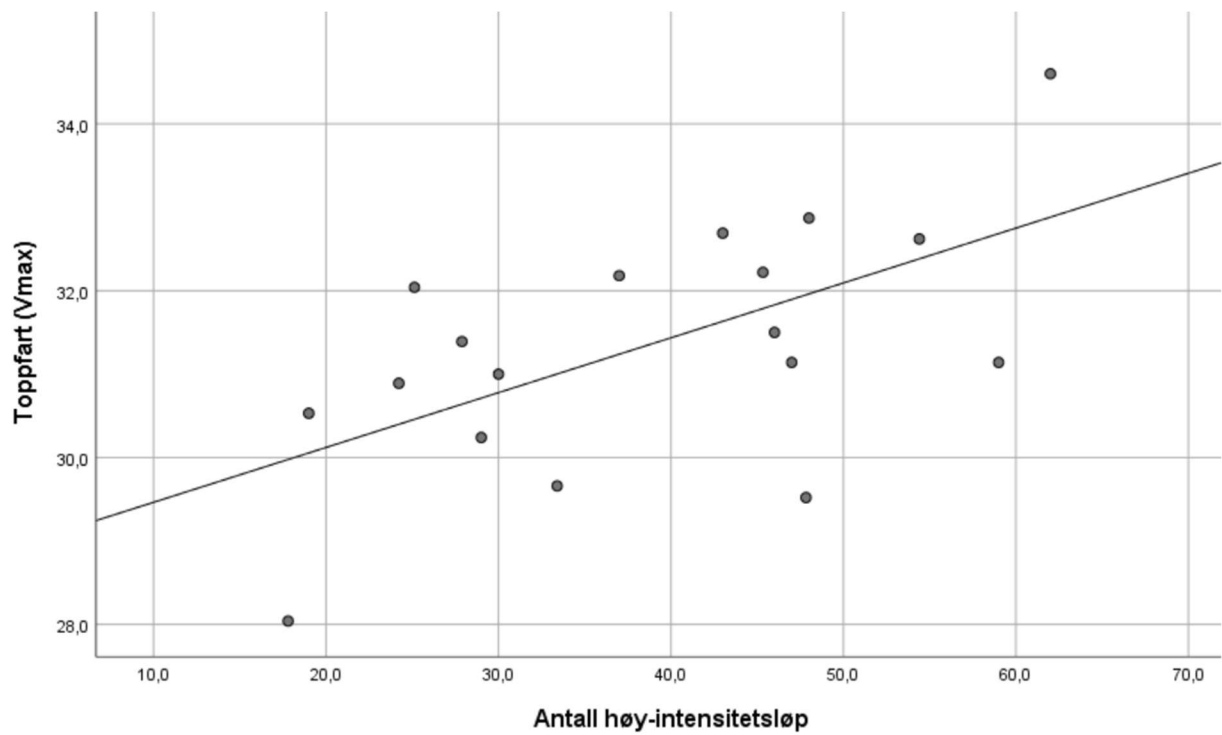
Figur 7. Sammenheng mellom total fettfri masse (TFFM) og toppfart (Vmax) oppnådd i kamp, (ikke signifikant).



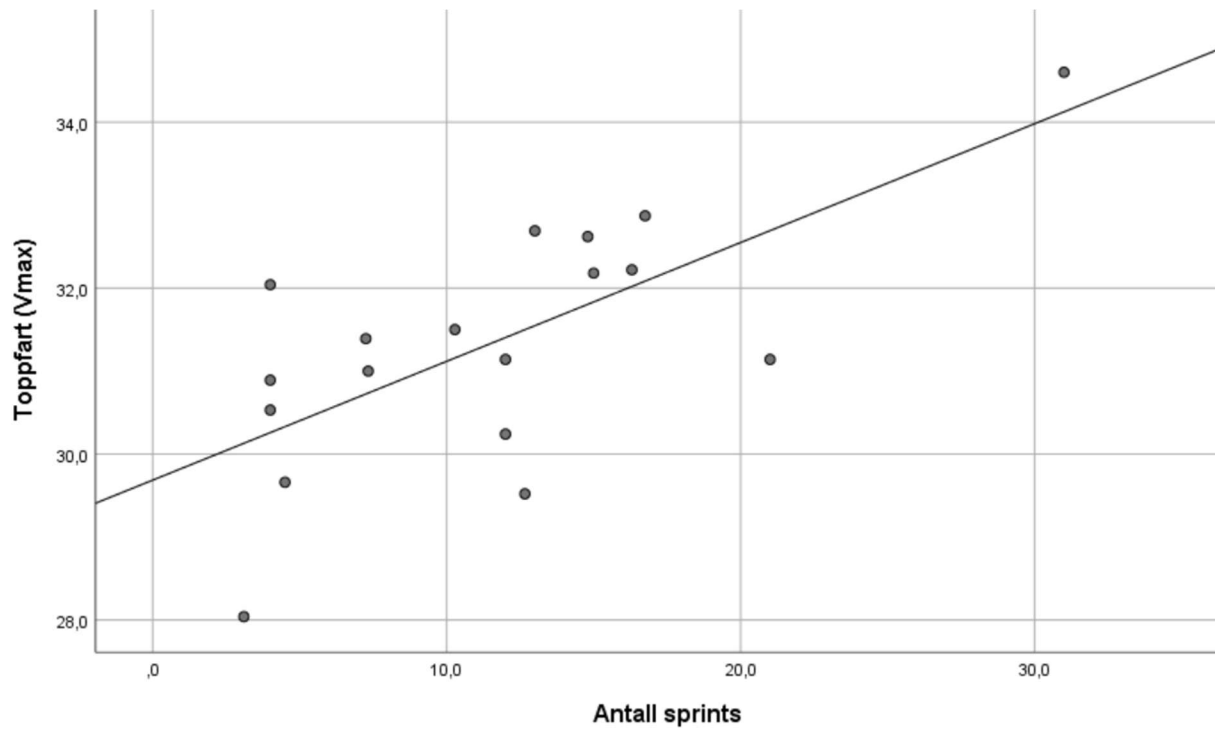
Figur 8. Sammenheng mellom fettfri masse i underekstremiteten (FFMU) og toppfarten (Vmax) spillerne har oppnådd i kamp



Figur 9. Sammenheng mellom kroppsfett og toppfart (Vmax).



Figur 10. Figuren viser en signifikant korrelasjon mellom toppfart og høy-intensitetsløp. $r = < ,009, ,595 **$



Figur 11: Figuren viser en signifikant korrelasjon mellom toppfart og antall sprints. $r = 0,689^{**}$

5 Diskusjon

I dette kapitlet blir resultatene av de ulike funnene diskutert, forklart og sammenlignet med eventuelt andre studier. Metodiske utfordringer og begrensninger, samt fremtidige perspektiver vil også bli presentert i dette kapitlet.

5.1 Resultatdiskusjon

Hensikten med studiet var å finne ut sammenhengen mellom en eliteseriespillers kroppssammensetning og topphastigheten de har i kamp. Hypotesen for denne studien var at spillerne med mest TFFM og FFMU ville være de hurtigste spillerne i laget. Det var også en hypotese at de spillerne med lavest fettprosent skulle være de med høyest topphastighet.

Hovedfunnet i denne studien viser at det ikke er statistisk sammenheng mellom **FFM og toppfart**. Det er en utfordring å sammenligne funnene i denne studien med andre studier, dette fordi etter min kjennskap finnes det kun ett studie som har undersøkt forholdet mellom fotballspilleres kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp. (Radzimiński et al., 2020). Funnene i min studie og Radziminski's funn tyder på at FFM er en svak indikator å bruke for å predikere hvem som er hurtigst i et profesjonelt fotballag. Dette støttes av tre andre studier som har undersøkt forholdet mellom FFM og sprint-prestasjoner på felt-tester på ulike distanser (Zagatto et al., 2015),(Atakan et al., 2017; Ribeiro et al., 2017). Fettfri masse indeksen ble også korrelert med 30 meter sprint-test, og resultatene viste at det ikke fantes noen statistisk sammenheng mellom FFM og tid på 30 m sprint. (Atakan et al., 2017) I min studie hadde spillernes FFMI heller ingen korrelasjon med topphastigheten spillerne viste i kamp. Det finnes for øvrig en studie som har funnet korrelasjon mellom 30 m sprint-test og muskelmasse. (Anwar, Noohu, & Anwar, 2016). Det er flere studier hvor vi har sett at økning i fettfri masse er forbundet med økt sprint-prestasjon. (Abe et al., 2020; Suarez-Arrones et al., 2018; Zaccagni, 2017) Så hvorfor finner vi ingen sammenheng? Hurtighet har lenge vært ansett som en svært sammensatt og en komplisert egenskap. Det er mulig at større fettfri masse har betydning i positiv forstand for løpshurtigheten, men en mulig forklaring kan være at den fettfrie massen ikke har noen isolert større betydning på topphastigheten enn faktorer som alder, andel muskeltypefibrer som IIA og IIX, muskellengde, muskeltverrsnittets arkitektur, fjærstivhet i beina, fleksibilitet i leddene, teknikk, metabolisme, mentale ferdigheter og nevralt forhold. (Angus Ross et al., 2001; Silvestre et al., 2006).

Tidlig ble det avdekket at antropometriske mål er svake predikatorer for sprintprestasjon. (Kukolj et al., 1999). Det støttes av egne funn der verken **alder**, **vekt** eller **høyde** hadde statistisk sammenheng.

Figur 9. Viser at det ikke er korrelasjon mellom spillernes fettprosent og topphastighet. Det er kun en studie som har undersøkt forholdet mellom fettprosent og topphastighet i offisielle kamper. I denne studien var det en svak korrelasjon mellom spillernes ($n=23$). Det vil si jo større fettmasse desto større topphastighet ($r= 0,44$) $<0,001$). Denne spillegruppa hadde en gjennomsnittlig fettprosent på 9.6 ± 2.20 , som er relativt lavt. Noe som indikerer at dette er vel trent gruppe. (Radzimiński et al., 2020). Både egen testgruppe og denne studien er fettprosenten hos spillerne relativt lav. (9-12 %).

Det er ikke noe automatikk i at de med lavest fettprosent vil være de hurtigste spillerne. Som nevnt er det flere faktorer som bestemmer vår hurtighet. Det er likevel rapportert om at nedgang i kroppsfett ofte har positivt utfall for løpshurtigheten vår, så lenge den FFM bevares. (Abe et al., 2019), (Silvestre et al., 2006), (Mattila, Tallroth, Marttinen, & Pihlajamäki, 2007), (Ostojic, 2003). Det fins også studier som har funnet moderat korrelasjon mellom fettprosent og prestasjon på sprint-test (15 m) (Gorostiaga et al., 2009).. Samme observasjon var det hos et tyrkisk juniorfotballag på 30 m sprint-test. (Atakan et al., 2017). En annen studie demonstrerte assosiasjonen mellom fotballspillers kroppsfett, 20m sprinttid, men som en ikke signifikant trend. (Nikolaidis et al., 2016). Lignende funn er også observert på 30 m sprint-test blant college fotballspillere. (Anwar et al., 2016). Det er også verdt å nevne at deltakerne i dette studiet hadde en noe høyere fettprosent enn eget utvalg. Egne funn og studier som nevnes her viser at hurtighet er en komplisert egenskap, som er avhengig av mange faktorer. Det utelukkes ikke at nedgang i fettprosent vil føre til økt sprintprestasjon, men funnene i denne studien tyder på at fettprosent ikke alene predikere toppfarten til profesjonelle fotballspillere. En mulig forklaring kan være at fettprosent heller er status på treningsmengde i form av styrketrening/utholdenhetstrening, i tillegg til kosthold.

Forholdet mellom høyintensitetsløp og- antall sprinter og FFM: Det fins ingen studier som har undersøkt forholdet mellom FFM og antall høy-intensitetsløp og sprinter. I min studie ble det funnet en negativ korrelasjon mellom FFM og antall høy-intensitetsløp ($r = 0,55$ < 0.05). Det vil si at desto mer muskelmasse på kroppen, desto færre høy-intensitetsløp, men

uten å ta hensyn til lengden på hvert høyintensitetsløp. Mens for antall sprinter – var det ingen sammenheng med FFM. Sammenlignet med RSA-testen som kan ligne på spurting i kamp, fant Ribeiro et al., (2017) ingen sammenheng mellom FFM og sprintprestasjon på testen. Dette var første og andre divisjonsspillere fra portugisisk fotball. (Ribeiro et al., 2017). lignende observasjoner er også rapportert av (Atakan et al., 2017), som utførte repetert sprint-test 6 x 40 m. (Atakan et al., 2017). En mindre relevant test sett i relasjon til denne studien som Hoff-testen som innebærer løping med ball gjennom åtte minutter fant heller noen sammenheng mellom FFM og prestasjon på test. (Zagatto et al., 2015)

Studier har vist at sprints hastighet, så vel som evnen til å produsere mange antall høy-intensitetsløp og sprinter sannsynligvis er en viktig fysisk forutsetning for å bli valgt for noen spilleposisjoner. (Boone et al., 2012; Buchheit et al., 2010a; Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, et al., 2011). Studier viser at det er de laterale posisjonene (Sidebackene og venstre/høyre midtbane spillere) som oftest har flest antall høy-intensitetsløp og sprinter i kamp.

I tillegg til forskjellige taktiske og tekniske roller, har hver spillerposisjon ofte krav om spesielle fysiske karakteristika. (Will et al., 2018). Midtstopperer for eksempel er kjent for å være store sterke spillere som flytter beina fort, vinner dueller i lufta og legger all sin stolthet i blokkere/nekke motstanderen avslutninger. Studier som har undersøkt kroppssammensetninger i forhold til posisjoner har funnet ut at midtstopperne har en tendens til å være høyere og tyngre enn midtbane og angrepsspillere. (Calbet et al., 2001; Milanese et al., 2015; Milsom et al., 2015; Radzimiński et al., 2020; Silvestre et al., 2006; Sutton et al., 2009). Derfor er det ikke utenkelig at midtstopperer har høyere FFM enn sine kollegaer foran seg på banen. Etter undertegnede kjennskap, finnes det ikke et eneste studie som kan vise til at midtstopperer er den posisjonen som produserer mest antall høy-intensitetsløp og sprint, noe som indikerer at posisjonsspillet begrenser disse spillernes behov for høye og maksimale sprinter. Da er det heller ingen stor overraskelse at det ble funnet en negativ korrelasjon mellom FFM og antall høy-intensitetsløp. Det ble også funnet negativ korrelasjon mellom høyde og vekt og antall høy-intensitetsløp og ikke med antall sprinter noe som kan indikere en direkte konsekvens av slike fysiske krav i de ulike posisjonene.

Det var ingen sammenheng mellom spillernes kroppsfett og antall høy-intensitetsløp og sprinter. Som tidligere nevnt registrer vi at spillernes fettprosent er relativt like uavhengig av hvilke posisjoner på banen de tilhører. Samme funn gjorde (Milanese et al., 2015; Milsom et al., 2015; Sutton et al., 2009). En studie fra 2009 hevder at lagringskomponenten til kroppsfett fungerer som dødvekt. Dette er vekt som skal løftes mot tyngdekraften, dette kan være situasjoner som hopping, sprint, hurtig retningsforandring også videre. (Sutton et al., 2009). Det kan tenkes at når kroppsfettet blir såpass lavt som et sted mellom 8-14 %, vil ikke en prosent fra eller til å utgjøre noen stor forskjell hos en så vel trent gruppe.

(Zagatto et al., 2015) fant heller ingen sammenheng mellom evnen til å reprodusere høy-intensitetsløp og prosent kroppsfett. Samme observasjonen hadde (Ribeiro et al., 2019) som heller ikke fant sammenheng mellom spillernes fettprosent og RSA-test (6x35 m med 10 s passiv hvile). (Ribeiro et al., 2017).

Det påstås at overflødig kroppsfett kan føre til tidligere tretthet hos spillerne, som ikke bare påvirker arbeidsevnen negativt, men også er det forbundet med forverring av ferdigheter, samt økt skaderisiko, men dette uten bevis å vise til. (Rienzi et al., 2000).

Etter å ha sammenlignet med andre studier, vil denne studien være et nytt bidrag til kunnskapsbasen om at det ikke er noen sammenheng mellom kroppsfett og antall høy-intensitetsløp og sprints hos profesjonelle fotballspillere. Det er likevel grunn til å tro at andre faktorer som $VO_{2\text{-maks}}$, muskelkraft, genetik, mengde type I og IIA-fibrer og treningspåvirkning på aerob og anaerob utholdenhet er minst like avgjørende som lav fettprosent for antall høyintensitetsløp og sprinter. (Bangsbo et al., 2006; Mohr et al., 2003).

Annen observasjon: Det var signifikant sammenheng mellom spillernes toppfart og antall høyintensitetsløp og sprinter. ($r = ,595^{**}$, $p < 0.05$) og $r = ,689^{**}$, $p < 0.05$). Det er registrert lignende funn hos godt trente U14, U16 og U18 spillere ved å se på korrelasjonen mellom sprintprestasjonene og en repetert sprint-test med r-verdier i området fra 0.55 - 0.96 uavhengig av hvilken aldersgruppe spillerne tilhørte. (Mendez-Villanueva, Buchheit, Kuitunen, et al., 2011). Disse funnene tyder på at spillere med høy toppfart, har også en god evne til å reprodusere intense løp. Det kan argumenteres at disse spillerne ikke bruker like mye krefter på å komme over grensa på høy-intensitetsløp ($19,8 \text{ km.h}^{-1} > 25.2 \text{ km.h}^{-1}$). og sprints ($25.2 \text{ km.h}^{-1} >$), som spillere med lav toppfart vil gjort. (S. A. Pettersen et al., 2018).

Det er nevnt ovenfor begrensningene i forhold til posisjon spill. Men det er ikke usannsynlig at spillere som tilhører posisjonene der det kreves mange intense løp i kamp, også er de spillerne i laget som er best egnet for slike løp. (antall HIR og sprint).

5.2 Studiets reliabilitet

I dette underkapittelet vil jeg redegjøre hvorfor mine resultater er pålitelige.

Spillernes kroppssammensetning ble målt med DEXA (dual-energy X-ray absorptiometry), i idrettsvitenskapen er DEXA maskinen ansett som gullstandard innenfor måling av kroppssammensetning. Maskinens nøyaktighet og pålitelighet er generelt akseptert av en rekke valideringsstudier. (Chen et al., 2012; Gerbaix et al., 2010; Pintauro et al., 1996; Suster et al., 2003). Høyde og vekt er målt med apperatur som er medisinsk godkjent. Jeg mener derfor det ikke trenges å stilles spørsmålstegn med målingene som er blitt gjort i forhold til kroppssammensetning.

Fysiske prestasjoner ble kvantifisert gjennom bruk av ZXY-systemet. Validiteten til ZXY-systemet er tidligere redegjort for i kapittel 2.3.1.

På grunn av spillets kompleksitet kan det stilles spørsmålstegn til om spillerens potensielle toppfart er blitt målt. Styrken med denne oppgaven er at det er gjennomsnittlig 7,5 kampobservasjoner av hver enkelt spiller slik at sjansen for at de skulle utfordres på toppfart burde være tilstede. På grunn av for få observasjoner på noen spillere har undertegnede valgt å ta med målinger fra to treninger, der laget har spilt intern-kamp 11 mot 11. Det er ikke registrert at toppfarten er betydelig lavere eller høyere hos spillerne som det allerede finnes mange observasjoner på, og vurderer det derfor som gyldig data i forhold til oppnådd toppfart. Undertegnede bestemte seg for at et minimum for antall observasjoner bør være tre kamper. I denne studien er det kun to spillere som bare har 3 kampobservasjoner, neste på listen har fem observasjoner, og resten har mange nok observasjoner til at forsker kan føle seg trygg på at spillerne er nær deres maksimale toppfart.

Det er tidligere nevnt at fotballspillerne oppnår veldig høye sprinthastigheter uavhengig av alder eller spillerposisjon (dvs. ~ 85–94% av maksimal sprinthastighet), (Al Haddad et al., 2015). Forskning viser at det gjennomsnittlig sprintes 11.2 ± 5.3 per kamp. Disse tallene indikerer at fotballspillere tvinges til å akselerer opp mot egen topphastighet flere ganger i

løpet av en kamp. (Andrzejewski, Chmura, Pluta, Strzelczyk, & Kasprzak, 2013). Dessuten er det observert at en fotballkamp i gjennomsnitt har en effektiv spilletid på 55 minutter. Dette medfører gunstige pauser for spillerne, slik at kroppen har muligheten til å komme seg, og klargjøre seg for nye hurtige aksjoner. Dermed øker muligheten til å få flere sjanser til å oppnå toppfart i løpet av en kamp. (Siegle & Lames, 2012)

Tatt i betraktning at et godt målesystem er benyttet, og at det fins mange observasjoner på hver enkelt spiller. Mener jeg derfor at variabelen topphastighet i kamp er valid nok til å bruke i dette studiet. (Ryslett & Pettersen, 2019).

5.3 Begrensninger ved studien og framtidige perspektiver

Antall deltakere i studien (n=20) er nok noe lavt for å kunne generalisere mine funn. Til tross for dette, kan studiets funn brukes ved senere anledning, eksempelvis i litteraturstudier eller til sammenligning hos fremtidige studier som undersøker forholdet mellom kroppssammensetning og fysiske prestasjoner i kamp.

Det er ikke blitt foretatt noen form for repetert test på deltakerne innen 24 timer på DEXA-maskinen for å undersøke variasjonskoeffisienten. En tidligere studie gjorde dette på n=10, og fant variasjonskoeffisient i DEXA Lunar Prodigy for fullkroppsskann på 3 % i fettmasse og 0,7 % for FFM. (Sundgot-Borgen et al., 2011). Men det kan anses på at en svakhet ved studien.

Selv om at spillernes maksimale **topphastighet** er målt med et valid tracking system vil usikkerheten rundt om vi virkelig har målt spillernes potensielle toppfart, alltid være til stede når vi ikke har felt-tester til å sammenligne med. Det er oppgitt at spillere oppnår høye sprinthastigheter i kamp uavhengig av alder og posisjon. Likevel er faktorer som kampbilde, motstanderen, taktikk og ballbesittelse faktorer som kan bidra til at spillere ikke «behøver» å sprinte opp mot egen topphastighet. (Bradley et al., 2011; Bradley, Lago-Peñas, et al., 2013; V. Di Salvo et al., 2013), Det er også mulig at spillere i enkelte posisjoner kan ha blitt noe begrenset. For eksempel er sentrale midtbane en posisjon som er noe utsatt for å bli «begrenset». Argumentasjon for dette er at de befinner seg i midten, hvor de har medspillere foran seg, bak seg og på sidene. I en defensiv organisering, er vanlig lengde mellom lagdelene på cirka 10-12 m, mens avstanden fra spillerne ved siden av seg er på cirka 3-5 meter. Det er også tidligere nevnt at fotballspillere bruker cirka 23-26 meter på å komme i toppfart (S.A

Pettersen, personlig kommunikasjon 2020). Tatt i betraktning at mesteparten av spillet sentreres, er det naturlig å tenke at sentrale midtbane spillere får mindre rom for å akselerere i uten stopp, sammenlignet med de brede posisjonene (V. J. Di Salvo et al., 2007). En studie fant ut at de sentrale midtbanespillerne kun oppnådde 85 % av sin maksimale topphastighet. (Al Haddad et al., 2015). En annen interessant observasjon er at topphastigheten reduseres betraktelig i løpet av andre omgang ($2.78 \pm 6.91 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (Portilloa et al., 2020). Det vil si at vi derfor er avhengige av at spillerne tidlig i kampen utsettes for situasjoner der de må akselerer opp mot topphastighet, og samtidig ha lang nok sprintdistanse for å oppnå sin potensielle toppfart. Med nevnte betraktninger kan jeg dermed ikke utelukke muligheten for at jeg har mislykkes med å få målt alle spillerne sine maksimale sprintsprinthastigheter.

Resultatene viste at **antall høy-intensitetsløp** korrelerte med flere variabler i denne studien. Deriblant **høyde** ($r = -,481^*$), **vekt** ($r = -,562^*$), TFFM ($r = -,556^*$), FFMU ($r = -,580^*$) og den fettfri masse indeksen både for hel kropp og underekstremitet ($r = -,482^*$) og ($r = -,534^*$). På grunn av en rekke svakheter med denne metoden bør disse resultatene tolkes med forsiktighet. Dette argumentere jeg med at for det første, det å bruke en universell grense for høy-intensitetsløp ($>19,8 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$) og sprinter ($25,2 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$) kan være noe misledende. Dette på bakgrunn av ulike genetiske og fysiologiske forutsetninger hos spillerne. Dersom vi sammenligner to spillere der den ene har lav topphastighet, og den andre har høy topphastighet, vil vi se at spilleren med høy topphastighet vil bruke mindre krefter på å oppnå en sprint eller et høy-intensitetsløp enn spilleren med lav topphastighet. (S. A. Pettersen et al., 2018). Dette kan vi også se antydninger til i mine funn. Se **Figur 10 og 11** i resultatkapittel. Et alternativ til universelle grenser for høy-intensitetsløp og sprinter kan være å bruke individuelle grenser, eksempelvis 90 % av individets toppfart. For det andre har mine funn, og flere andre forskningsarbeid som har kvantifisert fysiske prestasjoner i kamp observert at posisjonene har ulike arbeidsvilkår og løpsfriheter. (Ivan Baptista et al., 2019; I. Baptista, Johansen, Seabra, & Pettersen, 2018; Barnes et al., 2014; Bradley et al., 2011; V. J. Di Salvo et al., 2007; Vigh-Larsen, Dalgas, & Andersen, 2018). Dermed kan det bli noe «urettferdig» å sammenligne en midtstoppers antall høy-intensitetsløp med for eksempel en sideback eller en kantspiller. Et godt alternativ kunne vært å sammenligne spillere i samme posisjon, men i denne studien var utvalget for lite til å kunne gjort dette. Fra et etisk ståsted ville det vært tvilsomt da spillere i ulike posisjoner potensielt kunne bli gjenkjent og fra et statistisk synspunkt ville en fått svært få spillere i hver kategori. Noen spillere har mange

observasjoner, mens andre har bare en eller to kamper. I dette studiet er har jeg valgt å bruke hver enkelt spillers gjennomsnittlige antall HIR og S i en kamp. Derfor kan dette være en potensiell feilkilde med tanke på at hver kamp lever sitt eget liv. Det vil derfor gi en høyere presisjon dersom spilleren har mange observasjoner, mens spillere med færre observasjoner er mer sårbar i forhold til at kvaliteten hos motstanderen varierer fra kamp til kamp, og kampens indre liv, som kan resultere i spilleren enten har flere eller færre høy-intensitetsløp og sprinter enn hva normalen hos individet er. Jo flere observasjoner per spiller, jo mer troverdighet til studiet.

5.4 Perspektiver/videre forskning

Hovedfokuset i denne oppgaven var å undersøke sammenhenger mellom FFM og- fettprosent og topphastighet i kamp. Dersom en slik undersøkelse skal gjøres i fremtiden bør det suppleres med felt-tester på grunn av kampens kompleksitet. Dette for å øke sjansen for at spillernes topphastighet er målt.

Jeg visste på forhånd at hurtighet er en komplisert egenskap, og at det er flere faktorer som har innvirkning på ett menneskes hurtighet. andel muskelfibrer type IIA og IIX vil alltid bli diskutert som en medvirkende faktor. Dette kan måles gjennom en muskelbiopsi, men det vil kreve en store ressurser og logistikk for at det skal være gjennomførbart.

Et større utvalg ville økt muligheten for å generalisere resultatene til studiet og også gitt muligheten ufor å kontrollere alder og spilleposisjon sin eventuelle innvirkning.

6 Avslutning/Konklusjon

Formålet med denne studien var å avdekke om det finnes en sammenheng mellom spillernes topphastighet og TFFM, FFMU og fettprosent. For å komme frem til en konklusjon har jeg derfor måtte satt meg inn i tidligere forskning om **kroppssammensetning i forhold til hurtighet**, hvilke målemetoder som finnes, og hvordan de måler i forhold til DEXA skann. I tillegg har jeg måtte satt meg inn i fotballspillers løpsmønster, oppnåelser av sprints hastigheter og hva som karakteriserer en typisk fotballspiller i de forskjellige posisjoner. Teoridelen i denne oppgaven har derfor gitt meg en nødvendig innsikt til å vurdere eget arbeid både med tanke på påliteligheten med oppgaven så vel som den kritiske siden av oppgaven. Jeg har derfor konkludert følgende; For liten populasjon gjør at funnene i denne

studien ikke kan generaliseres. Dermed kan ikke dette studiet verken bekrefte eller avkrefte om det er en sammenheng mellom TFFM /FFMU og toppfarten til profesjonelle fotballspillere. Dette er i kontrast til andre studier som antyder at redusert fettmasse og økning i FFM ofte har positiv innvirkning på maksimal hastighet. Hurtighet er ansett som en svært komplisert og sammensatt egenskap bestående av mange faktorer som alder, andel muskeltypesfibrer som IIA og IIX, fjærstivhet, fleksibilitet i leddene, teknikk, metabolisme, mentale ferdigheter og nevralt forhold. Funnene i denne studien tyder på at FFM og fettprosent ikke har en isolert større betydning for toppfarten til profesjonelle fotballspillere enn disse nevnte faktorene. Det tyder på at FFM og fettprosent er svake indikatorer for å predikere hvem som er hurtigst i ett fotballag

Måling av spillerens kroppssammensetning er blitt en normalitet i en profesjonell fotballspillers hverdag. Forholdet mellom en fotballspillers fysiske prestasjoner i kamp og kroppssammensetning er noe som bør forskes videre på. Er en måling av kroppssammensetning noe som kan brukes som et hjelpemiddel i målet om å prestere best mulig, eller er det kun unødvendig bruk av ressurser i kampen om å bli best? Dette studiet er først og fremst et metodisk bidrag til videre forskning på dette emnet

7 Litteraturliste

- Abe, T., Kawamoto, K., Dankel, S. J., Bell, Z. W., Spitz, R. W., Wong, V., . . . Abe, T. (2019). Longitudinal associations between changes in body composition and changes in sprint performance in elite female sprinters. *European journal of sport science*, 1-6. doi:10.1080/17461391.2019.1612950
- Abe, T., Kawamoto, K., Dankel, S. J., Bell, Z. W., Spitz, R. W., Wong, V., . . . Abe, T. (2020). Longitudinal associations between changes in body composition and changes in sprint performance in elite female sprinters. *European journal of sport science*, 20(1), 100-105. doi:10.1080/17461391.2019.1612950
- Al Haddad, H., Simpson, B. M., Buchheit, M., Di Salvo, V., Mendez-Villanueva, A., & Al Haddad, H. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 888-896. doi:10.1123/ijsp.2014-0539
- Alemdaroglu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *J. Hum. Kinet.*, 31, 149-158.
- Alencar, K. M., Sanchez, K. E., & Nguyen, K. L. (2015). Differences In Body Composition Analysis Between Underwater Weighing, Dual-energy X-ray Absorptiometry, And Two Bioelectrical Impedance Devices In Overweight Young Adults: 866 Board #262 May 27, 3: 30 PM - 5: 00 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(5S Suppl 1), 237-237. doi:10.1249/01.mss.0000477072.44857.6d
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Konarski, J. M. (2015). Sprinting Activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 39-50. doi:10.1260/1747-9541.10.1.39
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Strzelczyk, R., & Kasprzak, A. (2013). Analysis of Sprinting Activities of Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2134-2140. doi:10.1519/JSC.0b013e318279423e
- Anwar, S., Noohu, M. M., & Anwar, S. (2016). Correlation of Percentage Body Fat and Muscle Mass with Anaerobic an Aerobic Performance in Collegiate Soccer Players. *Indian journal of physiology and pharmacology*, 60(2), 137-144.
- Arden, N. K., Spector, T. D., & Arden, N. K. (1997). Genetic influences on muscle strength, lean body mass, and bone mineral density: a twin study. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 12(12), 2076-2081.
- Atakan, M. M., Unver, E., Demirci, N., Cinemre, A., Bulut, S., & Turnagol, H. H. (2017). Effect of body composition on fitness performance in young male football players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 19(1), 54-59.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer - With special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica, Supplement*, 151(619), 1-155.
- 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. doi:10.1080/02640410500482529
- Baptista, I. (2020). Football training specificity - Training individualization within the collective periodization. In: UiT The Arctic University of Norway.
- Baptista, I., Johansen, D., Figueiredo, P., Rebelo, A., & Pettersen, S. A. (2019). Positional Differences in Peak- and Accumulated- Training Load Relative to Match Load in Elite Football. *Sports (Basel, Switzerland)*, 8(1). doi:10.3390/sports8010001

- Baptista, I., Johansen, D., Seabra, A., & Pettersen, S. A. (2018). Position specific player load during matchplay in a professional football club. *PloS one*, *13*(5). doi:10.1371/journal.pone.0198115
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *35*(13), 1095-1100. doi:10.1055/s-0034-1375695
- Bilsborough, J. C., Greenway, K., Opar, D., Livingstone, S., Cordy, J., & Coutts, A. J. (2014). The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, *32*(19), 1821-1828. doi:10.1080/02640414.2014.926380
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer.(Research article)(Report). *Journal of Sports Science and Medicine*, *6*(1), 63.
- Boone, V. J., Vaeyens, V. R., Steyaert, V. A., Bossche, V. L., & Bourgois, V. J. (2012). Physical Fitness of Elite Belgian Soccer Players by Player Position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(8), 2051-2057. doi:10.1519/JSC.0b013e318239f84f
- Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., . . . Krustup, P. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *29*(8), 821-830. doi:10.1080/02640414.2011.561868
- Bradley, P. S., Carling, C., Gomez Diaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., . . . Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, *32*(4), 808-821. doi:10.1016/j.humov.2013.06.002
- Bradley, P. S., Lago-Peñas, C., Rey, E., & Gomez Diaz, A. (2013). The effect of high and low percentage ball possession on physical and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *31*(12), 1261-1270. doi:10.1080/02640414.2013.786185
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *27*(2), 159-168. doi:10.1080/02640410802512775
- Brechue, W., & Abe, T. (2002). The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. *European Journal of Applied Physiology*, *86*(4), 327-336. doi:10.1007/s00421-001-0543-7
- Brody, T. (1998). *Nutritional Biochemistry*. San Diego: San Diego: Elsevier Science & Technology.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010a). Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. *International Journal Of Sports Medicine*, *31*(11), 818-825. doi:10.1055/s-0030-1262838
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-Sprint Sequences During Youth Soccer Matches. *International Journal Of Sports Medicine*, *31*(10), 709-716. doi:10.1055/s-0030-1261897
- Buchheit, M., Simpson, B. M., Peltola, E., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Assessing Maximal Sprinting Speed in Highly Trained Young Soccer Players. *Int. J. Sport Physiol. Perform.*, *7*(1), 76-78.
- Buehring, B., Krueger, D., Libber, J., Heiderscheit, B., Sanfilippo, J., Johnson, B., . . . Binkley, N. (2014). Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Measured Regional Body

- Composition Least Significant Change: Effect of Region of Interest and Gender in Athletes. *Journal of Clinical Densitometry*, 17(1), 121-128.
doi:10.1016/j.jocd.2013.02.012
- Calbet, A. L. J., Dorado, P. C., Díaz-Herrera, P. P., & Rodríguez-Rodríguez, P. L. (2001). High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(10), 1682-1687. doi:10.1097/00005768-200110000-00011
- Carling, C. (2013). Interpreting Physical Performance in Professional Soccer Match-Play: Should We be More Pragmatic in Our Approach? *Sports Medicine*, 43(8), 655-663. doi:10.1007/s40279-013-0055-8
- Carling, C., Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences: Science and Medicine in Football*, 34(24), 2215-2223. doi:10.1080/02640414.2016.1176228
- Chelly, M. S., & Denis, M. C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(2), 326-333.
- Chelly, S. M., Fathloun, B. M., Cherif, B. N., Amar, B. M., Tabka, B. Z., & Van Praagh, B. E. (2009). Effects of a Back Squat Training Program on Leg Power, Jump, and Sprint Performances in Junior Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2241-2249. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b86c40
- Chen, W., Wilson, J. L., Khaksari, M., Cowley, M. A., Enriori, P. J., & Chen, W. (2012). Abdominal fat analyzed by DEXA scan reflects visceral body fat and improves the phenotype description and the assessment of metabolic risk in mice. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 303(5), E635-E643. doi:10.1152/ajpendo.00078.2012
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173-177. doi:10.1519/JSC.0b013e318291b8c7
- Conde, J., Alves, D. L., Novack, L. F., Carneiro, C. F., Cruz, R., & Osiecki, R. (2018). Comparisons of recovery, external and internal load by playing position and match outcome in professional soccer. doi:10.1590/s1980-6574201800010003
- Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Geir Havard, H., & Ulrik, W. (2016). Player Load, Acceleration, and Deceleration During Forty-Five Competitive Matches of Elite Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 351-359. doi:10.1519/JSC.0000000000001063
- De Lorenzo, A., Bertini, I., Iacopino, L., Pagliato, E., Testolin, C., & Testolin, G. (2000). Body composition measurement in highly trained male athletes. A comparison of three methods. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 178.
- Delextrat, A., Grosgeorge, B., & Bieuzen, F. (2015). Determinants of Performance in a New Test of Planned Agility for Young Elite Basketball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 160-165. doi:10.1123/ijsp.2014-0097
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., . . . Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European journal of sport science*, 11(1), 51-59. doi:10.1080/17461391.2010.481334

- Deprez, D., Valente-Dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M., Lenoir, M., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2015). Longitudinal Development of Explosive Leg Power from Childhood to Adulthood in Soccer Players. *36*(08), 672-679. doi:10.1055/s-0034-1398577
- 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. doi:10.1080/02640414.2010.521166
- Di Salvo, V., Pigozzi, F., González-Haro, C., Laughlin, M. S., De Witt, J. K., & Di Salvo, V. (2013). Match performance comparison in top English soccer leagues. *International Journal Of Sports Medicine*, *34*(6), 526-532. doi:10.1055/s-0032-1327660
- Di Salvo, V. J., Baron, R. J., Tschan, H. J., Calderon Montero, F. J., Bachl, N. J., & Pigozzi, F. J. (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal Of Sports Medicine*, *28*(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Djaoui, L. L., Chamari, L. K., Owen, L. A., & Dellal, L. A. (2017). Maximal Sprinting Speed of Elite Soccer Players During Training and Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *31*(6), 1509-1517. doi:10.1519/JSC.0000000000001642
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2020). Reactive and eccentric strength contribute to stiffness regulation during maximum velocity sprinting in team sport athletes and highly trained sprinters. *Journal of Sports Sciences*, *38*(1), 29-37. doi:10.1080/02640414.2019.1678363
- Economos, C. D., Nelson, M. E., Fiatarone Singh, M. A., Kehayias, J. J., Dallal, G. E., Heymsfield, S. B., . . . Pierson Jr, R. N. (1999). Bone Mineral Measurements: A Comparison of Delayed Gamma Neutron Activation, Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Direct Chemical Analysis. *With other Metabolic Bone Diseases*, *10*(3), 200-206. doi:10.1007/s001980050216
- Falces Prieto, M., González Fernández, F. T., Morales, B., Benítez Jiménez, A., Barrero, M., Conde Fernández, . . . Sáez de Villarreal, E. (2020). EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON AUTOCARGAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN JUGADORES DE FÚTBOL JÓVENES. *Journal of Sport and Health Research*, 112-125.
- Ferro, A., Villaceros, J., Floría, P., Graupera, J. L., & Ferro, A. (2014). Analysis of speed performance in soccer by a playing position and a sports level using a laser system. *Journal of human kinetics*, *44*(1), 143-153. doi:10.2478/hukin-2014-0120
- Ford, L., Dettlerline, A., Ho, K., & Cao, W. (2000). Gender- and height-related limits of muscle strength in world weightlifting champions. *Journal of Applied Physiology*, *89*(3), 1061-1064. doi:10.1152/jappl.2000.89.3.1061
- Fornetti, W. C., Pivarnik, J. M., Foley, J. M., Fiechtner, J. J., & Fornetti, W. C. (1999). Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *87*(3), 1114-1122. doi:10.1152/jappl.1999.87.3.1114
- Fransson, D., Olsson, K., Christensson, T., Bradley, P., Fatouros, I., Krstrup, P., & Mohr, M. (2018). Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training. *European Journal of Applied Physiology*, *118*(1), 111-121. doi:10.1007/s00421-017-3751-5

- Gerbaix, M., Metz, L., Ringot, E., & Courteix, D. (2010). Visceral fat mass determination in rodent: validation of dual-energy x-ray absorptiometry and anthropometric techniques in fat and lean rats. *Lipids in Health and Disease*, 9, 140-140. doi:10.1186/1476-511X-9-140
- Gil, M. S., Gil, M. J., Ruiz, M. F., Irazusta, M. A., & Irazusta, M. J. (2007). PHYSIOLOGICAL AND ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF YOUNG SOCCER PLAYERS ACCORDING TO THEIR PLAYING POSITION: RELEVANCE FOR THE SELECTION PROCESS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 438-445. doi:10.1519/00124278-200705000-00026
- Gjerset, A., Haugen, K., Holmstad, P., Raastad, T., & Giske, R. (2012). *Treningslære (4 utg.)*. Gjerset, A., Nilsson, J., Helge, J. W., Enoksen, E., Raastad, T., Meen, H. D., . . . Beyer, N. (2015). *Idrettens treningslære (2. utg. ed.)*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Gorostiaga, E., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., . . . Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-491. doi:10.1007/s00421-009-1040-7
- Gratton, C., Gratton, & Jones, I. (2009). *Research Methods for Sports Studies*: Taylor & Francis Group.
- Hall, C. J., & Lane, A. M. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. In (pp. 390): BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine.
- Haugen, A. T., Tønnessen, K. E., & Seiler, K. S. (2012). The Difference Is in the Start: Impact of Timing and Start Procedure on Sprint Running Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 473-479. doi:10.1519/JSC.0b013e318226030b
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995-2010. *Int. J. Sport Physiol. Perform.*, 8(2), 148-156.
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. 9(3). doi:10.1123/IJSPP.2013-0121
- Heymsfield, S. B., Wang, Z., Visser, M., Gallagher, D., & Pierson, R. N., Jr. (1996). Techniques used in the measurement of body composition: an overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis.(Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement: Proceedings of a National Institutes of Health Technology Assessment Conference held in Bethesda, MD, December 12-14, 1994). *American Journal of Clinical Nutrition*, 64(3), 478S. doi:10.1093/ajcn/64.3.478S
- Holtberget, K. (2010). Validering av måleinstrumenter for kroppssammensetning : validitet og reliabilitet for bioelektrisk impedans analyse og hudfoldsmål for måling av kroppssammensetning hos militært personell. In.
- Hull, H., He, Q., Thornton, J., Javed, F., Allen, L., Wang, J., . . . Gallagher, D. (2009). iDXA, Prodigy, and DPXL Dual-Energy X-ray Absorptiometry Whole-Body Scans: A Cross-Calibration Study. *Journal of Clinical Densitometry*, 12(1), 95-102. doi:10.1016/j.jocd.2008.09.004
- Ian, F., & Mike, H. (2004). *Notational Analysis of Sport: Systems for Better Coaching and Performance in Sport*: Taylor and Francis.
- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., & Wisløff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European journal of sport science*, 28(4), 101-110. doi:10.1080/17461391.2014.933879

- Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H., Drust, B., Wisløff, U., & Ingebrigtsen, J. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. In (pp. 101-110).
- Jones, M. T., Jagim, A. R., Haff, G. G., Carr, P. J., Martin, J., Oliver, J. M., & Jones, M. T. (2016). Greater Strength Drives Difference in Power between Sexes in the Conventional Deadlift Exercise. *Sports (Basel, Switzerland)*, 4(3). doi:10.3390/sports4030043
- Karlsson, K. M., Karlsson, C., Ahlborg, H. G., Valdimarsson, O., Ljunghall, S., & Obrant, K. J. (2003). Bone Turnover Responses to Changed Physical Activity. *Calcified Tissue International*, 72(6), 675-680. doi:10.1007/s00223-002-2052-z
- Korhonen, M., Cristea, A., Alen, M., Hakkinen, K., Sipila, S., Mero, A., . . . Suominen, H. (2006). Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. *J. Appl. Physiol.*, 101(3), 906-917. doi:10.1152/jappphysiol.00299.2006
- Kukulj, M., Ropret, R., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (1999). Anthropometric, strength, and power predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(2), 120-122.
- Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W., & Ryushi, T. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 811-816. doi:10.1152/jappl.2000.88.3.811
- Lago-Peñas, C., Rey, E., Casáis, L., Gómez-López, M., & Lago-Peñas, C. (2014). Relationship between performance characteristics and the selection process in youth soccer players. *Journal of human kinetics*, 40(1), 189-199. doi:10.2478/hukin-2014-0021
- Lambert, B. S., Oliver, J., Katts, G., Green, J., Martin, S., & Crouse, S. (2012). DEXA or BMI: Clinical Considerations for Evaluating Obesity in Collegiate Division I-A American Football Athletes. *Clin. J. Sport Med.*, 22(5), 436-438. doi:10.1097/JSM.0b013e31825d5d65
- Lee, S. S. M., & Piazza, S. J. (2009). Built for speed: musculoskeletal structure and sprinting ability.(Author abstract). *Journal of Experimental Biology*, 212(22), 3700. doi:10.1242/jeb.031096
- Little, G. T., & Williams, G. A. (2005). SPECIFICITY OF ACCELERATION, MAXIMUM SPEED, AND AGILITY IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78. doi:10.1519/14253.1
- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Wray, M. E., Barnes, J. T., Kearney, M. L., & Pujol, T. J. (2012). The estimation of the fat free mass index in athletes.(SHORT COMMUNICATION). *Asian Journal of Sports Medicine (AsJSM)*, 3(3), 200. doi:10.5812/asjasm.34691
- Madsen, O. R., Lauridsen, U. B., Hartkopp, A., & Sørensen, O. H. (1997). Muscle strength and soft tissue composition as measured by dual energy x-ray absorptiometry in women aged 18–87 years. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(3), 239-245. doi:10.1007/s004210050154
- Malina, R. M. (2007). Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clinics in Sports Medicine*, 26(1), 37-68. doi:10.1016/j.csm.2006.11.004
- Mallo, J., Mena, E., Nevado, F., & Paredes, V. (2015). Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *J. Hum. Kinet.*, 47(1), 179-188. doi:10.1515/hukin-2015-0073
- Mattila, M. V., Tallroth, M. K., Martinen, M. M., & Pihlajamäki, M. H. (2007). Body Composition by DEXA and Its Association With Physical Fitness in 140 Conscripts.

- Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(12), 2242-2247.
doi:10.1249/mss.0b013e318155a813
- McArdle, W. D., Katch, V. L., & Katch, F. I. (2015). *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance* (8th intl. ed. ed.). Philadelphia,Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins Wolters Kluwer Health.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Douglas, A., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 477-484. doi:10.1080/02640414.2010.536248
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Does On-Field Sprinting Performance in Young Soccer Players Depend on How Fast They Can Run or How Fast They Do Run? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2634-2638. doi:10.1519/JSC.0b013e318201c281
- Metaxas, T., Mandroukas, A., Michailidis, Y., Koutlianos, N., Christoulas, K., & Ekblom, B. (2019). Correlation of Fiber-Type Composition and Sprint Performance in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(10), 2629-2634. doi:10.1519/JSC.0000000000003320
- Michalsen, V. L., Kvaløy, K., Svartberg, J., Siri, S. R. A., Melhus, M., & Broderstad, A. R. (2019). Change in prevalence and severity of metabolic syndrome in the Sami and non-Sami population in rural Northern Norway using a repeated cross-sectional population-based study design: the SAMINOR Study. *BMJ Open*, 9(6). doi:10.1136/bmjopen-2018-027791
- Milanese, C., Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1219-1228. doi:10.1080/02640414.2015.1022573
- Miller, K. D., Kieffer, S. H., Kemp, E. H., & Torres, E. S. (2011). Off-Season Physiological Profiles of Elite National Collegiate Athletic Association Division III Male Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1508-1513. doi:10.1519/JSC.0b013e3181dba3df
- Milsom, J., Naughton, R., O'Boyle, A., Iqbal, Z., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2015). Body composition assessment of English Premier League soccer players: a comparative DXA analysis of first team, U21 and U18 squads. *Journal of Sports Sciences*, 33(17), 1799-1806. doi:10.1080/02640414.2015.1012101
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528. doi:10.1080/0264041031000071182
- Nevill, A., Holder, R., & Watts, A. (2009). The changing shape of "successful" professional footballers. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 419-426. doi:10.1080/02640410802668676
- Nikolaidis, P. T., Ruano, M. A. G., de Oliveira, N. C., Portes, L. A., Freiwald, J., Leprêtre, P. M., & Knechtle, B. (2016). Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. *Research in sports medicine (Print)*, 24(4), 341-351.
- Opheim, O. (2020, 19.04.2020). Dette er verdens raskeste spillere. tv2. Retrieved from <https://www.tv2.no/sport/11385801?ref=strossle&ref2=widget>
- Ostojic, S. M. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elitesoccer players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 6(3), 24-27.

- Péronnet, F., Thibault, G., & Péronnet, F. (1989). Mathematical analysis of running performance and world running records. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 67(1), 453-465. doi:10.1152/jap.1989.67.1.453
- Pettersen, S., & Brenn, T. (2019). Activity Profiles by Position in Youth Elite Soccer Players in Official Matches. 3(1), E19-E24. doi:10.1055/a-0883-5540
- Pettersen, S., Johansen, D., Johansen, H., Berg-Johansen, V., Gaddam, V., Mortensen, A., . . . Halvorsen, P. (2014). Soccer video and player position dataset. In (pp. 18-23).
- Pettersen, S. A., Johansen, H. D., Baptista, I. A. M., Halvorsen, P., & Johansen, D. (2018). Quantified Soccer Using Positional Data: A Case Study. 9. doi:10.3389/fphys.2018.00866
- Pietrobelli, A., Formica, C., Wang, Z., & Heymsfield, S. B. (1996). Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: Review of physical concepts. *Am. J. Physiol.-Endocrinol. Metab.*, 271(6), E941-E951. doi:10.1152/ajpendo.1996.271.6.E941
- Pintauro, S. J., Nagy, T. R., Duthie, C. M., Goran, M. I., & Pintauro, S. J. (1996). Cross-calibration of fat and lean measurements by dual-energy X-ray absorptiometry to pig carcass analysis in the pediatric body weight range. *The American journal of clinical nutrition*, 63(3), 293-298. doi:10.1093/ajcn/63.3.293
- Portilloa, J., , A., b Pablo, Calvoa, B., Paredesc, V., & Abián-Vicén, J. (2020). Effects of muscular injuries on the technical and physical performance of professional soccer players. doi:<https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1744485>
- Radzimiński, Ł., Szwarc, A., Padrón-Cabo, A., Jastrzębski, Z., & Radzimiński, Ł. (2020). Correlations between body composition, aerobic capacity, speed and distance covered among professional soccer players during official matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 60(2), 257-262. doi:10.23736/S0022-4707.19.09979-1
- Rampinini, E. J., Coutts, A. M., Castagna, C. M., Sassi, R. M., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal Of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024. doi:10.1055/s-2007-965158
- Ribeiro, J., Romano, N., Moreira, V., Miranda, F., & Amorim, S. (2017). Contributing factors to preseason repeated sprint ability in soccer players from first and second division. *Motricidade*, 13(1), 210. doi:10.6063/motricidade.12079
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(2), 162.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (3. utg. ed.). Bergen: Fagbokforl.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural Influences on Sprint Running. *Sports Medicine*, 31(6), 409-425. doi:10.2165/00007256-200131060-00002
- Ross, A., Leveritt, M., & Ross, A. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. In (pp. 1063-1082).
- Ryslett, S. (2019). *Isolerte hurtighetstester som indikator på sprintprestasjoner i offisielle kamper. En kvalitativ studie som omhandler sammenhengen mellom sprint i felttest og sprint i kamp*. UiT The Arctic University of Norway,
- Ryslett, S., & Pettersen, S. A. (2019). Isolerte hurtighetstester som indikator på sprintprestasjoner i offisielle kamper. En kvalitativ studie som omhandler

- sammenhengen mellom sprint i felttest og sprint i kamp. In: UiT The Arctic University of Norway.
- Sattler, T., Sekulić, D., Spasić, M., Perić, M., Krolo, A., Uljević, O., . . . Sattler, T. (2015). Analysis of the Association Between Motor and Anthropometric Variables with Change of Direction Speed and Reactive Agility Performance. *Journal of human kinetics*, 47(1), 137-145. doi:10.1515/hukin-2015-0069
- Schimpchen, J., Skorski, S., Nopp, S., & Meyer, T. (2016). Are "classical" tests of repeated-sprint ability in football externally valid? A new approach to determine in-game sprinting behaviour in elite football players. *Journal of Sports Sciences: Science and Medicine in Football*, 34(6), 519-526. doi:10.1080/02640414.2015.1112023
- Shalfawi, S. A. I., & Norges, i. (2015). *Anaerobic conditioning of soccer players : the evaluation of different anaerobic training methods on soccer player's physical performance*. Norwegian School of Sport Sciences, Oslo.
- Siegle, M., & Lames, M. (2012). Game interruptions in elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 619-624. doi:10.1080/02640414.2012.667877
- Silva, A., Fields, D., Quiterio, A. L., & Sardinha, L. (2009). ARE SKINFOLD-BASED MODELS ACCURATE AND SUITABLE FOR ASSESSING CHANGES IN BODY COMPOSITION IN HIGHLY TRAINED ATHLETES? *J. Strength Cond. Res.*, 23(6), 1688-1696. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3f0e4
- Silvestre, M. R., West, J. C., Maresh, J. C., & Kraemer, J. W. (2006). BODY COMPOSITION AND PHYSICAL PERFORMANCE IN MEN'S SOCCER: A STUDY OF A NATIONAL COLLEGIATE ATHLETIC ASSOCIATION DIVISION I TEAM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 177-183. doi:10.1519/R-17715.1
- Slimani, M., Znazen, H., Hammami, A., & Bragazzi, N. L. (2018). Comparison of body fat percentage of male soccer players of different competitive levels, playing positions and age groups: a meta-analysis. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(6), 857. doi:10.23736/S0022-4707.17.07941-5
- Sporis, M. G., Jukic, M. I., Ostojic, M. S., & Milanovic, M. D. (2009). Fitness Profiling in Soccer: Physical and Physiologic Characteristics of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1947-1953. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3e141
- Stevens, T. G. A., de Ruiter, C. J., van Niel, C., van de Rhee, R., Beek, P. J., Savelsbergh, G. J. P., . . . Research Institute, M. (2014). Measuring acceleration and deceleration in soccer-specific movements using a Local Position Measurement (LPM) system. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 446-456. doi:10.1123/ijsp.2013-0340
- Styles, J. W., Matthews, J. M., & Comfort, J. P. (2016). Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539. doi:10.1519/JSC.0000000000001243
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Suarez-Arrones, L., Saez de Villarreal, E., Núñez, F. J., Di Salvo, V., Petri, C., Buccolini, A., . . . Mendez-Villanueva, A. (2018). In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PloS one*, 13(10), e0205332. doi:10.1371/journal.pone.0205332
- Sundgot-Borgen, J., Koivisto, A., Refsnes, P. E., Raastad, T., & Garthe, I. (2011). Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related

- performance in elite athletes.(Report). *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(2), 97-104. doi:10.1123/ijsnem.21.2.97
- Suster, D., Leury, B., Ostrowska, E., Butler, K., Kerton, D., Wark, J. D., & Dunshea, F. (2003). Accuracy of dual energy X-ray absorptiometry (DXA), weight and P2 back fat to predict whole body and carcass composition in pigs within and across experiments. *Livest. Prod. Sci.*, 84(3), 231-242. doi:10.1016/S0301-6226(03)00077-0
- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1019-1026. doi:10.1080/02640410903030305
- Sæterbakken, A., Haug, V., Fransson, D., Grendstad, H., Gundersen, H., Moe, V., . . . Andersen, V. (2019). Match Running Performance on Three Different Competitive Standards in Norwegian Soccer. 3(3), E82-E88. doi:10.1055/a-0943-3682
- Tangalos, C., Robertson, S. J., Spittle, M., Gatin, P. B., & Tangalos, C. (2015). Predictors of individual player match performance in junior Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 853-859. doi:10.1123/ijsp.2014-0428
- Vácz, M., Tollár, J., Meszler, B., Juhász, I., Karsai, I., & Vácz, M. (2013). Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *Journal of human kinetics*, 36(1), 17-26. doi:10.2478/hukin-2013-0002
- van Langendonck, L., Claessens, A. L., Lysens, R., Koninckx, P. R., & Beunen, G. (2004). Association between bone, body composition and strength in premenarcheal girls and postmenopausal women. *Annals of Human Biology*, 31(2), 228-244. doi:10.1080/03014460310001638929
- Varley, M. C., Aughey, R. J., & Varley, M. C. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal Of Sports Medicine*, 34(1), 34-39. doi:10.1055/s-0032-1316315
- Vigh-Larsen, F. J., Dalgas, B. U., & Andersen, B. T. (2018). Position-Specific Acceleration and Deceleration Profiles in Elite Youth and Senior Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 1114-1122. doi:10.1519/JSC.0000000000001918
- Wallace, J. L., & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966–2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 223-228. doi:10.1016/j.jsams.2013.03.016
- Wang, Z., Heymsfield, S. B., Chen, Z., Zhu, S., & Pierson, R. N. (2010). Estimation of percentage body fat by dual-energy x-ray absorptiometry: evaluation by in vivo human elemental composition. *Physics in Medicine and Biology*, 55(9), 2619-2635. doi:10.1088/0031-9155/55/9/013
- Weeks, K. B., Gerrits, A. J. T., Horan, A. S., & Beck, R. B. (2016). Muscle Size Not Density Predicts Variance in Muscle Strength and Neuromuscular Performance in Healthy Adult Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1577-1584. doi:10.1519/JSC.0000000000001241
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. In (pp. 612): BMJ Publishing Group Ltd and Royal College of Paediatrics and Child Health.
- Will, A., Gary, B., & Nicholas, J. S. (2018). Physical demands of playing position within English Premier League academy soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2), 285-295. doi:10.14198/jhse.2018.132.04

- Williams, M. (2013). *Science and soccer : developing elite performers* (3.ed. ed.). London: Routledge.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. 285. doi:10.1136/bjism.2002.002071
- Wisnes, A. R., Rønnestad, B. R., Refsnes, P. E., Paulsen, G., & Raastad, T. (2010). *Styrketrening : i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Zaccagni, L. (2017). Body composition and size in sprint athletes. In. Washington, D.C.
- Zagatto, A., Miyagi, W., Brisola, G., Milioni, F., Silva, A., Santiago, P., & Papoti, M. (2015). Correlation between Hoff test performance, body composition and aerobic and anaerobic fitness in professional soccer players. *Founded by the Faculty of Exercise Science - University of Milan, official journal of the Italian Society of Exercise and Sport Sciences*, 11(1), 73-79. doi:10.1007/s11332-014-0210-0

Vedlegg 1

Vil du delta i forskningsprosjektet

Forholdet mellom kroppssammensetning og topphastighet i kamp blant eliteseriespillere.

Formålet med studien er å undersøke sammenhengen mellom muskelmasse, fettprosent og topphastighet i kamp. Utvalget er 20-24 deltakere som spiller profesjonell fotball på øverste nivå i Norge. Problemstillingen for denne avhandlingen er «Hvordan er sammenhengen mellom en eliteseriespillers kroppssammensetning og topphastighet i kamp?»

Resultatene vil bli brukt til min masteroppgave, og resultatene vil også bli delt med min veileder Odd-Egil Olsen og din klubb Dette gjelder kun lagets medisinske støtteapparat og A-lagets trenerteam. Årsaken til at din klubb skal få tilgang til dine resultater er for å kunne se hvordan din kropp responderer på treningen som dine trenere har satt opp for deg.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

UIT Norges arktiske universitet er hovedansvarlig for prosjektet, og samarbeider med Tromsø Idrettslag.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du spiller på øverste nivå i Norge, og har fått denne forespørselen sammen med 23 andre deltakere. Kriteriene for å være med i dette studiet er at du må ha spilt minst en eliteseriekamp i løpet av sesongen 2019.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer dette at du bruker ZXY-belter gjennom en hel sesong både under kamp og trening og at du foretar en DXA-skann som vil ta deg cirka 6-8 minutter.

Gjennom ZXY-målinger vil vi kunne se alle dine bevegelser på banen. Den vil også vise hvor langt du løper, antall retningsforandringer, antall høyhastighetsløp og vil vise din topphastighet i løpet av treningsøkta/eventuell kamp. ZXY-Sensorene er også koblet til kameraene som er plassert rundt omkring på banen så det er mulig å se opptak fra dine tidligere situasjoner i kamp. Målingene blir lastet opp til en nettside som krever passord og brukernavn for å kunne se. Det er kun personell fra Tromsø Idrettslag og idrettsforskere fra UIT som har tilgang til denne nettsiden.

Ved å ta en DXA-skann innebærer dette en bentetthetsmåling, eller beinmassemåling, det er en røntgenundersøkelse som fastslår om du er i risikogruppen for beinskjørhet, eller om du har et tynt skjelett og er spesielt sårbar for benbrudd.

Bentetthetsmåling utføres med et moderne røntgenapparat (DXA-apparat). Målingen avslører hvor sterkt beinvevet og knoklene dine er og kan dermed si noe om hvor stor risiko du har for fremtidige benbrudd.

En bentetthetsmåling medfører minimal stråledose-risiko, og er en smertefri undersøkelse.

Målingen er spesiell effektiv for å måle beininnholdet i rygg- og lårknokler. Den måler også magert bløtvevsmasse og din fettprosent.

Vi måler også høyde og vekt, 2 minutter før skann. I tillegg må vi registrere din fødselsdato, men det eneste vi vil bruke av denne opplysningen er din alder.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert.

Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Behandlingsansvarlig institusjon er UIT Norges arktiske universitet, der masterstudent Kevin Wilsgård og veileder Odd-Egil Olsen vil ha tilgang til dine opplysninger.

Disse personene vil ha tilgang til dine forskningsresultater:

- Simo Valakari (Hovedtrener for Tromsø IL)
- Lars Petter Andressen (assistenttrener for Tromsø IL)
- Juha-Jaakko Ulvila (Fysisk trener for Tromsø IL)
- Ivan Baptista (Spilleutvikler for Tromsø IL)
- Einar Haugli (Manuelterapeut for Tromsø IL)
- Jorid Degerstrøm (Medisinsk ansvarlig, lege for Tromsø IL)
- Andras Gango (Keepertrener for Tromsø IL)
- Sigurd Pedersen (Stipendiat for Idrettshøgskolen, Campus Tromsø)
- Svein-Arne Pettersen (Førsteamanuensis idrett, Idrettshøgskolen, Campus Tromsø)

Resultatene dine blir lagret på en bærbar PC, som krever innlogging for komme inn på dataen.

Kun personell fra UIT idrettshøgskolen/og Støtteapparat i Tromsø idrettslag har tilgang til denne PCen. I tillegg har spillerne fått anonymisert sine navn, der jeg har erstattet navnene deres med tallkoder. Papiret med navnet ditt, og din tallkode oppbevarer jeg innelåst i et skap i en annen bygning. Opplysninger som vil komme frem i masteren er beskrivende data om kroppssammensetning som gruppe, og en korrelasjonsanalyse mellom topphastigheten, opp mot beintetthet, fettprosent, muskelmasse for å prøve å finne sammenhenger.

Navn og fullstendig fødselsdato vil bli anonymisert, og resultatene vil bli presentert som en samlet gruppe. Deltakere vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 20.07.2020. All data som er samlet inn i sammenheng med dette studiet vil derfor bli slettet 20.07.2020.

Dine rettigheter

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra UIT Norges Arktiske Universitet - har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

- UIT Norges arktiske universitet, prosjektansvarlig: Kevin Wilsgård, tlf:481733557, Epost:kwi033@uit.no.
- Prosjektmedansvarlig; Odd-Egil Olsen(førsteamanuensis, Idrettshøgskolen) tlf:78450173, epost: odd-egil.olsen@uit.no
- Vårt personvernombud: Personvernombud ved UiT Norges arktiske universitet
- Personvernombud ved UiT er Joakim Bakkevold, epost: personvernombud@uit.no, tlf: 776 46 322
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig
Odd-Egil Olsen

Kevin Wilsgård

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet ***Forholdet mellom kroppssammensetning og topphastighet i kamp blant eliteseriespillere***, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i *ZXY-målinger under kamp og trening sesongen 2019.*
- å delta på *DXA-skann*
- tilatelse til å bruke video fra kamp og trening som er knyttet til ZXY-beltene for å gi deskriptiv data.*

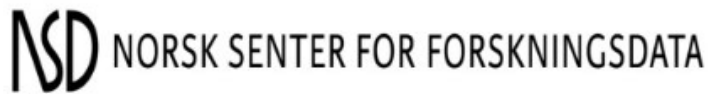
Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 20.07.2019.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2

14.5.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Forholdet mellom muskelmasse, beintetthet, fettprosent og toppfart oppnådd i kamp blant eliteseriespillere

Referansenummer

767799

Registrert

02.10.2019 av Kevin Wilsgård - kwi033@post.uit.no

Behandlingsansvarlig institusjon

UIT – Norges Arktiske Universitet / Det helsevitenskapelige fakultet / Idrettshøgskolen

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Odd-Egil Olsen, odd-egil.olsen@uit.no, tlf: 78450173

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Kevin Wilsgård, kwi033@uit.no, tlf: 48173557

Prosjektperiode

01.10.2019 - 20.07.2020

Status

13.11.2019 - Vurdert

Vurdering (1)

13.11.2019 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 13.11.2019 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

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

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle særlige kategorier av personopplysninger om helseforhold og alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 20.07.2020.

LOVLIG GRUNNLAG

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

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes uttrykkelige samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a, jf. art. 9 nr. 2 bokstav a, jf. personopplysningsloven § 10, jf. § 9 (2).

PERSONVERNPRINSIPPER

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

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

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

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

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

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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

Prosjektet gjennomføres i samarbeid med fotballklubben. NSD forutsetter at Uit og Fotballklubbene har inngått nødvendige avtaler og avklart behandling.

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

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

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

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Kajsa Amundsen
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

14.5.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

G

