

Muskelfunksjon blant unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge

Finnes det en sammenheng mellom utvalgte fysiologiske faktorer og muskelstyrke, power og helningsgraden i en kraft-hastighetsprofil?

MAGNUS ROGNLIEN

VEILEDER

Monica Klungland Torstveit
Thomas Birkedal Stenqvist

Universitetet i Agder, 2019

Fakultet for Helse- og Idrettsvitenskap
Institutt for Folkehelse, Idrett og Ernæring

Forord

To spennende og læringsrike år som masterstudent ved Universitetet i Agder er kommet til en ende. Takk til alle forelesere for god og inspirerende undervisning i mange forskjellige temaer som har vært meget lærerikt, og som definitivt vil komme til nytte senere i livet.

Arbeidet med denne masteroppgaven har utvilsomt vært en krevende prosess med mange lange dager, skrivesperrer og noe frustrasjon, men også fine stunder med mye læring og hvor lyset i enden av tunnelen har kommet til syne. Det siste året med masteroppgaven har vært et år hvor jeg har blitt faglig sterkere og fått en større interesse for muskelfunksjon, og dens bidrag til prestasjon for unge idrettsutøvere. Dette er det flere personer jeg ønsker å takke for.

Først vil jeg rette en stor takk til mine flotte og kunnskapsrike veiledere Monica Klungland Torstveit og Thomas Birkedal Stenqvist. Monica; gjennom ditt smittende humør og sterke engasjement har du gjort tunge stunder litt lettere. Erfaringen og kunnskapen din har i tillegg kommet godt med når gode råd og veiledning har blitt gitt gjennom hele prosessen. Thomas; Takk for at jeg har fått lov å ta del i ditt forskningsprosjekt i tillegg til alle gode tilbakemeldinger på oppgaven. Datainnsamlingen har vært utrolig lærerik og den opplæringen og erfaringen jeg har fått av deg har vært kjempe bra. Det har vært mange hyggelige stunder i labben.

I tillegg vil jeg takke min samboer Marikken Auensen for at du har holdt ut med meg dette året, med diskusjon av oppgaven, språkvask og vært det trygge ankeret hjemme underveis i prosessen. Videre vil jeg takke mine medstudenter Fredrik Karlsen, Stian Lund Fredriksen og Benedikte Western som har vært med under mange fine stunder i datainnsamlingen og i skriveprosessen gjennom hele året.

Magnus Rognlien

Kristiansand, Mai 2019

Sammendrag

Bakgrunn: Muskelstyrke og maksimal power er avgjørende egenskaper for prestasjon i mange ulike idretter, og det er mange fysiologiske faktorer som kan påvirke muskelstyrke og power. Til nå har studier på området stort sett omhandlet voksne idrettsutøvere, mens studier som omhandler unge toppidrettsutøvere er mye sjeldnere.

Hensikt: Hensikten med denne studien er å undersøke om det finnes en sammenheng mellom fysiologiske faktorer som hvilemetabolisme, proteininntak, fettfri masse og muskelfunksjon blant unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge, samt om det finnes forskjeller mellom idrettsgrupper.

Metode: Totalt 36 unge toppidrettsutøvere (24 utholdenhetsutøvere og 12 ballspillutøvere) deltok i studien. Kroppssammensetning ble målt med dobbel røntgen absorpsjonsmetri, hvilemetabolisme med indirekte kalorimetri, proteininntak ble samlet inn med et semi-strukturert recall-intervju og muskelfunksjon ble målt med et pneumatisk beinpressapparat.

Resultater: Hvilemetabolismen korrelerte signifikant positivt med flere styrkevariabler, mens relativ hvilemetabolisme korrelerte signifikant negativt. Både fettfri masse og proteininntaket korrelerte også signifikant med flere styrkevariabler. Helningsgraden korrelerte ikke signifikant med noen variabler, og det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene blant noen av variablene.

Konklusjon: Resultatene indikerer en sammenheng mellom hvilemetabolisme, proteininntak, fettfri masse og muskelfunksjon hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge, dog ikke mellom helningsgrad og hvilemetabolisme, proteininntak eller fettfri masse. Fettfri masse ser ut til å være en faktor som påvirker muskelfunksjon hos unge utholdenhets- og ballspillutøvere, men også blant annet absolutt og relativ hvilemetabolisme. Det ble ikke funnet noen forskjeller mellom idrettsgruppene.

Nøkkelord: Hvilemetabolisme, Fettfri masse, Proteininntak, unge toppidrettsutøvere

Abstract

Background: Muscle strength and power is a determining feature of performance in many different sports and the physiological factors that affect muscle function are many. Previous studies have mostly concerned adult athletes, while research featuring young elite athletes or differences between sports have been scarce.

Purpose: The study's purpose is to investigate possible connections between physiological factors such as resting metabolic rate, protein intake, and fat-free mass and muscle function among young elite athletes in southern Norway. Differences between sport-groups were also investigated.

Method: A total of 36 young elite athletes (24 endurance athletes, 12 ball game athletes) participated in this study. Body composition was measured with dual-energy x-ray absorptiometry, resting metabolic rate with indirect calorimetry, protein intake was determined by a semi-structured recall interview and muscle function was measured with a pneumatic leg press.

Results: Resting metabolic rate correlated significantly positive with several strength variables, while relative resting metabolic rate had a significant negative correlation. Both fat-free mass and protein intake correlated significantly with several strength variables. The slope did not correlate significantly with any variables, and no significant differences were found between sport-groups among any of the variables.

Conclusion: The results indicate a connection between resting metabolic rate, protein intake, fat-free mass and muscle function in young elite athletes in southern Norway, though not between the degree of slope and resting metabolic rate, protein intake or fat-free mass. It may appear that fat-free mass is a factor that affects muscle function in young elite athletes, as well as, amongst others, absolute and relative resting metabolic rate. No differences were found between the sport-groups.

Keywords: Resting metabolic rate, Fat-free mass, Protein intake, young elite athletes

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract.....	iii
1.0 Introduksjon.....	1
<i>1.1 Bakgrunn</i>	1
<i>1.2 Hensikt og problemstilling</i>	3
<i>1.3 Avgrensninger</i>	4
2.0 Teori	5
<i>2.1 Toppidrettsutøver</i>	5
<i>2.1.1 Morgendagens toppidrettsutøver</i>	5
<i>2.1.2 Toppidretts-/idrettslinjer</i>	6
<i>2.2 Muskelstyrke og power</i>	6
<i>2.3 Proteininntak og proteinsyntesen</i>	8
<i>2.4 Energitilgjengelighet</i>	10
<i>2.4.1 Hvilemetabolisme</i>	13
<i>2.5 Fettfri masse</i>	15
<i>2.6 Kraft/hastighetsprofiler</i>	16
3.0 Metode.....	20
<i>3.1 Design</i>	20
<i>3.2 Utvalg</i>	21
<i>3.2.1 Frafall</i>	21
<i>3.3 Gjennomføring av datainnsamling</i>	22
<i>3.4 Testbatteri</i>	24
<i>3.4.1 Kartlegging av høyde og vekt</i>	24
<i>3.4.1 Hvilemetabolisme</i>	24
<i>3.4.3 Kroppssammensetning</i>	25
<i>3.4.4 Kostholdsregistrering</i>	26
<i>3.4.5 Maksimalt oksygenopptak</i>	27
<i>3.4.6 Muskelfunksjon</i>	27
<i>3.5 Statistiske analyser</i>	28
<i>3.6 Ethiske overveielser</i>	29

4.0 Resultater	31
4.1 Beskrivelse av utvalg.....	31
4.2 Muskelfunksjon	33
4.3 Hvilemetabolisme.....	34
4.3.1 Absolutt RMR	34
4.3.2 Relativ RMR.....	34
4.3.3 Subanalyser.....	34
4.4 Proteininntak	38
4.5 kroppssammensetning.....	38
5.0 Diskusjon.....	42
5.1 Diskusjon av metode	42
5.1.1 Studiedesign.....	42
5.1.2 Utvalg.....	43
5.1.3 Datainnsamling	45
5.2 Diskusjon av resultater	51
5.2.1 Hvilemetabolisme.....	51
5.2.2 Proteininntak	54
5.2.3 Kroppssammensetning.....	55
6.0 Konklusjon	57
7.0 Fremtidig forskning.....	58
Litteraturliste	59
Vedlegg 1.....	70
Vedlegg 2.....	77
Vedlegg 3.....	78
Vedlegg 4.....	79

1.0 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Idrett utøves i mange ulike former; forskjellige arenaer, ulike årstider og av mange ulike utøvere. Det konkurreres i skog og mark, idrettshaller, fotballbaner og friidrettsarenaer. Det konkurreres i lagidretter og individuelle idretter, samt styrkebaserte idretter og utholdenhetsidretter. De ulike idrettene kan påvirkes av utallige ytre faktorer som vind og vær, arena, medspillere og motstandere. Det er derimot ikke bare ytre faktorer som bestemmer utfallet av idretter. Utøvere er helt avhengige av fysiske og psykiske egenskaper som kan være med på å gi gode prestasjoner. Det finnes derfor egenskaper som kan ha stor nytteverdi for ulike idretter eller for utøverne, samtidig har flere studier vist sterk sammenhengen mellom muskelstyrke og power (omtales samlet som «muskelfunksjon» i denne oppgaven) med prestasjon i ulike lagidretter (Gonzalez-Rave et al., 2014; Kniffin, Howley & Bardreau, 2017). Det har blitt vist at det er en sammenheng mellom muskelstyrke og prestasjon hos voksne hockey- og håndballspillere på elitenivå (Gonzalez-Rave et al., 2014; Kniffin et al., 2017). Også hos voksne fotballspillere på elitenivå har det blitt vist at retningsforandringer og fartsendringer er avgjørende faktorer for prestasjon i lagidrett (Rouissi, Chtara, Owen, Burnett & Chamari, 2017), og derfor påpeker også Rouissi et al. (2017), og at det kan se ut til å være muskelfunksjon som er den avgjørende faktoren som kreves for å utføre de nevnte retningsforandringene i fotball. Dette kan sannsynligvis vise viktigheten av muskelfunksjon for prestasjon i fotball og flere lagidretter (Rouissi et al., 2017).

Blant utholdenhetsidrettene kan det også se ut til å være en fordel å inneha god muskelstyrke for å bedre prestasjon i hver enkelt utøvers egen idrett. Studier viser blant annet at økt maksimal muskelstyrke har gitt bedre prestasjon hos voksne syklister og langdistanseløpere (Beattie, Kenny, Lyons & Carson, 2014; Berryman et al., 2018; E. C. Lee et al., 2017; Mujika, Ronnestad & Martin, 2016). Videre har kinesiske senior-landslagssvømmere og utøvere fra rekrutteringslandslaget testet muskelstyrke, hvor landslagsgruppen hadde større maksimal styrke i skuldrene enn rekruttlandslagsgruppen. Det var ingen andre signifikante forskjeller mellom gruppene enn maksimal styrke, noe som kan tyde på at stor muskelstyrke har en sammenheng med god prestasjon i svømming (Cheung et al., 2018).

Når det gjelder muskelstyrke hos ungdom har vi mindre kunnskap enn om muskelstyrke hos voksne. Store deler av forskningen på ungdom omhandler styrketrening spesifikt og ikke

sammenhenger på et målepunkt. Lesinski, Prieske og Granacher (2016) viser at styrketrening for unge fotballspillere kan øke prestasjon. Det kan også se ut til at økningen av muskelstyrke via styrketrening hos unge prepubertale utøvere kan komme av modning av nervesystemet og bedre utviklet motorikk i stedet for en økning i muskelmasse eller muskelstyrke (Myers, Beam & Fakhoury, 2017). Det synes å være særlig mangelfull forskning når det gjelder en mulig sammenheng mellom muskelstyrke og idrettslig prestasjon blant unge toppidrettsutøvere.

Evnen til å produsere mye power (kraft x hastighet) er en essensiell del av det å prestere i idrett, spesielt for idretter som setter store krav til forflytning av egen kropp, som for eksempel løping og hopping (Riviere, Rossi, Jimenez-Reyes, Morin & Samozino, 2017). Forskjellige idretter setter ulike arbeidskrav for hva som kreves for å prestere godt i sine idretter, som igjen bestemmer hva som burde trenes for å oppnå best mulig prestasjon. Et hjelpemiddel for å vurdere hva som kreves er en kraft-hastighetsprofil som viser forholdet mellom kraft og hastighet hos for eksempel idrettsutøvere (Giroux, Rabita, Chollet & Guilhem, 2016). Flere studier viser at høy produksjon av power har en sterk sammenheng med god prestasjon, og det vil derfor være viktig å forstå forholdet mellom kraft og hastighet for å oppnå optimal prestasjon (Giroux et al., 2016; Meylan et al., 2015). Utøverne må ha et balansert forhold mellom kraft og hastighet, som igjen skaper optimalt med power. Kraft-hastighetsprofilen kan hjelpe utøvere med å justere trening for å optimalisere power for best mulig prestasjon (Giroux et al., 2016). Forholdet mellom kraft og hastighet blir beskrevet ved en helningsgrad på profilen, og det er mulig at det finnes et optimalt forhold mellom kraft og hastighet uavhengig av maksimal power, som igjen avgjør hvor treningsfokuset bør legges for best forbedring av prestasjon (Samozino, Rejc, Di Prampero, Belli & Morin, 2012). Dette er et relativt nytt forskningsområde innenfor idretten, hvilket betyr at det er begrenset forskning tilgjengelig (Jiménez-Reyes, Samozino, Brughelli & Morin, 2017). Det er publisert mer forskning blant voksne utøvere (Giroux et al., 2016; Nikolaidis, Rosemann & Knechtle, 2018; Samozino et al., 2014) enn hos unge utøvere (Nikolaidis, 2012), og det ser ikke ut til å ha blitt sett på hvilke fysiologiske faktorer som har en sammenheng med helningsgraden.

Muskelfunksjon er som nevnt viktig for prestasjon, og det er flere faktorer som påvirker muskelfunksjon. Fettfri masse (FFM) er en av faktorene som kan påvirke muskelfunksjon og

det er vist en høy korrelasjon mellom muskelfunksjon og FFM (Gadducci et al., 2017; Kanehisa, Ikegawa & Fukunaga, 1998). De fleste studier som har funnet en korrelasjon mellom muskelfunksjon og FFM er gjennomført på voksne utøvere, men det er usikkert om dette også er tilfelle hos unge utøvere. Energitilgjengelighet er en annen faktor som kan påvirke muskelfunksjon (Mountjoy et al., 2014). Det har blitt vist at lav energitilgjengelighet kan redusere muskelmasse på grunn av for lite energi til å opprettholde eller produsere ny muskelmasse (Fagerberg, 2018), hvor lavere muskelmasse er kjent for å påvirke muskelfunksjon negativt hos blant annet idrettsutøvere (Madsen, Lauridsen, Hartkopp & Sorensen, 1997). Videre er det vist at hvilemetabolisme (RMR) kan være en alternativ markør for energitilgjengelighet siden metoden for å måle energitilgjengelighet har sine utfordringer (Staal, Sjodin, Fahrenholtz, Bonnesen & Melin, 2018). RMR har også en sterk sammenheng med FFM som består av metabolsk aktivt vev (Woods et al., 2018), hvor FFM har en stor betydning for muskelfunksjon (Hida et al., 2012). Det har også blitt vist til at redusert RMR assosieres med redusert muskelfunksjon ved flere tilfeller (Robinson, Lambeth-Mansell, Gillibrand, Smith-Ryan & Bannock, 2015; Woods et al., 2018), men her finnes det også lite forskning blant unge utøvere. En annen viktig faktor er proteininntaket. Proteiner er viktig for proteinsyntesen som bryter ned og bygger opp musklene, som igjen er avgjørende for muskelfunksjon (Cintineo, Arent, Antonio & Arent, 2018). Det kan se ut til at et høyt proteininntak både kan bevare og øke FFM som sannsynligvis vil påvirke muskelfunksjon positivt (Aragon et al., 2017). Samtidig vil et høyt proteininntak være positivt for proteinsyntesen for å kunne optimalisere kroppens funksjoner (Stokes, Hector, Morton, McGlory & Phillips, 2018). For å forbedre muskelfunksjon og derfor prestasjon hos unge toppidrettsutøvere vil det være avgjørende å forstå hvilke faktorer som har en sammenheng med muskelstyrke og power. Blant disse utvalgte faktorene som kan påvirke muskelfunksjon er det en godt dokumenterte sammenhenger hos voksne, men kunnskapen er forholdsvis liten blant ungdom, og enda mindre blant unge toppidrettsutøvere.

1.2 Hensikt og problemstilling

Hensikten med denne studien er derfor å undersøke om det finnes en sammenheng mellom fysiologiske faktorer som RMR, proteininntak, FFM og muskelfunksjon (styrke, power og kraft-hastighets forhold) blant unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge.

På bakgrunn av dette er følgende problemstilling formulert:

Problemstilling 1

Er det en sammenheng mellom energitilgjengelighet, proteininntak, kroppssammensetning og muskelfunksjon hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge? Er det forskjeller mellom utholdenhetsutøvere og ballspillutøvere?

Nullhypoteser

H0₁: Det er ingen sammenheng mellom energitilgjengelighet, proteininntak, kroppssammensetning og muskelstyrke hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge.

H0₂: Det er ingen sammenheng mellom energitilgjengelighet, proteininntak og kroppssammensetning og maksimal power hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge.

H0₂: Det er ingen sammenheng mellom energitilgjengelighet, proteininntak og kroppssammensetning og en kraft-hastighetsprofil hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge.

1.3 Avgrensninger

Studien har et avgrenset omfang både i forhold til hvilke grupper som har blitt benyttet, men også i antall måletidspunkter. En kontrollgruppe har vært en del av doktorgradsprosjektet, men er ikke inkludert i denne studien grunnet størrelse i form av antall ord og hensikten med studien, som er å undersøke unge toppidrettsutøvere. Denne studien har hatt tilgang på totalt tre målinger av samme utvalg, men det ble valgt å bruke bare test 1 på grunn av stort frafall både til test 2 og 3. Det samme frafallet besto også i hovedsak av ballspillutøvere som kunne gjort det utfordrende å sammenligne idrettsgruppene.

Energitilgjengelighet vil i denne studien ikke bli regnet ut, men det brukes heller en alternativ markør i RMR. Dette på grunn av metodens begrensning ved innsamling av data og utfordringer generelt ved å måle energitilgjengelighet. På grunn av samme metode vil også proteininntaket beregnes ut i fra fire dager for å begrense feilkildene fra metoden.

2.0 Teori

2.1 Toppidrettsutøver

Olympiatoppen refererer til begrepet toppidrettsutøver med definisjoner som benyttes av idretten selv (Olympiatoppen, 2013). Toppidrett defineres som *«trenings- og forberedelsesarbeid på linje med de beste i verden, avhengig av den enkelte idretts egenart og utbredelse. Arbeidet fører til jevne prestasjoner på internasjonalt toppnivå. Idretten er for disse utøverne en hovedbeskjeftigelsen»* (Olympiatoppen, 2013, s. 1). De utøverne som havner under denne definisjonen blir kalt for dagens toppidrettsutøvere (Olympiatoppen, 2013).

2.1.1 Morgendagens toppidrettsutøver

Toppidrettsutøvere er en liten gruppe, med relativt få utøvere. Derfor legger Olympiatoppen til rette for en noe større gruppe som kalles morgendagens toppidrettsutøvere. Denne gruppen defineres som *«De som på varierende alders- og prestasjonsnivå driver omfattende kvalitetsutvikling gjennom en langsiktig progresjonsplan som normalt vil føre fram til internasjonalt toppidrettsnivå»* (Olympiatoppen, 2013, s. 1-2).

Et av hovedskillene mellom å være en av dagens toppidrettsutøvere og en av morgendagens toppidrettsutøvere er tiden som er til disposisjon til å være idrettsutøver (D. G. Byrne, Davenport & Mazanov, 2007). En voksen utøver som har idretten som sin hovedbeskjeftigelse har stort sett bedre forutsetninger for blant annet restitusjon, treningsmengde og muskelfunksjon. En utøver i videregående skole har utdanningen å ta hensyn til, samt andre sosiale aspekter ved det å være ung (D. G. Byrne et al., 2007; Hurley, 1995). Når det gjelder muskelstyrke har en voksen utøver større fordeler, blant annet fordi utøveren har hatt lengre tid til å bygge opp muskelstyrken over flere år. Utviklingen av muskelstyrke ser ut til å være på topp mellom 20- og 30 årene, noe som tilsier at det blir vanskelig for en ung utøver på 16-17 år å prestere like godt som en voksen utøver med bedre forutsetninger (Hurley, 1995; Mital & Kumar, 1998). Formålet med toppidrettslinjene ved videregående skoler er å gi utøverne bedre forutsetninger til å bli en fremtidig toppidrettsutøver, ved for eksempel å tilrettelegge og tilby riktige treningsmetoder i skoletiden, samt tilpassing av skolehverdagen for trening og konkurranser.

2.1.2 Toppidretts-/idrettslinjer

Kunnskapsdepartementet har fastsatt utdanningsprogrammer og en tilbudsstruktur som skal gi elever ved videregående skoler mulighet til å videre bruke sine kvaliteter og dyrke sine interesser (Kunnskapsdepartementet, 2009). Disse utdanningsprogrammene skal føre til en generell studiekompetanse som kvalifiserer til høyere utdanning. Utdanningsprogrammene gir også mulighet til å fordype seg i forskjellige aspekter av fagområder (Kunnskapsdepartementet, 2009). Et av disse er idrettsfag, enten idrettslinje eller toppidrettslinje.

Elever kan velge idrettslinjer som tilbyr fag som aktivitetslære, treningslære, idrett og samfunn, treningsledelse og topp-/breddeidrett (Vilbli, 2018). Det er 109 skoler i Norge som tilbyr treårig idrettsfag, hvor sju av disse ligger i Sør-Norge (Utdanning.no, 2018). Det finnes også private skoler som tilbyr det samme. Toppidrett er ofte et valgfag for både VG1, VG2 og VG3 på idrettslinjer, hvor elevene kan velge å satse mer spesifikt mot en idrett samtidig som de oppnår generell studiekompetanse ved å velge toppidrett innenfor sin idrett (Vilbli, 2018). Noen skoler tilbyr også studiespesialisering med toppidrett, hvor de andre idrettsfagene blir erstattet av realfag, økonomi eller språkfag, men fortsatt har muligheten til å satse i sin respektive idrett. I Norge finnes det 29 skoler som tilbyr dette, hvor én ligger i Sør-Norge (Utdanning.no, 2018).

Vilbli (2018) hevder at for å studere det treårige idrettsfagsprogrammet bør man være interessert i idrett og helse, være innstilt på å trene hver dag og være god i en eller flere idretter. Kravet for å komme inn på idrettslinjer eller studiespesialisering med toppidrett kan variere fra skole til skole, men oftest blir karakterer fra ungdomsskolen og idrettslige prestasjoner vurdert for å bli tatt opp til den enkelte skolen. Noen vil imidlertid også komme inn særskilt på grunn av gode idrettslige prestasjoner (Vilbli, 2018).

2.2 Muskelstyrke og power

Muskelens evne til å utvikle kraft, enten så mye som mulig, så lenge som mulig eller så raskt som mulig synes å være viktig for prestasjonen til en toppidrettsutøver (E. C. Lee et al., 2017). I de aller fleste idretter setter musklene standarden for prestasjon enten ved styrke, power, utholdenhet eller utmattelse. Alle disse faktorene påvirkes av muskelens egenskaper (kontraktil egenskap, størrelse, sammensetning, struktur og metabolsk kapasitet) og hvor

godt restituert musklene er (E. C. Lee et al., 2017). Det er musklene som skaper bevegelse av skjelettet ved å kontrahere, som gjør det til en avgjørende faktor i forskjellige situasjoner i hverdagen, trening eller konkurranse (Kroemer, 1999).

Videre ser det også ut til at fokus på vedlikehold av muskelstyrke er en av faktorene som påvirker aldring på en positiv måte og skaper gode forutsetninger for god livskvalitet (McLeod, Breen, Hamilton & Philp, 2016). En av grunnene til at dette kan være viktig for unge utøvere, er fordi fra rundt fylte 25 år og eldre, vil muskelstyrken reduseres gradvis uten vedlikeholdende trening så lenge personen lever. Samtidig ser det ut til at musklene er mest mottakelig for styrketrening ved økende alder frem til 25 års alderen, men prepubertale utøvere kan likevel også få utbytte av styrketrening (Bergeron et al., 2015). Det kan derfor være en fordel for unge utøvere å bygge opp muskelstyrke i forholdsvis tidlig alder for å ha et godt grunnlag i fremtiden (McLeod et al., 2016). Grunnen til denne reduksjonen i muskelstyrke ved økende alder skjer i hovedsak på grunn av tap av antall muskelfibre, spesielt muskelfiber type II (McLeod et al., 2016). Det kan derfor være viktig for unge idrettsutøvere å ha fokus på muskelstyrke i relativ ung alder for fremtidig prestasjon. Det har også blitt vist at unge gutter som har fullført vekstspurten økte muskelstyrken mer enn de som ikke hadde kommet til vekstspurten enda etter en treningsperiode bestående av både utholdenhet og styrke (Meylan, Cronin, Oliver, Hopkins & Contreras, 2014). Lloyd et al. (2014) påpeker at økning i muskelstyrke for barn og unge mest sannsynlig kommer av modning av nervesystemet, og nevromuskulære funksjoner som rekruttering av motoriske enheter og fyringsfrekvens. Videre er det lite sannsynlig at det produseres flere muskelfibre hos unge, men heller en forbedring og utvidelse av de eksisterende (Lloyd et al., 2014). Samtidig har forskning vist at styrketrening kan forbedre muskelstyrke og power hos unge utøvere både før og etter puberteten (Harries, Lubans & Callister, 2012). Over kortere perioder på fire måneder uten spesifikk styrketrening, men med en konkurranseperiode for kvinnelige volleyballspillere under 19 år ble det ikke vist noen signifikant endring av muskelstyrke i underekstremitetene (Rousanoglou, Barzouka & Boudolos, 2013). Det som derimot endret seg signifikant var powerproduksjon og hopp høyde (Rousanoglou et al., 2013). Det kan dermed se ut til at økningen av muskelstyrke ikke øker naturlig opp mot 19 års alderen for kvinner, men mulig at power gjør det.

Barn og unge utvikler både økt muskeltykkelse og muskelkraft naturlig i oppveksten. Forskning viser at økt muskelstyrke hos barn mellom 0-12 år over en fire års periode har liten effekt på hverdagsaktiviteter (Jacobs et al., 2013). Muskelstyrken økes lineært hos både gutter og jenter fra 3 års alder frem til puberteten (Smith et al., 2014). Under puberteten hos guttene øker produksjonen av testosteron, som er med på å akselerere økningen i muskelstyrke, og i denne perioden vil jentene stagnere i forhold til guttene (Jacobs et al., 2013; Smith et al., 2014). Ved slutten av puberteten kan forskjellen i muskelstyrke mellom kjønnene være opp mot 50% (Bergeron et al., 2015), og det kan se ut til at økningen av muskelstyrke korrelerer godt med kroppsvekt, altså ser det ut til at en økning av muskelstyrke skjer parallelt med økning av kroppsvekt. Spesielt muskelstyrken i underekstremitetene ser ut til å øke over tid frem til slutten av puberteten for begge kjønn (Jacobs et al., 2013).

Musklene ser ut til å være en av de viktigste faktorene som påvirker blant annet energimetabolismen og proteinsyntesen (Argiles, Campos, Lopez-Pedrosa, Rueda & Rodriguez-Manas, 2016; Morton, McGlory & Phillips, 2015). Med energimetabolismen menes forholdet mellom energiinntaket ved kostholdet, og energiforbruket ved blant annet trening, vekst, temperaturregulering, vedlikehold av kroppsvekt og vitale organers funksjon (Argiles et al., 2016; Blaxter, 1989). Musklene er spesielt viktig med tanke på at rundt 40% av glukosen vi inntar via kosthold oppbevares i musklene. I tillegg oppbevarer nyrene (10%) og leveren (25-35%) en stor del av glukosen (Argiles et al., 2016). Deler av glukosen vi inntar via kostholdet lagres i musklene og omdannes til glykogen, og kan forbrennes ved behov som for eksempel ved energiunderskudd og trening (Argiles et al., 2016). I tillegg til glykogen oppbevares også proteiner og aminosyrer i musklene som brukes til å bygge opp igjen musklene etter for eksempel trening (Argiles et al., 2016). På denne måten er musklene med på å regulere energibehovet og proteinsyntesen som vi vet har stor påvirkning på muskelstyrke og muskelmasse (Argiles et al., 2016; Stokes et al., 2018).

2.3 Proteininntak og proteinsyntesen

Andelene av kostholdets totale energiinnhold blir ofte beskrevet som energiprosent (E%), og består i hovedsak av karbohydrater, fett og protein (Helsedirektoratet, 2018). Anbefalt fordeling av næringsstoffene tilsvarer at karbohydrater bør bidra med 45-60 E%, fett med 25-40% og

protein med 10-20 E% hvor det totale energiinntaket per dag tilsvarer 100 E% (Nordic Council of Ministers, 2014). For friske voksne tilsvarer et proteininntak på 10-20 E% 0,8-1,5 g protein / kg kroppsvekt / per dag (g/kg/d), mens hos barn/ungdom fra 2-17 år (som også anbefales 10-20 E%) tilsvarer 10 E% 0,9 g/kg/dag (Nordic Council of Ministers, 2014). For de fleste aktive personer med mål om å vedlikeholde og/eller øke muskelmasse, samt opprettholde en positiv energibalanse anbefaler Jager et al. (2017) å ha et proteininntak på 1,4 - 2,0 g/kg/d. Det kan også se ut til at et høyere inntak av protein på 2,3 - 3,1 g/kg/d kan hjelpe styrketrente utøvere med å opprettholde mager masse selv ved energiunderskudd hvor målet er å redusere fettmasse (Jager et al., 2017). Til slutt ser det ut til at et proteininntak på >3,0 g/kg/d kan forbedre kroppssammensetningen hos styrketrente utøvere, spesielt redusert fettmasse (Aragon et al., 2017; Jager et al., 2017). Proteininntaket ser ut til å være viktig for både optimal muskelfunksjon, men også for god prestasjon i idrett. I en litteraturstudie gjort av Cintineo et al. (2018) blir det hevdet at energiinntaket, og spesielt proteininntaket er den viktigste faktorer når det gjelder trening for både restitusjon og prestasjon.

Musklene er en betydelig faktor for blant annet RMR, og proteinsyntesen og proteinnedbrytning er to av de viktigste faktorene som gir optimal muskelfunksjon (Morton et al., 2015). Proteinsyntesen er ansett som den viktigste for regulering av blant annet muskelstyrke og muskelvekst (Mountjoy et al., 2018; Stokes et al., 2018), men proteinnedbrytingen skjer også til enhver tid når musklene utfører et gitt arbeid og bidrar til at vitale prosesser i kroppen opprettholdes (Wolfe, 2006). Under proteinsyntese-prosessen hentes det oppskrifter fra DNAet, hvor forskjellige aminosyrer brukes til å produsere nye proteiner som igjen vil bygge opp igjen blant annet musklene (Hurt et al., 2017). Om proteininntaket er lavere enn behovet vil det bli et underskudd, og nedbrytningen vil være større enn gjenoppbygningen, som igjen vil påvirke musklens og kroppens evne til å skape optimal funksjon og prestasjon (Stokes et al., 2018). For en toppidrettsutøver vil denne ubalansen kunne påvirke prestasjon negativt over tid (Morton et al., 2015).

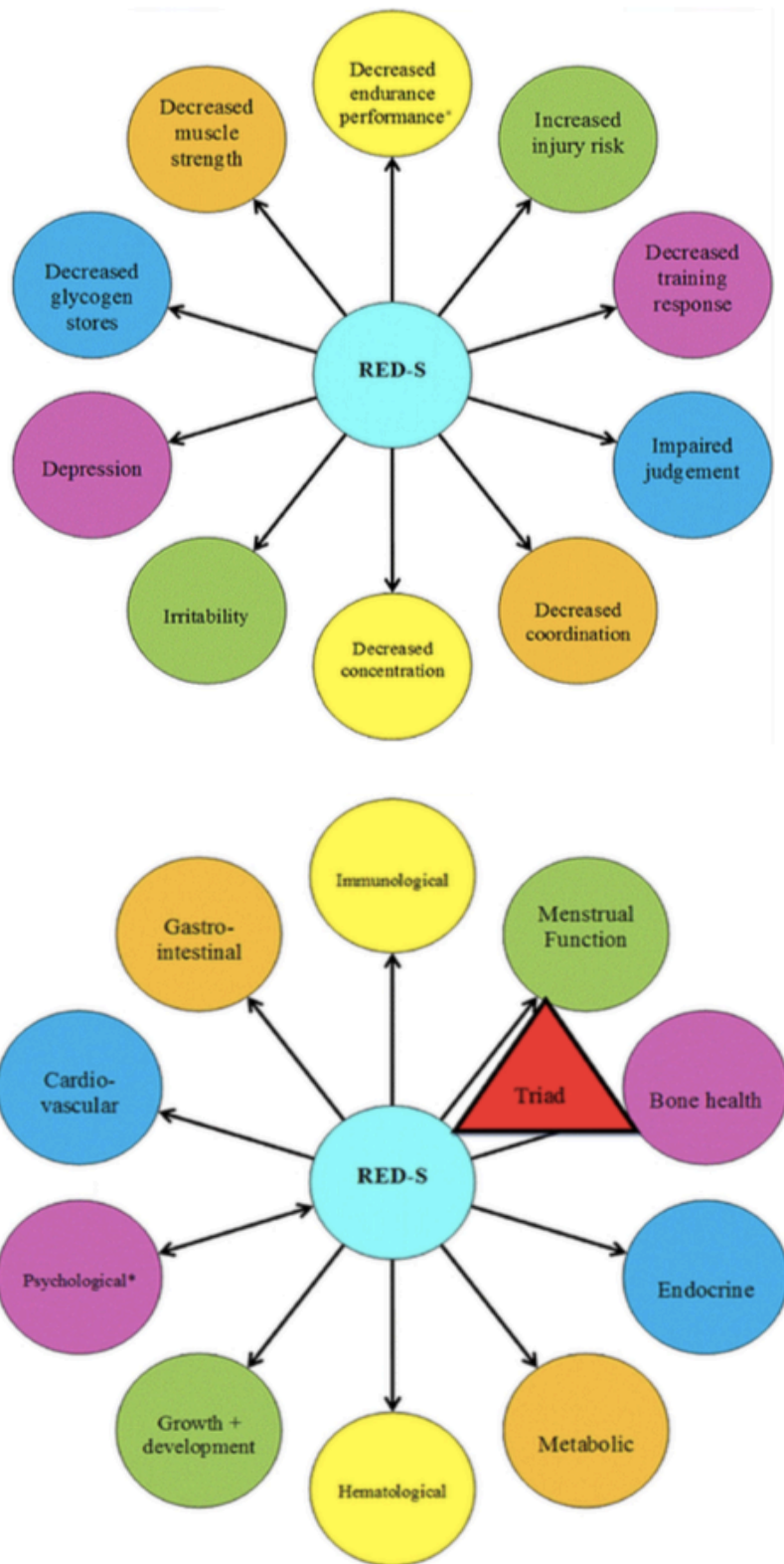
Det finnes flere eksempler på at et økt proteininntak kan gi resultater i form av økt muskelstyrke og muskelmasse. Det har blitt vist at proteinmetabolismen er meget viktig for økning av muskelmasse og muskelstyrke, hvor en økning av proteininntaket ofte kan være en utløsende

faktor (Tipton, 2001; Tipton & Wolfe, 2001). Styrketrening ser ut til å kunne være en god metode for å forbedre proteinmetabolismen (Yarasheski, 2003), men spesielt sammen med et ekstra inntak av proteiner. En studie gjort på 34 collegeutøvere innenfor poweridretter (fotball, sprint, kast) viste at de utøverne som hadde høyest inntak av proteiner hadde høyest økning av muskelstyrke (Hoffman, Ratamess, Kang, Falvo & Faigenbaum, 2006). Videre viste en studie utført på 19 utrente menn hvor en gruppe fikk proteintilskudd, mens en annen fikk placebo tilskudd, at gruppen som fikk proteintilskudd i tillegg til styrketrening hadde en større økning av både muskelmasse og muskelstyrke enn placebograppa (Willoughby, Stout & Wilborn, 2007).

2.4 Energertilgjengelighet

Lav energertilgjengelighet ser ut til å være en utfordring i visse idrettsgrener samtidig kan det være helsefarlig for idrettsutøvere (Mountjoy et al., 2014). En IOC-consensus gruppe har definert syndromet «Relative Energy Deficiency in Sports», på norsk oversatt til «Relativ Energimangel innen Idrett (REI)». Syndromet er definert som: *«Dette fenomenet kan føre til hemmet fysiologisk funksjon inkludert, men ikke begrenset til metabolsk rate, menstruell funksjon, beinhelse, immunforsvar, proteinsyntesen, kardiovaskulære helse skapt av lav energertilgjengelighet»* (Mountjoy et al., 2014, s. 1).

Begrepet REI er en videreutvikling fra den kvinnelige utøvertriaden som beskriver en sammenheng mellom tre faktorer; energertilgjengelighet, menstruasjonsfunksjon og beinhelse. Innad i den kvinnelige utøvertriaden kan kvinner befinne seg på ulike stadier i triaden som kan være alt fra optimal energertilgjengelighet, regelmessig menstruasjon og en god beinhele, til lav energertilgjengelighet, amenoré og osteoporose (Mountjoy et al., 2014). REI tar utgangspunkt i energertilgjengelighet og forskjellige symptomer som kan forekomme på grunn av lav energertilgjengelighet. I motsetning til den kvinnelige utøvertriaden inkluderer REI også menn, i tillegg til helsemessige konsekvenser, samt faktorer som påvirker prestasjon, både fysiske- og psykiske faktorer som vises i figur 1 (Mountjoy et al., 2014).



Figur 1. REI omfatter både fysiologiske og psykologiske faktorer, inkludert den kvinnelige utøvertriaden. Hentet fra (Mountjoy et al., 2014).

Utfordringen med lav energitilgjengelighet er at kroppen ikke har nok energi til å opprettholde alle funksjoner som kreves for optimal funksjon. Energitilgjengeligheten beregnes på følgende måte:

$$\text{Energitilgjengelighet} = \frac{(\text{Energiinntak (kcal)} - \text{Energiforbruk ved trening (kcal)})}{\text{FFM (kg)}}$$

(Loucks, 2004)

Det er foreslått at friske voksne er i energibalanse ved >45 kcal/kg FFM/per dag som er definert som optimal energitilgjengelighet, hvor alle fysiologiske prosesser har optimal funksjon (Logue et al., 2018; Loucks, 2004). Ved redusert energitilgjengelighet som er definert ved 45-30 kcal/kg FFM/per dag, kan redusert beinmineralitet og menstruasjonsforstyrrelser oppstå (Logue et al., 2018; Loucks, 2004). Å ligge på mindre enn 45 kcal/kg/FFM/per dag kan være et akseptabelt nivå for utøvere som har vektreduksjon som mål, under kontrollerte forhold (Logue et al., 2018). Ved <30 kcal/kg FFM/per dag som blir definert som lav energitilgjengelighet (Loucks, 2004), er det mulig å utvikle osteoporose og miste menstruasjon totalt (Logue et al., 2018), samt en negativ påvirkning av fysiske og psykiske faktorer (se figur 1) (Mountjoy et al., 2014). Videre kan spiseforstyrrelser (som ofte kan innebære at personen har lav energitilgjengelighet) som har utviklet seg over lengre tid gi muskelsmerter og utmattelse som kan gjøre hverdagslige gjøremål tunge, samt påvirke prestasjon negativt. Muskelsmertene og utmattelsen kommer mest sannsynlig av en muskelsvakhet som hemmer muskelfibrene som dermed ikke gir optimal funksjon (McLoughlin et al., 1998).

Lav energitilgjengelighet kan påvirke mange fysiologiske og psykologiske faktorer som er avgjørende for prestasjon, blant annet svakere konsentrasjonsevne, redusert muskelfunksjon og dårlig beinhelse (Mountjoy et al., 2014). Lav energitilgjengelighet kan påvirke proteinsyntesen ved 30 kcal/kg FFM/per dag (Mountjoy et al., 2014), som kan påvirke musklens evne til optimal funksjon, som igjen kan påvirke prestasjonen til utøverne (McLoughlin et al., 1998). Proteinsyntesen er en funksjon som blir påvirket tidlig med tanke på hvor lenge personen har hatt lav energitilgjengelighet og hvor mye energitilgjengeligheten har blitt redusert (Mountjoy et al., 2014). Proteinsyntesen påvirkes av lav energitilgjengelighet da manglende energiinntak

reducerer proteinsyntesen og samtidig øker proteinnedbrytningen for å gi tilgang på nødvendige aminosyrer (Argiles et al., 2016). Lav energitilgjengelighet og lavt energiinntak kan også føre til økt forbrenning av proteiner grunnet mangel på glykogen, som kan forstyrre proteinsyntesen, noe som ikke er optimalt for muskelstyrke og muskelmasse (Argiles et al., 2016). Videre ser det ut til at tømming av glykogenlagrene på grunn av en streng diett over lengre tid kan føre til dehydrering og høyere sirkulering av laktat som kan gi muskelsmerter og kramper (Logue et al., 2018). Det kan også se ut som FFM kan bli redusert av samme årsak, og en kombinasjon av dette kan føre til redusert muskelstyrke hos utøvere (Logue et al., 2018).

2.4.1 Hvilemetabolisme

RMR består av en kombinasjon av ulike metabolske prosesser og inkluderer energiforbruket til viktige fysiologiske funksjoner som vekst, reproduksjon, temperaturregulering, immunforsvar og cellevedlikehold (Melin et al., 2015). RMR står for rundt 50-70% av det daglige energiforbruket vårt i hvile, som derfor er viktig for energibalansen til idrettsutøvere (Alberga et al., 2017; Frankenfield, Muth & Rowe, 1998; Trexler, Smith-Ryan & Norton, 2014). RMR blir bestemt av både høyt og lavt metabolsk aktivt vev (muskler) og organer (f.eks. hjernen og hjertet) som krever energi for optimal funksjon (Aristizabal et al., 2015; Woods et al., 2018), hvor FFM som inneholder mye metabolsk aktivt vev ser ut til å være en viktig predikator for RMR hos utøvere (ten Haaf & Weijs, 2014; Woods et al., 2018).

Det kan se ut til at personer som ikke inntar nok energi til å vedlikeholde viktige fysiologiske prosesser kan erfare at kroppen prioriterer de prosessene som er viktigst for overlevelse (Wade & Jones, 2004). I noen tilfeller har det blitt vist at personer som blir utsatt for lav energitilgjengelighet over lengre tid kan bevare kroppsmasse som et resultat av metabolske tilpasninger som økt arbeidsøkonomi eller redusert RMR (Goldsmith et al., 2010; Redman et al., 2009). I en studie gjort av Woods et al. (2018) på mannlige syklistere ble treningsmengden økt i seks uker uten å øke energiinntaket, hvor den relative RMR ble redusert fra 29 til 26 kcal/kg FFM/per dag. Det kan dermed se ut til at RMR kan være en indikator for energitilgjengelighet hvor økning i treningsvolum skjer uten økt energiinntak. Samtidig kan det se ut til at menn kan ha en høyere terskel for å bli påvirket av energitilgjengelighet enn kvinner (Woods et al., 2018).

Forskning viser at kvinnelige utøvere i vektbærende idretter med menstruasjonsforstyrrelser har signifikant lavere RMR enn utøvere med normal menstruasjon (Tornberg et al., 2017), men også kvinnelige utøvere med energiunderskudd over lengre tid har lavere RMR enn de som er i energibalanse (Logue et al., 2018). Siden menstruasjonsforstyrrelser er et symptom på lav energitilgjengelighet kan muligens RMR være en god indikator på lav energitilgjengelighet (Tornberg et al., 2017). Det kan være verdt å legge merke til at både utøvere med menstruasjonsforstyrrelser og utøver med normal menstruasjon kan være i risiko for lav energitilgjengelighet. Gruppen med normal menstruasjon hadde en gjennomsnittlig relativ RMR på 30,1 kcal/kg FFM/per dag, og gruppen med menstruasjonsforstyrrelser hadde 28 kcal/kg FFM/per dag (Tornberg et al., 2017). Det samme har blitt vist med RMR-ratio (Tornberg et al., 2017), som er forklart med forholdet mellom målt og predikert RMR (Staal et al., 2018). RMR-ratio som er innenfor normalen mellom 0,9 og 1,1 (Staal et al., 2018) viste henholdsvis 0,93 og 0,84 for utøverne med normal menstruasjon og menstruasjonsforstyrrelser (Tornberg et al., 2017). Normalen kan variere mellom 0,9 og 1,1 på grunn av en 10% forventet feilmargen av den predikerte RMR (Staal et al., 2018). Loucks (2004) støtter også at utøvere med menstruasjonsforstyrrelser ofte har lavere RMR. Derimot i en studie gjort på menn som hadde trent styrke i minst 5 år, hvor deltakerne gjennomgikk samme trening men forskjellig timing på måltider fant man ingen endring av RMR, selv om det så ut til at begge gruppene hadde et noe lavt energiinntak (Moro et al., 2016). Det samme blir beskrevet i en casestudie hvor en kroppsbygger viste redusert RMR ved energiunderskudd (Robinson et al., 2015).

Flere studier har vist at det er en sammenheng mellom muskelstyrke og RMR. En studie gjort på 19 lett overvektige kvinner hvor en gruppe trente styrke, og en annen trente styrke og utholdenhet, ble det funnet at kun styrkegruppen økte RMR. Den andre gruppen derimot reduserte RMR, og begge gruppene økte FFM og muskelstyrke (H. K. Byrne & Wilmore, 2001). Videre utførte 15 kvinner i overgangsalderen styrketrening, hvor både muskelstyrke og RMR økte (Ryan, Pratley, Elahi & Goldberg, 1995). I en annen studie utført på 20 utrente kvinner ble både muskelstyrke og FFM økt gjennom styrketrening, mens RMR ikke endret seg signifikant (Cullinen & Caldwell, 1998). Tinsley et al. (2018) har fulgt en kvinnelig kroppsbygger over åtte måneder gjennom to konkurranseperioder. Denne utøveren viste til redusert muskelstyrke og RMR, men økt FFM gjennom perioden. Det kan dermed se ut til at

selv med vedlikeholdt FFM kan RMR reduseres, men det ser også ut til at RMR og muskelstyrke økes og reduseres på samme måte med noen unntak.

2.5 Fettfri masse

FFM forteller hvor mye av kroppen som ikke består av fett, altså alle fettfrie kjemikalier og vev, inkludert vann, muskler, bein, bindevev og indre organer (Teien, 2013). Madsen et al. (1997) viser til at FFM ofte blir ansett som det nærmeste estimatet på muskelmasse, spesielt i underekstremitetene. FFM er ikke et nøyaktig estimat på muskelmasse, men det har blitt brukt regelmessig og er en kjent faktor innenfor fagfeltet. Videre viser studien til Madsen et al. (1997) at kroppssammensetning (FFM, fettmasse) har en positiv korrelasjon med muskelstyrke i underekstremitetene. Ved nærmere undersøkelser ble det observert at det er FFM som korrelerer best alene, og ikke fettmasse (Madsen et al., 1997). Dette støttes av Tornberg et al. (2017) som også viser til en positiv korrelasjon mellom FFM og muskelstyrke i underekstremitetene hos kvinner. Også hos unge kvinnelige volleyball og basketball spillere har det blitt vist at utøvere kan få en signifikant økning av muskelstyrke i blant annet knebøy og benkpress etter en åtte ukers treningsperiode. I tillegg økte FFM signifikant og det påpekes at det er en sterk korrelasjon mellom muskelstyrke og FFM (Hida et al., 2012). Det samme ble funnet av Jones et al. (2016) som viser til en sterk korrelasjon mellom FFM og muskelstyrke hos styrketrente utøvere i øvelsen markløft. Denne korrelasjonen kommer antageligvis av at en stor del av FFM består av muskelmasse (spesielt i underekstremitetene) som igjen er en viktig faktor for muskelstyrke (Jones et al., 2016). Videre er det vist en sterk korrelasjon mellom FFM og power og estimert maksimal kraft hos maratonløpere på mosjonsnivå som igjen støtter påvirkningskraften til FFM på muskelstyrke og power (Nikolaidis et al., 2018). FFM kan altså være viktig for muskelfunksjon, hvor en reduksjon av FFM vil være lite hensiktsmessig for en utøver som ønsker å prestere på et høyt nivå. En reduksjon av FFM kan være et resultat av å være i energiunderskudd som ved for eksempel vektreduksjon for en utøver som forbereder seg til konkurranse, som i noen tilfeller kan føre til lavere muskelfunksjon (Churchward-Venne, Murphy, Longland & Phillips, 2013; Robinson et al., 2015).

FFM korrelerer godt med muskelstyrke, ikke bare hos utøvere, men også hos overvektige voksne (Gadducci et al., 2017). Samtidig har utøvere både høyere FFM og muskelstyrke enn

den normale befolkningen selv om det er en høy korrelasjon mellom FFM og muskelstyrke hos både utøvere og kontrollere (Kanehisa et al., 1998). Hos unge mennesker har det blitt vist at økt kroppsvekt kan resultere i økt muskelstyrke (Ten Hoor, Plasqui, Schols & Kok, 2018). Økt kroppsvekt kan gi både økt fettmasse, men også økt FFM som korrelerer godt med muskelstyrke (Ten Hoor et al., 2018).

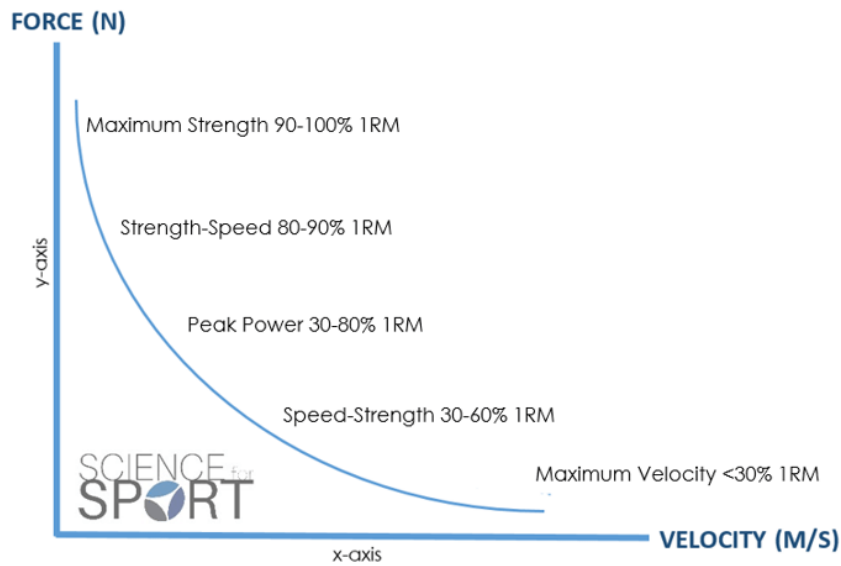
2.6 Kraft/hastighetsprofiler

En kraft-hastighetsprofil er en profil som viser forholdet mellom hvor mye kraft som produseres og hvor raskt bevegelsen utføres. I den sammenheng blir ofte begrepet power brukt, som måles i Watt (W). Formelen for power er som følger:

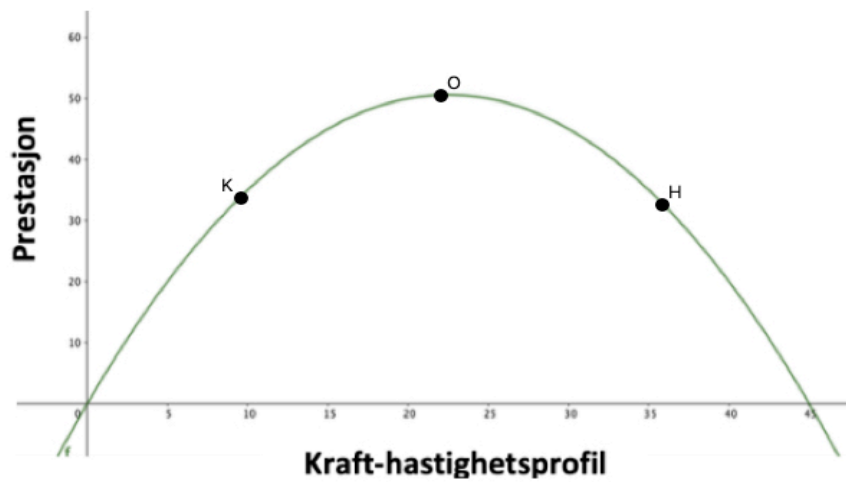
$$\text{Power (P)} = \text{Kraft (F)} \times \text{Hastighet (V)}.$$

Sammenhengen mellom kraft og hastighet kan ses i figur 2, og viser at dersom kraften økes reduseres hastigheten, og omvendt (Walker, 2016). En slik profil kan for eksempel brukes hvis en utøver er veldig kraftdominert og har lav hastighet under kraftutviklingen i en spesifikk bevegelse. Det kan bety at prestasjonen ikke blir optimal, altså at utøveren ikke produserer optimalt med power (Marcote-Pequeno et al., 2018). Dermed kan både utøver og trener studere profilen for å finne ut hvor det er forbedringspotensialer, for eksempel at det produseres stor kraft, men lav hastighet. Dermed kan utøveren sette fokuset på hurtighetstrening eller eksplosiv styrketrening i fremtiden for å kunne optimalisere kraft-hastighetsprofilen og prestasjon. Med en kraft-hastighetsprofil kan utøvere og trenere finne det «svake leddet» i powerproduksjonen og gjøre endringer deretter for å forbedre power, ut i fra om det er kraft eller hastighet som hemmer optimal power (Nikolaidis et al., 2018).

Forholdet mellom kraft-hastighetsprofilen og prestasjon har blitt sett på som en omvendt U-kurve som vist i figur 3, men det har også blitt funnet motstridene funn. Punkt K på kurven viser en kraftdominert utøver som ikke oppnår optimal prestasjon på samme måte som punkt H på kurven viser en hastighetsdominert utøver som heller ikke oppnår optimal prestasjon til tross for like stor maksimal power (Samozino et al., 2014). Der utøveren oppnår en riktig balanse mellom kraft og hastighet vil prestasjonen bli optimal som punkt O på kurven viser.



Figur 2. Forholdet mellom kraft og hastighet, hvor kraften er høy er hastigheten lav og omvendt (Walker, 2016).



Figur 3. Omvendt U-kurve. Viser forholdet mellom prestasjon og en kraft-hastighetsprofil med punkter for O (optimal profil), K (kraftdominert profil) og H (hastighetsdominert profil). Basert på beskrivelse fra Samozino et al. (2014).

Det er hypotetisert at det finnes en optimal kraft/hastighetskurve som antageligvis gir det beste forholdet mellom kraft og hastighet for prestasjon, og det er forsøkt å sette opp dette basert på ligninger gjort ut fra en biomekanisk modell (Jiménez-Reyes et al., 2017; Samozino et al., 2014; Samozino et al., 2012). Akkurat denne optimale profilen er utviklet for testing av et plyometrisk motbevegelseshopp (counter movement jump), og kan derfor ikke brukes ved andre tester som for eksempel beinpress eller sprint (Jimenez-Reyes et al., 2018). Selv om det foreløpig er usikkert om man kan bruke en slik hypotetisk optimal profil, er det enighet om at kraft-hastighetsprofilering med flere typer tester er et nyttig verktøy i oppfølging og kontroll av unge utøvere i forskjellige idretter, spesielt for testing av underekstremiteter og for powerutvikling (Slimani, Paravlic & Granacher, 2018). Kraft-hastighetsprofiler kan lages på flere måter (blant annet sprint, hopp, beinpress, knebøy) og er nyttige verktøy selv om det mangler en optimal profil som det kan sammenlignes opp mot (Marcote-Pequeno et al., 2018). I en studie gjort på kvinnelige elite fotballspillere fra den spanske toppligaen ble det vist at både sprint og hopp kan brukes som tester av kraft-hastighetsprofiler (Marcote-Pequeno et al., 2018). I samme studie ble det påvist en høy korrelasjon mellom maksimal power og prestasjonsvariabler (hopp høyde og tid på 20m sprint), mens kraft og hastighet ikke ga signifikant korrelasjon alene med de samme prestasjonsvariablene (Marcote-Pequeno et al., 2018).

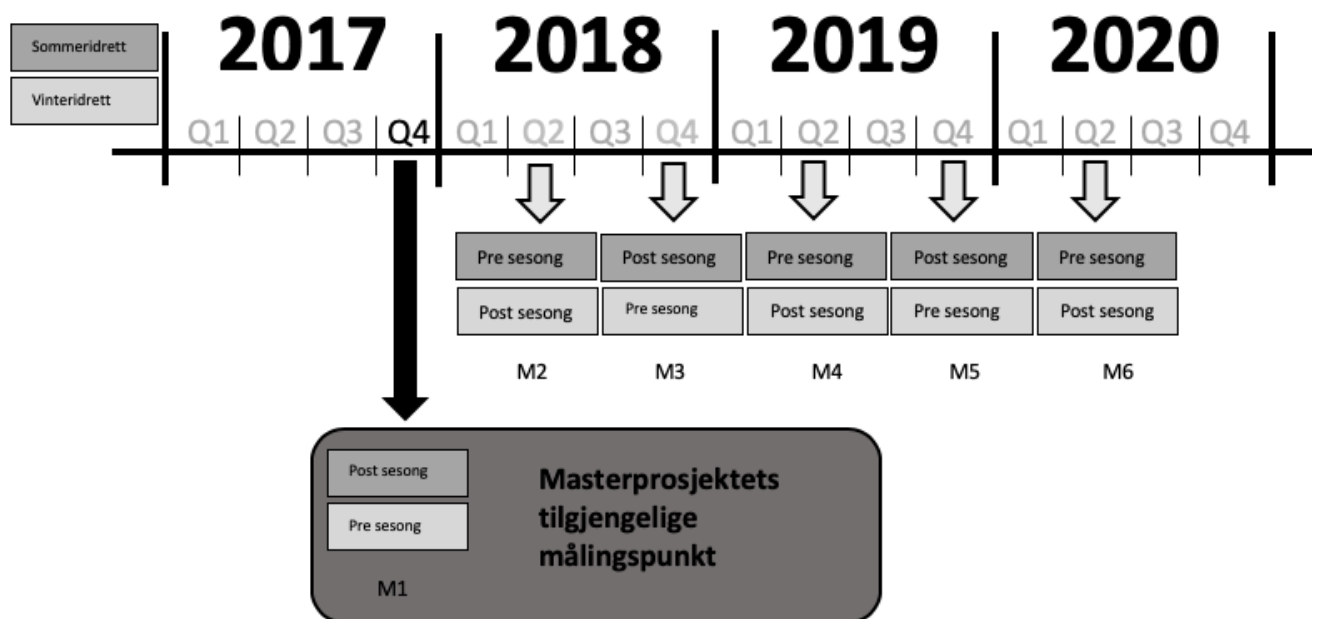
Hos unge utøvere er det gjort relativt lite forskning på kraft-hastighetsprofiler. I en studie gjort på unge svømmere kan det se ut til at kraft-hastighetsprofiler på underekstremitetene er mer kraftdominert, mens profiler på overkroppen er mer hastighetsdominerte (Nikolaidis, 2012). Disse profilene var uavhengig av kjønn, selv om guttene hadde høyere absolutt power, høyere power i forhold til kroppsvekt og høyere hastighet enn jentene i de fleste tilfeller. Den maksimale kraften i de forskjellige profilene viste ingen signifikante forskjeller mellom kjønnene (Nikolaidis, 2012). Giroux et al. (2017) viser til lignende tendenser hos unge roere som også hadde kraftdominerte profiler for underekstremitetene, og en balansert profil for overkroppen i kraft-hastighetsprofilen. Det ble også vist en høy korrelasjon mellom parameterne i kraft-hastighetsprofilen (kraft, hastighet og power) og prestasjon hos unge roere (Giroux et al., 2017). Videre har det blitt vist at ungdom er raskere enn barn på 30 meter sprint. Dette begrunnes med både økt kraft, men også spesielt hastighet gjennom en kraft-

hastighetsprofil (Rossi, Slotala, Samozino, Morin & Edouard, 2017). Rossi et al. (2017) som konkluderte med at ungdom var mer hastighetsdominerte enn barn.

3.0 Metode

3.1 Design

Denne studien er en del av et større doktorgradsprosjekt i regi av Institutt for Folkehelse, Idrett og Ernæring ved Universitetet i Agder (UIA) som undersøker forekomst og utvikling av relativ energimangel hos unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge. Hovedprosjektet ledes av Professor Monica Klungland Torstveit hvor Thomas Birkedal Stenqvist er doktorgradsstipendiat og prosjektansvarlig. Prosjektet følger nystartede toppidrettselever ved første trinn over tre år (videregående skole) med totalt seks datainnsamlingspunkter, som alle følger samme protokoll. Datainnsamlingen foregår i samme tidsrom, en før sesong og en etter sesong i løpet av et skoleår. Denne studien vil ta for seg data fra første datainnsamling (høsten 2017) og vil derfor bli en tverrsnittundersøkelse som vist i figur 4.



Figur 4. Masteravhandlingens tidsrom er uthevet fra det fullstendige doktorgradsprosjektet. Tidsrommet ligger i målingen på Q4 (okt-des), hvilket ligger i slutten av sesong for sommeridrettene og i starten av sesongen for vinteridrettene.

3.2 Utvalg

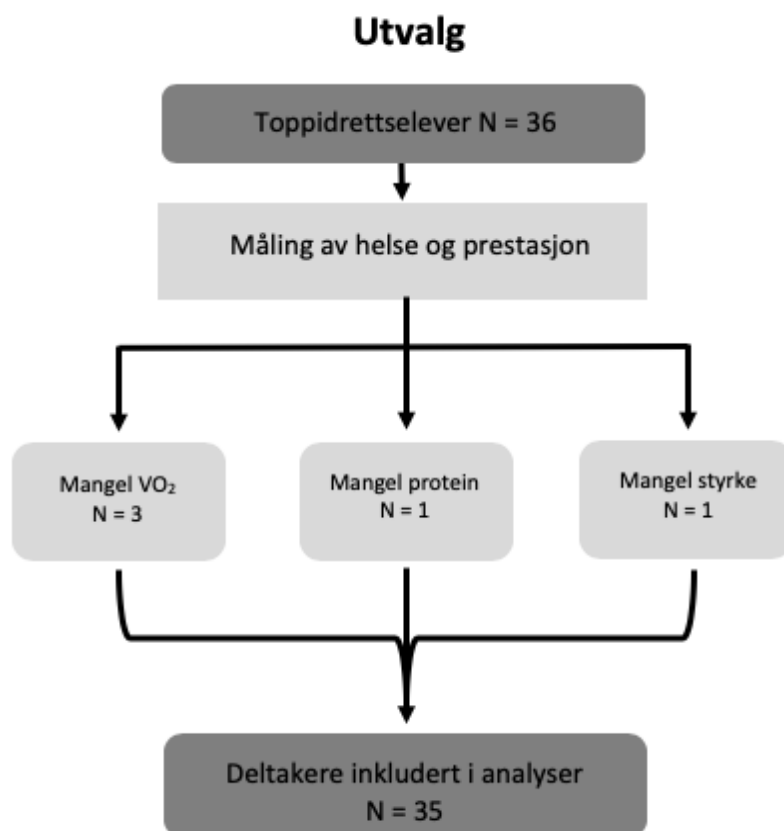
Utvalget består av 36 unge idrettsutøvere fra Sør-Norge som er aktive innen ulike idretter på regionalt og/eller nasjonalt nivå. Utøverne er rekruttert høsten 2017 fra de fire videregående skolene i Sør-Norge med toppidrettslinjer, Kristiansand Katedralskole Gimle (KKG), Hovden Skigymnas, Sirdal Videregående Skole og Akademiet. Utøverne representerer enten utholdenhetsidrettene langrenn, skiskyting, triatlon og orientering eller ballidrettene fotball og håndball. En oversikt over deltakerne delt i utholdenhetsidrett og ballidrett, samt kjønn og tilhørighet finnes i tabell 1. Inklusjonskriteriene til prosjektet var; (1) deltakerne måtte være elev ved videregående skole med toppidrettslinje ved prosjektets begynnelse høsten 2017. (2) deltakerne måtte være konkurranseaktive innen sin idrett på regionalt og/eller nasjonalt nivå. (3) fravær fra sykdom og skader som kunne hindre deltakelse i prosjektet eller gjennomføring av testing.

Tabell 1. Oversikt over utvalgets idrettsgruppe, kjønn og skole

	<i>Utholdenhetsidrett</i>	<i>Ballidrett</i>
<i>Hovden skigymnas</i>	8	0
<i>Sirdal videregående skole</i>	10	0
<i>Akademiet</i>	0	3
<i>KKG</i>	6	9
Totalt antall	24	12
<i>Jenter</i>	9	4
<i>Gutter</i>	15	8

3.2.1 Frafall

Det har vært frafall fra studien av forskjellige grunner i løpet av datainnsamlingen. Ved første datainnsamling i Q4 i 2017 ble ingen ekskludert fra studien. En deltaker manglet test av VO_{2maks} på grunn av skade, mens en annen deltaker manglet både test av VO_{2maks} og styrke, begge på grunn av skader. Det var også en som ikke gjennomførte siste VO_{2maks} test, da vedkommende trakk seg fra studien videre. Oversikt over frafall og datagrunnlag kan ses i figur 5.

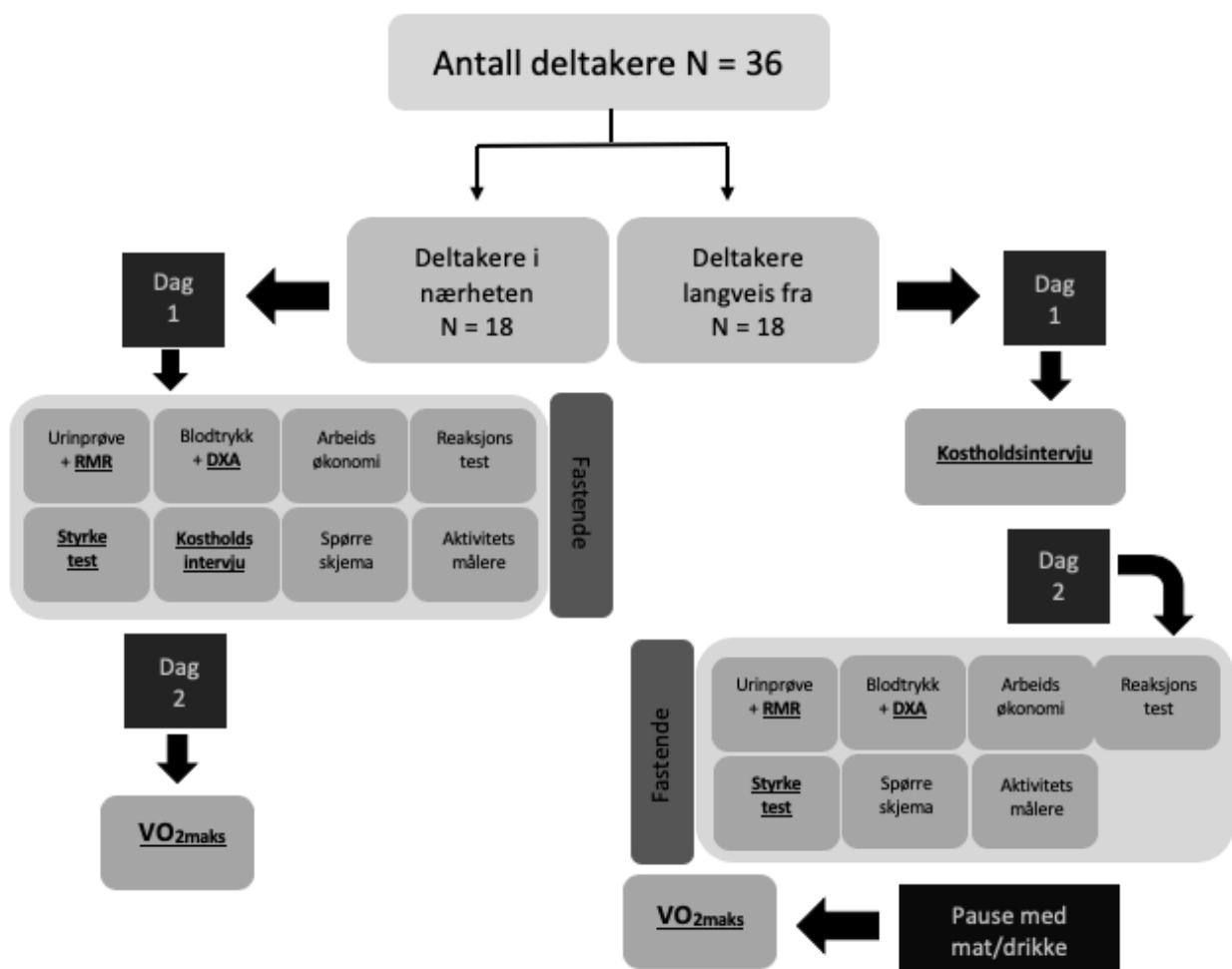


Figur 5. Oversikt over rekruttering, frafall og datagrunnlag i denne studien. Alle deltakerne ble inkludert i analysene, med unntak av deltakeren som manglet styrkevariabler, fordi det var forskjellige deltakere som manglet forskjellige data.

3.3 Gjennomføring av datainnsamling

Testbatteriet som ble brukt under datainnsamlingen var et utvalg av valide, reliable og standardiserte tester. De fleste undersøkelser og tester av prestasjons- og helsevariabler, samt kostholdsregistrering, ble gjennomført på UIA/Olympiatoppen Sørs lokaler i andre etasje på Spicheren treningssenter. Registreringen av deltakernes daglige aktivitet ble kontrollert med en aktivitetsmåler (Sensewear armband, BodyMedia, Inc., Pittsburgh, PA, USA/ActiGraph GT3X®, Pensacola, FL, USA), mens deltakernes daglige trening ble kontrollert med pulsutstyr (Polar Elektro Oy, Kempele, Finland), og ble gjennomført en uke i forkant av testdagene, under deltakernes normale hverdag. I forkant av testperioden fikk deltakerne utlevert et informasjonsskriv med informasjon om prosjektet og samtykke om deltakelse og deltakernes rettigheter under prosjektet, som måtte signeres (vedlegg 2).

Testperioden bestod av to dager med testing for deltakerne og spørreskjemaer ble fylt ut før eller etter måling av helsevariabler. Deltakerne som bodde i nærheten av UIA sine testlaboratorier (KKG og akademiet) brukte en dag på test av helsevariabler (se punkt 3.4), samt en ny dag i løpet av en ukes periode (minst en dag mellom testdagene) med maksimalt oksygenopptak (VO_{2maks}). Deltakerne med lang reisevei (Hovden og Sirdal) ankom laboratoriet dagen før testing. Etter ankomst ble kostholdsregistrering gjennomført etterfulgt av overnatting på UIA/Olympiatoppen Sør. Dagen etter ble de resterende testene gjennomført fra tidlig om morgenen. Under alle testene skulle deltagerne være fastende, med unntak av VO_{2maks} og kostholdsintervju. Gjennomføringen av testene vises i figur 6.



Figur 6. Oppsett for testing av deltakerne. RMR=Hvilemetabolisme, DXA= Dual-energy X-ray absorptiometry, VO_{2maks} =Maksimalt oksygenopptak. Tester brukt i analysene er uthevet med fet skrift.

3.4 Testbatteri

Det ble gjennomført flere tester ved datainnsamlingen. Testene brukt i denne masteroppgaven vil bli nøyere forklart i det påfølgende avsnitt.

3.4.1 Kartlegging av høyde og vekt

For å kartlegge deltakerne, ble det i forkant av testbatteriene gjort målinger av både høyde og vekt. Høyde ble målt med en stasjonær centimeterskala, uten sko. Utøvernes kroppsvekt ble målt med en elektronisk vekt (Seca Optima, Seca, UK), uten sko og kun iført lette klær.

3.4.1 Hvilemetabolisme

RMR ble målt via indirekte kalorimetri ved bruk av et åpent system (Oxycon Pro, Eric Jeager, Tyskland). For å registrere gassutveksling ble en hette benyttet (Oxycon Pro, Eric Jeager, Germany). Gasser, med kjent konsentrasjon ble gjennom en automatisert prosess kalibrert mellom hver test. For å sikre korrekt kalibreringen av flow-turbinen (Triple V, Eric Jeager) ble en automatisert prosess fra fabrikanten benyttet (Hans Rudolph, Kansas, MO, USA). Underveis i testen ble hjertefrekvens under hvile registrert ved bruk av Polar pulsklokke (M400, Polar Elektro Oy, Kempele, Finland). Deltakerne møtte på laboratoriet i fastende tilstand (minimum 9 timer) mellom kl. 05.00 og 08.00. Ingen inntak av alkohol og/eller nikotin i forkant av testen var tillatt. For å sikre så lite aktivitet i forkant av testene, skulle fremkomsten til laboratoriet skje via motorisert transport hvis deltakerne var bosatt i nærheten, alternativt ble de tilbudt overnatting ved laboratoriet. Varigheten på RMR-målingen var beregnet til ca. 30 minutter, og målingene/kalibreringene ble utført etter Compher, Frankenfield, Keim og Roth-Yousey (2006) sin standard. Deltakerne lå på en seng i nøytral og behagelig stilling i 5-10 minutter før testen startet for å sikre stabile måleresultater. Underveis i testen måtte deltakerne ligge helt i ro, uten å sovne og ble jevnlig kontrollert av testleder.



Figur 7. En RMR måling av utøver.

Rådata (VO_2 og VCO_2) fra Oxycon ble benyttet til å utregne deltakernes absolutte RMR ved bruk av Weir (1949) ligning; $RMR \text{ (kcal)} = [(VO_2) (3.941) + (VCO_2)(1.11)]$. Predikert absolutt RMR ble utregnet ved bruk av Cunningham (1980) ligning; $RMR \text{ (kcal/dag)} = 500 + (22 \times \text{kg FFM})$. RMR-ratio ble utregnet ved følgende formel: $RMRratio = [\text{målt RMR} / \text{predikert RMR}]$. En ratio på mellom 0,9-1,1 ble definert som normal RMR (De Souza et al., 2008).

3.4.3 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning i form av FFM, fettmasse og beinmineraltetthet (BMD) ble målt ved hjelp av dobbel røntgen absorpsjonsmetri (DXA) (GE-Lunar Prodigy, Madison, WI, USA). Målingen ble utført umiddelbart i etterkant av RMR-testen, med lette klær og uten smykker eller noen form for metall på kroppen. Varigheten på testen var ca.15 minutter. I tillegg til fettfri- og fettmasse ble beinmineralinnholdet (BMC) målt følgende steder; Lumbalvirvlene L1-L4, hofte og lårhals samt helkropp. Prosedyren som ble brukt under testing fulgte Nana,

Slater, Stewart og Burke (2015) sin protokoll for standardisering av DXA- målinger av kroppssammensetning på idrettsutøvere.

3.4.4 Kostholdsregistrering

For å kartlegge deltakernes energiinntak ble det benyttet et modifisert semi-strukturert kostholdsintervju, og intervjuet ble gjennomført som et utvidet 24-timers recall intervju. Deltakerne ble først og fremst spurt om kostholdet inntil de siste 24 timer, etterfulgt av et utvidet 7 dagers retrospektivt intervju. Som et hjelpemiddel ble det, i forkant av intervjuet, utarbeidet et utvalg bilder av vanlige matvarer og måltider i ulike porsjoner. Målet med dette var å hjelpe deltakerne å lettere huske sitt inntak av mat og væske, samt få et visuelt inntrykk av mengde. I umiddelbar forkant av intervjuet ble deltakerne nøye instruert i hvordan intervjuet ville bli gjennomført, viktigheten av å være ærlig, at det ikke finnes riktige og gale svar, samt taushetsplikten til intervjueren. For å få frem riktige opplysninger av deltakerne, ble også intervjuer instruert til å skape et trygt miljø gjennom nøytrale tilbakemeldinger under intervjuet. En grundig praksisopplæring av intervjuerne ble gjennomført i forkant av testperioden. Intervjuets fremgangsmåte foregikk slik at deltakeren gjenga næringsinntaket sitt kronologisk for hvert måltid fra kl. 00.01 for hver enkelt dag. Dagene ble gått gjennom kronologisk fra nærmeste passerte dag og lengre tilbake i tid inntil måltidene for de syv siste dagene var registrert. Intervjuets varighet var på en til to timer, avhengig av mengden matvarer som ble registrert og betenkningstiden deltakeren brukte. Avslutningsvis i intervjuet ble det gjort en oppsummering av hva som var blitt registrert av intervjuer, for å gi deltakerne en mulighet til å opplyse om informasjon som ikke var registrert eller var uriktig. Målet med kostholdsintervjuet var å få beskrevet en normal uke som mulig, og på denne måten kunne få registrert et kosthold som var representativt for deltakerens kostvaner på lengre sikt. Ved situasjoner der deltakerne ikke klarte å memorere hva som var inntatt av næring under et måltid, ble man bedt om å beskrive et måltid som var representativt for et måltid på tilsvarende tidspunkt. For å få en så representativ registrering av deltakernes matvaner som mulig, var ikke deltakerne informert om registreringsmetoden i forkant av intervjuet, og kunne derfor ikke påvirke sitt matinntak i de aktuelle syv dagene.

I etterkant av intervjuet ble alle mat- og drikkevarer plottet inn i det elektroniske kostholdsregistreringsprogrammet, Dietist Net (Dietist Net, Kost och Näringsdata, Bromma,

Sweden), som blant annet har tilgang til den norske matvaretabellen, med tilgang til næringsinnholdet til over 1600 matvarer (MILLUM PDB).

3.4.5 Maksimalt oksygenopptak

Under måling av maksimalt oksygenopptak ($VO_{2\text{maks}}$) ble VO_2 målt (Metamax 3B, CORTEX Biophysik GmbH, Walter-Köhn-Str. 2d, 04356 Leipzig, Germany) til utmattelse hvor gjennomsnittet av de to høyeste målingene ble benyttet i analysene. Deltakerne varmet opp etter eget ønske, men med sterke anbefalinger om minimum 15-20 minutter. Deltakerne brukte en Hans Rudolph maske (Hans Rudolph, Kansas, MO, USA) som var festet med stropper bak hodet på to punkter. Laktat ble målt mellom 30 og 60 sekunder etter testens slutt. Deltakeren løp på en motorisert tredemølle hvor hver deltaker startet på en valgt hastighet vurdert av testleder med målsetting om at testtiden burde vare mellom 4-8 minutter. Tredemøllen var stilt inn på 10,5% (6 grader) stigning gjennom hele testen og hastigheten økte med 1km/t/min til utmattelse. Masken deltakerne brukte ble testet for lekkasjer før hver test. Se Tanner og Gore (2013, s. 307) for nøyaktig beskrivelse av protokoll.

3.4.6 Muskelfunksjon

Muskelfunksjon ble målt ved hjelp av et pneumatisk beinpressapparat (Keiser, AIR300 leg press), hvor en antatt motstand ble vurdert av testleder før start. Utøveren hadde som mål å fullføre så mange repetisjoner som mulig, men testleder justerte motstanden så utøveren skulle være ved utmattelse på rundt 10 repetisjoner. Deltakeren skulle ha 90 grader i kneleddet ved startposisjon, holde i håndtakene på hver side, sete skulle ikke forlate underlaget under hele testen og presse så raskt som mulig på hver repetisjon samt en rolig eksentrisk bevegelse tilbake til startposisjon. Deltakerne fikk to forsøk før testen startet på første repetisjon som en tilvenning. Det ble gradvis større motstand for hver repetisjon, samtidig som utøveren fikk noe lengre pause for hver repetisjon. Deltakerne holdt på til utmattelse, selv om det var flere eller færre enn 10 repetisjoner. Testen gir en kraft/hastighetsprofil med en helningsgrad, i tillegg til en estimert maksimal kraft, estimert maksimal hastighet, estimert maksimal power (P_{maks}) og estimert kraft ved 0,3 m/s som er tilnærmet hastighet ved et en repetisjon maksimum (1RM) løft (Riviere et al., 2017).



Figur 8. Testing av muskelfunksjon av utøver.

3.5 Statistiske analyser

For analyse av innsamlet data ble statistikkprogrammet SPSS for Macintosh benyttet (v.24; SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Figurene og tabellene ble laget i enten Word (Microsoft Word for Mac, 2018. v.15.32), Excel (Microsoft Excel for Mac, 2018. v.15.32) eller GraphPad Prism 8 (GraphPad Software for Mac, 2019, San Diego, v.8). Dataene ble kontrollert for normalfordeling gjennom sammenligning av median og gjennomsnitt. I tillegg ble histogram og skewness-verdien undersøkt og vurdert. Data som ble vurdert som normalfordelt ble beskrevet ved gjennomsnitt og standardavvik. Deltakerne ble fordelt inn i gruppene ballidrettsutøvere eller utholdenhetsutøvere basert på hva slags type idrett hver enkelt deltaker praktiserte. For å sammenligne gruppene ble det brukt en Independent sample T-test, hvor signifikansverdien ble definert som $P < 0,05$.

Korrelasjon ble undersøkt ved hjelp av Pearson's analyse. For å sammenligne korrelasjonen mellom idrettsgruppene ble det brukt en «Fisher r to z transformation» (Lowry, 2001; Solutions,

2019) hvor r-verdien ble omdannet til en z-verdi som ble brukt til å regne ut P-verdien med en signifikansverdi på $P < 0,05$.

3.6 Etske overveielser

Alle deltakerne i prosjektet var forsikret via at staten er selvassurandør for universitetene. Prosjektet har blitt godkjent av fakultetets etiske komite og NSD (se vedlegg 3 og 4). Det er etiske fordeler og ulemper involvert i prosjektet som må overveies. Spesielt å kunne teste fysisk kapasitet og helsevariabler av betydning for idrettslig prestasjon uten kostnader på UiA/OLT Sør ansees å være en fordel. Deltakerne bidrar også til å skaffe ytterligere kunnskap rundt forklarende faktorer for muskelstyrke blant unge toppidrettsutøvere. Med tanke på energitilgjengelighet har alle fått kartlagt om energitilgjengeligheten er god nok og har mulighet til å få tilbakemeldinger på kostholdsvaner og utvalgte helsevariabler over tid. Deltakerne har også fått målt RMR og kroppssammensetning med gullstandard målemetoder over tid. Deltakerne har fått laget en kraft-hastighetsprofil som kan brukes for å forbedre treningsforhold i fremtiden.

Noen ulemper med å være med i prosjektet kan være at deltakerne måtte møte til testing to dager hver 6. måned i tre år, hvorav en av testdagene i hver periode måtte være fastende. Slike testinger kunne ligge i skoletiden, da primært ved å erstatte andre treningsøkter, men har i de fleste tilfeller ikke hatt en varighet på mer enn 3 timer per deltaker. Deltakerne kunne heller ikke trene intensive treningsøkter dagen før testing, så det kan ha ført til endringer i deltakernes treningsplaner. De måtte være opplagte til hver test og gjennomføre disse med god innsats, som tilsier at motivasjonen for testingen bør ha vært tilstede. For noen kunne måling av RMR og VO_{2maks} oppleves ubehagelig, enten ved ubehag av å ha hetten over hodet eller å løpe til utmattelse med maske. Det kunne også være en viss risiko for overbelastning ved testingen, men siden alle var godt trente utøvere ansees risikoen som liten. Et sensitivt tema kan ha vært kostholdsvaner. For mange kan det være ubehagelig å dele kostholdsvaner med andre. Utøverne måtte kartlegge kostholdet og aktivitetsnivået sitt hver 6. måned i et år, da 7 dager ved hver anledning.

Opplysninger om deltakerne ble behandlet uten navn og fødselsnummer, eller andre direkte gjenkjennbare opplysninger. Hver deltakerne fikk et eget ID nummer. Tester som ble gjennomført og data som ble innhentet, ble knyttet til dette ID nummeret. Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har hatt adgang til ID nummeret. Koblingsnøkkelen som kan identifisere deltakerne og knytte disse til ID nummeret, ble oppbevart i en safe hos prosjektansvarlig. Innsamlet data ble benyttet i denne studien innen idrettsvitenskap, men alltid anonymt. Dataene vil også kunne bli brukt i anonymisert form til publisering i tidsskrift, undervisning og kongresser i ettertid. Alle forsøkspersonene har rett til å få innsyn i data som er registrert på seg selv. Det var helt frivillig å delta i prosjektet. Forsøkspersonene kunne når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke sitt samtykke til å delta i prosjektet. Et detaljert informasjonsskriv ble utlevert til samtlige deltakere før prosjektet startet (se vedlegg 1).

4.0 Resultater

4.1 Beskrivelse av utvalg

Totalt 36 deltakere, 23 gutter og 13 jenter, hvorav 12 ballspillutøvere og 24 utholdenhetsutøvere dannet grunnlaget for resultatene presentert i denne studien. Guttene var høyere, hadde mer FFM, lavere fettprosent og høyere VO_{2peak} enn jentene ($P < 0,01$), og det var ingen signifikante forskjeller for kjønn blant de andre variablene (tabell 2). Det var ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene med unntak av ballspillutøverne som hadde høyere kroppsvekt og BMI enn utholdenhetsutøverne ($P < 0,05$) (tabell 2).

Tabell 2. Beskrivende data for deltakerne totalt, og delt for kjønn og idrettsgruppe.

	Alle (N = 36)	Gutter N = (23)	Jenter N = (13)	P-verdi	Ballspill (N = 12)	Utholdenhet (N = 24)	P-verdi
Alder (år)	16,4 ± 0,3	16,5 ± 0,3	16,4 ± 0,3	0,844	16,5 ± 0,3	16,4 ± 0,3	0,523
Høyde (cm)	177,6 ± 7,7	180,4 ± 7,5**	172,5 ± 5,3	0,002	179,7 ± 7,5	176,5 ± 7,8	0,251
Kroppsvekt (Kg)	65,7 ± 8,1	66,6 ± 8,8	63,9 ± 6,6	0,339	70,3 ± 7,6*	63,4 ± 7,5	0,014
BMI (Kg/m²)	20,8 ± 1,8	20,4 ± 1,7	21,5 ± 1,7	0,087	21,7 ± 1,5*	20,3 ± 1,7	0,019
FFM (Kg)	55,1 ± 8,7	59,4 ± 7,7***	47,6 ± 4,1	<0,001	58,0 ± 9,5	53,7 ± 8,2	0,165
FM (%)	17,5 ± 7,7	12,4 ± 3,6***	26,5 ± 3,9	<0,001	18,8 ± 7,6	16,8 ± 7,9	0,476
VO_{2peak} (ml/kg/min)	57,2 ± 6,8 ^c	61,0 ± 4,9 ^b ***	50,4 ± 3,5 ^a	<0,001	56,1 ± 7,6 ^a	57,7 ± 6,4 ^b	0,522

Data er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik. FFM = fettfri masse, FM (%) = prosentvis fettmasse, BMI = kroppsmasseindeks, VO_{2peak} = høyeste målte oksygenopptak. Forskjell mellom kjønn eller idretter: * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001. ^a = Mangler data fra 1 deltaker, ^b = Mangler data fra 2 deltakere, ^c = Mangler data fra 3 deltakere.

4.2 Muskelfunksjon

Ballspillutøverne hadde en signifikant høyere 1RM enn utholdenhetsutøverne ($P < 0,01$), og relativ $1RM_{FFM}$ er signifikant høyere hos ballspillutøverne enn hos utholdenhetsutøverne ($P < 0,05$). Ballspillutøverne har en signifikant lavere helningsgrad enn utholdenhetsutøverne ($P < 0,05$) (tabell 3).

Tabell 3. Beskrivende data for muskelfunksjon totalt og delt for idrettsgrupper.

	Alle (N = 36)	Ballspill (N = 12)	Utholdenhet (N = 24)	P-verdi
1RM (N)	2126,1 ± 405,3 ^a	2370,2 ± 424,8 ^{**}	1998,7 ± 338,0 ^a	0,008
P_{maks} (W)	1069,8 ± 221,8 ^a	1169,2 ± 229,3	1018,0 ± 203,8 ^a	0,054
Helningsgrad (N)	-1624,1 ± 441,3 ^a	-1851,0 ± 446,9 [*]	-1505,7 ± 397,9 ^a	0,026
Relativ 1RM_{FFM} (N)	38,5 ± 4,6 ^a	40,9 ± 4,0 [*]	37,2 ± 4,5 ^a	0,021
Relativ 1RM_{kg} (N)	32,4 ± 4,5 ^a	33,7 ± 5,0	31,6 ± 4,1 ^a	0,188
Relativ P_{maks/FFM} (W)	19,3 ± 2,1 ^a	20,1 ± 1,4	18,8 ± 2,2 ^a	0,078
Relativ P_{maks/kg} (W)	16,3 ± 2,6 ^a	16,6 ± 2,3	16,1 ± 2,7 ^a	0,598

Data er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik. 1RM = 1 repetisjon maksimum, P_{maks} = maksimal power, N = Newton, W = Watt. ^a = mangler 1 deltaker. Forskjeller mellom idretter: * = $P < 0,05$, ** = $P < 0,01$.

4.3 Hvilemetabolisme

Gjennomsnittlig absolutt RMR blant deltakerne var $1763,5 \pm 235,3$ kcal/dag, og ingen signifikante forskjeller mellom utholdenhetsutøverne ($1730,6 \pm 220$ kcal/dag) og ballspillutøverne ($1829 \pm 260,8$ kcal/dag) ble funnet. Den gjennomsnittlige relative RMR var $32,2 \pm 2,3$ kcal/kg FFM/dag, og ingen signifikante forskjeller mellom utholdenhetsutøverne ($32,4 \pm 2,4$ kcal/kg FFM/dag) og ballspillutøverne ($31,7 \pm 2,1$ kcal/kg FFM/dag) ble funnet.

4.3.1 Absolutt RMR

Absolutt RMR korrelerte signifikant med både 1RM, samt P_{maks} og relativ $P_{maks/kg}$ på hele utvalget (figur 9 og 10). Blant utholdenhetsutøverne ble det funnet signifikante korrelasjoner på 1RM, samt $P_{maks/kg}$. Blant ballspillutøverne ble det funnet signifikante korrelasjoner på 1RM, samt P_{maks} og relativ $P_{maks/kg}$ (tabell 4). Ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene ble funnet. Videre korrelerte absolutt RMR signifikant positivt med FFM ($P < 0,001$).

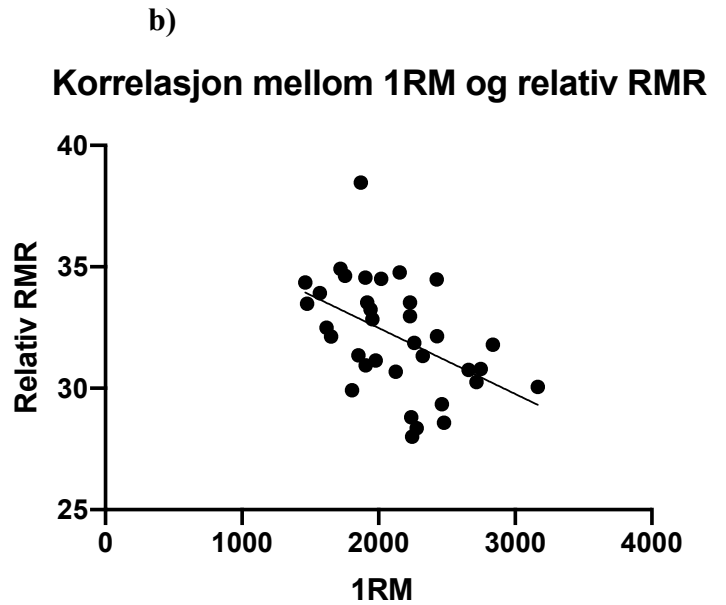
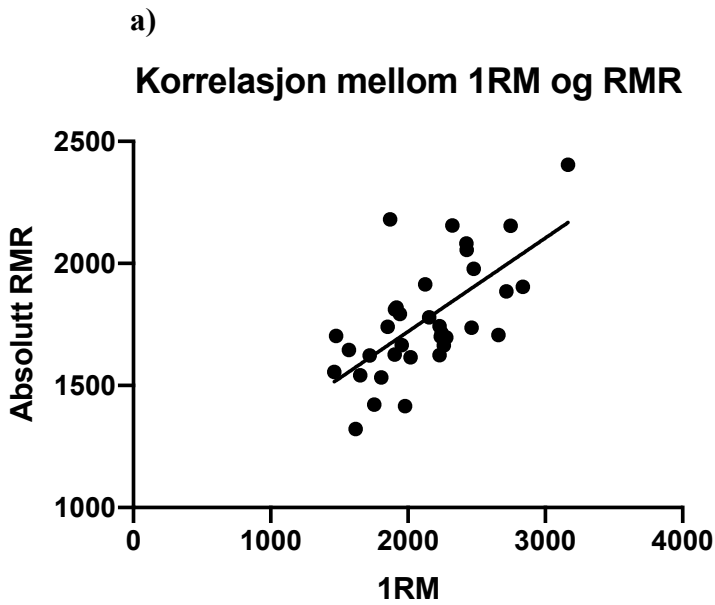
4.3.2 Relativ RMR

Relativ RMR korrelerte negativt med både 1RM og P_{maks} , samt relativ $1RM_{kg}$ og relativ $P_{maks/kg}$ (figur 9 og 10). Blant utholdenhetsutøverne ble det funnet en negativ korrelasjon på 1RM og P_{maks} , samt relativ $P_{maks/kg}$. Blant ballspillutøverne ble det ikke funnet noen korrelasjoner, samt ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene (tabell 4). Relativ RMR korrelerte signifikant negativt med FFM ($P = 0,001$).

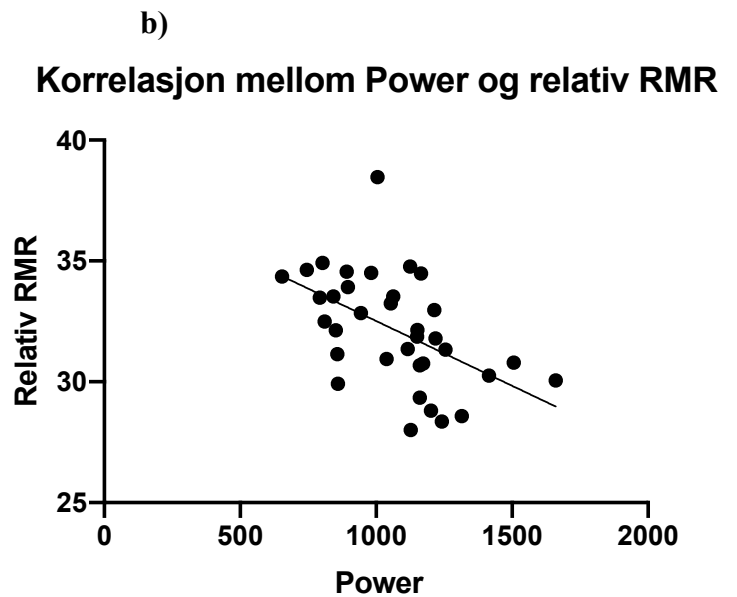
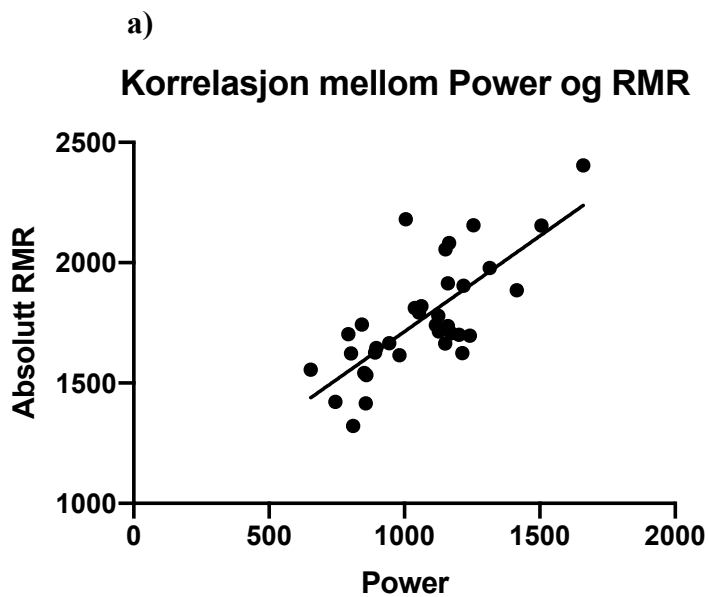
4.3.3 Subanalyser

Under subanalyser av relativ RMR ble det undersøkt forskjeller mellom de ti deltakerne med høyest relative RMR, og de ti deltakerne med laveste relative RMR hvor det er en signifikant forskjell ($P < 0,01$) i både 1RM og P_{maks} (tabell 5). Blant utholdenhetsutøverne er det en signifikant forskjell ($P < 0,01$) i 1RM og P_{maks} , mens hos ballspillutøvere er det ingen signifikante forskjeller.

Forskjeller mellom de ti laveste relative RMR og resten av utvalget viste samme signifikante forskjeller som blant høy RMR og Lav RMR gruppene. Helningsgraden viste ingen signifikante forskjeller mellom noen av gruppene.



Figur 9. Viser korrelasjon for a) 1RM med absolutt RMR og b) 1RM med relativ RMR hvor hver prikk representerer en deltaker.



Figur 10. Viser korrelasjon for a) P_{maks} med absolutt RMR og b) P_{maks} med relativ RMR hvor hver prikk representerer en deltaker.

Tabell 4. Korrelasjon av RMR og styrkevariabler totalt og delt for idrettsgruppe.

		Alle		Ballspill		Utholdenhet		Z-score	
		R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	R-verdi	P-verdi	Z-score	P-verdi
		N = 35		N = 12		N = 23			
1RM (N)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	0,657***	<0,001	0,789**	0,002	0,552**	0,006	1,11	0,267
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,479**	0,004	-0,380	0,224	-0,530**	0,009	0,47	0,638
P_{maks} (W)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	0,746***	<0,001	0,887***	<0,001	0,639**	0,001	1,62	0,105
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,517**	0,001	-0,407	0,189	-0,557**	0,006	0,49	0,624
Helningsgrad	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	-0,268	0,120	-0,383	0,219	-0,108	0,623	-0,74	0,459
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	0,218	0,208	0,214	0,504	0,165	0,450	0,13	0,897
1RM_{FFM} (N)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	-0,128	0,462	-0,05	0,878	-0,316	0,142	0,69	0,490
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,072	0,680	0,082	0,800	-0,059	0,789	0,35	0,726
1RM_{kg} (N)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	0,194	0,265	0,359	0,252	0,017	0,939	0,89	0,374
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,349*	0,040	-0,241	0,451	-0,381	0,073	0,39	0,697
P_{maks}/FFM (W)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	0,134	0,442	0,314	0,320	0,003	0,990	0,80	0,424
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,228	0,187	-0,019	0,953	-0,248	0,254	0,58	0,562
P_{maks}/kg (W)	<i>Absolutt RMR (kcal/dag)</i>	0,349*	0,040	0,584*	0,046	0,225	0,302	1,10	0,271
	<i>Relativ RMR (kcal/kg FFM/dag)</i>	-0,406*	0,015	-0,337	0,284	-0,422*	0,045	0,25	0,803

Data er presentert med Pearson korrelasjonsverdi og P-verdi. 1RM = 1 repetisjon maksimum, P_{maks} = maksimal power, RMR = resting metabolic rate, N = Newton, W = Watt, 1RM_{FFM} = 1RM/FFM, 1RM_{kg} = 1RM/kroppsvekt. Z-score viser forskjeller mellom idrettsgruppene. * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001

Tabell 5. Subanalyser av relativ RMR som viser forskjell mellom de ti høyeste RMR og de ti laveste RMR, samt delt for idrettsgruppe.

		Alle	P-verdier	Utholdenhet	P-verdier	Ballspill	P-verdier
1RM (N)	<i>Høy RMR (N=9)¹</i>	1875,8 ± 296,0**	0,003	1756,0 ± 241,7**	0,002	2115,5 ± 274,2	0,317
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	2417,8 ± 373,3		2368,9 ± 232,1		2466,8 ± 503,7	
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	2417,8 ± 373,3**	0,005	2368,9 ± 232,1**	0,003	2466,8 ± 503,7	0,532
	Resterende (N=25) ³	2009,4 ± 361,7		1895,9 ± 289,3		2301,2 ± 385,1	
P_{maks} (W)	<i>Høy RMR (N=9)¹</i>	918,5 ± 169,3**	0,002	871,3 ± 173,4**	0,002	1013,0 ± 139,2	0,317
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	1231,2 ± 207,8		1251,6 ± 116,9		1210,7 ± 287,2	
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	1231,2 ± 207,8**	0,005	1251,6 ± 116,9**	0,002	1210,7 ± 287,2	0,620
	Resterende (N=25) ³	1005,3 ± 195,8		953,1 ± 173,3		1139,6 ± 197,4	
Helningsgrad	<i>Høy RMR (N=9)¹</i>	-1483,5 ± 282,8	0,058	-1373,8 ± 260,3	0,099	-1703,0 ± 205,3	0,428
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	-1786,0 ± 357,0		-1635,8 ± 199,7		-1936,1 ± 436,5	
	<i>Lav RMR (N=10)²</i>	-1786,0 ± 357,0	0,173	-1635,8 ± 199,7	0,421	-1936,1 ± 436,5	0,602
	Resterende (N=25) ³	-1559,4 ± 461,3		-1469,5 ± 434,9		-1790,3 ± 478,3	

Data er presentert med gjennomsnitt ± standardavvik og P-verdi for forskjeller mellom gruppene. 1RM = 1 repetisjon maksimum, P_{maks} = maksimal power, U=utholdenhet, B=ballspill, ¹ = (U=6 B=3), ² = (U=5 B=5), ³ = (U=18 B=7). Forskjeller mellom RMR-grupper og idrettsgrupper: ** = P < 0,01

4.4 Proteininntak

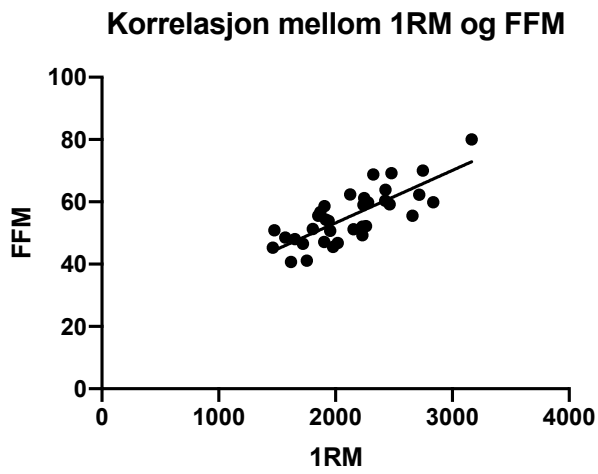
Det gjennomsnittlige proteininntaket per dag blant deltakerne var på 129 ± 50 g/dag. Det gjennomsnittlige proteininntaket per dag korrelerte signifikant med 1RM, P_{maks} , $P_{maks/kg}$ ($P < 0,01$), samt $P_{maks/FFM}$ og $1RM_{kg}$ ($P < 0,05$). Utholdenhetsutøverne hadde et gjennomsnittlig proteininntak på $122,4 \pm 48$ g/dag og ballspillutøverne på $143,3 \pm 53,7$ g/dag, men det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Delt for idrettsgruppene korrelerte proteininntaket signifikant med P_{maks} og $P_{maks/kg}$ for ballspillutøverne ($P < 0,01$), samt med 1RM ($P < 0,05$). Blant utholdenhetsutøverne korrelerte proteininntaket signifikant med P_{maks} og $P_{maks/kg}$ ($P < 0,01$) (tabell 6).

Det gjennomsnittlige relative proteininntaket per dag blant deltakerne var på $1,97 \pm 0,74$ g/kg kroppsvekt/dag. Det relative proteininntaket korrelerte signifikant ($P < 0,01$) med P_{maks} og $P_{maks/kg}$, samt med $1RM_{kg}$ og $P_{maks/FFM}$ ($P < 0,05$). Utholdenhetsutøverne hadde et gjennomsnittlig relativt proteininntak på $1,95 \pm 0,8$ g/kg/dag og ballspillutøverne på $2 \pm 0,7$ g/kg/dag, men det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene. Delt for idrettsgruppene korrelerte det relative proteininntaket signifikant med P_{maks} og $P_{maks/kg}$ hos ballspillgruppen ($P < 0,05$), hvor samme signifikante korrelasjon ble funnet hos utholdenhetsutøverne ($P < 0,05$) (tabell 6.).

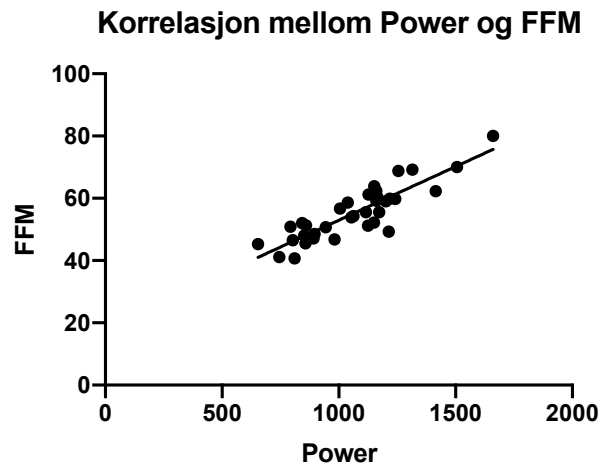
4.5 kroppssammensetning

FFM korrelerte signifikant positivt ($P < 0,01$) med 1RM, P_{maks} og $P_{maks/kg}$ (figur 11), men ingen av de resterende styrkevariablene viste signifikante korrelasjoner. Både ballspillutøverne og utholdenhetsutøverne hadde samme signifikante korrelasjon som ble vist med hele utvalget med unntak av $P_{maks/kg}$, som korrelerte signifikant ($P < 0,05$) med FFM hos ballspillutøverne, men ingen signifikant korrelasjon ble funnet for utholdenhetsutøverne. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene (tabell 7.).

a)



b)



Figur 11. Viser korrelasjon for a) FFM med 1RM og b) FFM med P_{maks} hvor hver prikk representerer en deltaker.

Tabell 6. Korrelasjon av proteininntak og styrkevariabler totalt og delt for idrettsgrupper.

		Alle		Ballspill		Utholdenhet			
		R-verdi	P-verdier	R-verdi	P-verdier	R-verdi	P-verdier	Z-score	P-verdier
		N = 34		N = 11		N = 23			
1RM (N)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,498**	0,003	0,66*	0,027	0,354	0,098	1,01	0,313
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,251	0,152	0,557	0,075	0,123	0,575	1,21	0,226
P_{maks} (W)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,713***	<0,001	0,789**	0,003	0,647**	0,001	0,71	0,478
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,484**	0,004	0,643*	0,033	0,444*	0,034	0,68	0,497
Helningsgrad	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,006	0,972	-0,249	0,461	0,280	0,196	-1,30	0,194
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,170	0,335	-0,254	0,450	0,408	0,053	-1,66	0,097
1RM_{FFM} (N)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	-0,102	0,568	-0,013	0,969	-0,263	0,226	0,61	0,542
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	-0,112	0,530	0,095	0,782	-0,212	0,332	0,74	0,459
1RM_{kg} (N)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,389*	0,023	0,466	0,149	0,305	0,158	0,45	0,653
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,405*	0,018	0,535	0,090	0,353	0,098	0,55	0,582
P_{maks}/FFM (W)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,399*	0,019	0,517	0,103	0,345	0,107	0,51	0,610
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,395*	0,021	0,518	0,103	0,384	0,071	0,40	0,689
P_{maks}/kg (W)	<i>Proteininntak (g/dag)</i>	0,678***	<0,001	0,771**	0,005	0,647**	0,001	0,60	0,549
	<i>Relativt proteininntak (g/kg/dag)</i>	0,700***	<0,001	0,765**	0,006	0,678***	<0,001	0,44	0,660

Data er presentert med korrelasjonsverdi og P-verdi. 1RM = 1 repetisjon maksimum, P_{maks} = maksimal power. Z-score og P-verdier viser forskjeller mellom idrettsgruppene. * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001

Tabell 7. Korrelasjon av FFM og styrkevariabler totalt og delt for idrettsgrupper.

		Alle		Ballspill		Utholdenhet		Z-score	P-verdier
		R-verdi	P-verdier	R-verdi	P-verdier	R-verdi	P-verdier		
		N = 35		N = 12		N = 23			
1RM (N)	<i>FFM (kg)</i>	0,784***	<0,001	0,848***	<0,001	0,741***	<0,001	0,74	0,459
P_{maks} (W)	<i>FFM (kg)</i>	0,878***	<0,001	0,950***	<0,001	0,825***	<0,001	1,64	0,101
Helningsgrad	<i>FFM (kg)</i>	-0,330	0,530	-0,415	0,180	-0,181	0,409	-0,64	0,522
1RM_{FFM} (N)	<i>FFM (kg)</i>	-0,076	0,662	-0,078	0,809	-0,236	0,279	0,40	0,689
1RM_{kg} (N)	<i>FFM (kg)</i>	0,323	0,059	0,399	0,199	0,210	0,337	0,52	0,603
P_{maks/FFM} (W)	<i>FFM (kg)</i>	0,218	0,208	0,295	0,353	0,124	0,574	0,45	0,653
P_{maks/kg} (W)	<i>FFM (kg)</i>	0,481**	0,003	0,642*	0,025	0,402	0,057	0,84	0,401

Data er presentert med korrelasjonsverdi og P-verdi. 1RM = 1 repetisjon maksimum, P_{maks} = maksimal power. Z-score og P-verdier viser forskjeller mellom idrettsgruppene. * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001

5.0 Diskusjon

5.1 Diskusjon av metode

I denne delen vil studiedesign, utvalg, gjennomføring av testene, validitet og reliabilitet samt styrker og svakheter ved studiens metode bli diskutert.

En av de største styrkene til studien er at den omhandler et emne som har vært lite forsket på tidligere, som også øker verdien av dataene. Det er gjort studier som omhandler styrke hos barn og ungdom (Hammami, Chaouachi, Makhoul, Granacher & Behm, 2016; McKinlay et al., 2017), men det ble ikke funnet studier som undersøker sammenhengen mellom muskelfunksjon og flere mulige avgjørende fysiologiske faktorer på unge toppidrettsutøvere.

5.1.1 Studiedesign

Datainnsamlingen i denne studien er utført gjennom bruk av kvantitativ metode. Gitt studiens tidsbegrensning, utvalg, frafall og dens formål, samt at den er gjennomført som en del av et større doktorgradsprosjekt, ble valget av et tverrsnittdesign ansett som passende. Dette designet tas i bruk når utvalget er av en ønsket gruppe som er passende til studiens formål og hvor all datainnsamling blir gjennomført ved et tidspunkt (Gratton & Jones, 2009). Tverrsnittdesign blir brukt for å få en oversikt over et fenomen ved en anledning eller en kortere periode, og brukes hovedsakelig til å finne prevalens og sammenhenger av det som ønskes undersøkt (Polit & Beck, 2010). Innen sosial forskning og spesielt forskning rettet mot idrett og sammenhengen mellom fysisk aktivitet og helse, er tverrsnittdesign antageligvis det designet som er mest benyttet (Gratton & Jones, 2009; Thomas, Nelson & Silverman, 2015).

Fordelene ved bruk av et tverrsnittdesign er blant annet at designet er gunstig og lett å gjennomføre da det ofte ikke stiller store krav til ressurser (Gratton & Jones, 2009; Polit & Beck, 2010). Dette gjaldt kun delvis i denne studien ettersom testutstyret som ble benyttet under registrering av kroppssammensetning, hvilemetabolisme og styrkevariabler, er kostbart. Samtidig ble det også benyttet innsamlingsmetoder som kan betraktes som mindre kostbart, som eksempelvis kostholdsintervju. Noe som derimot er ressurskrevende ved innsamlingsmetoden er personell, hvor minst fire testledere har samlet inn data gjennom testperioden. Rekruttering av deltakere i en tverrsnittstudie blir også ansett å være enklere, sammenlignet med eksperimentelle design, hvor det gjerne krever at deltakerne er med over lengre tid (Gratton & Jones, 2009). Dette kan igjen bli krevende siden hovedprosjektet går over

en lengre periode. Begrensningene ved designet er at det kun har et måletidspunkt, hvilket gjør at man verken kan si noe om kausalitet eller noe om langtidseffektene av funnene (Thomas et al., 2015). I denne studien ble det benyttet en tversnittundersøkelse grunnet et stort frafall ved andre målepunkt, spesielt av ballspillutøvere, men også grunnet studiens tematikk som er relativt urørt. Tversnittundersøkelser kan derfor være en god metode å starte med. Ved å ta i bruk et måletidspunkt gjør også at resultatene man får ikke nødvendigvis er tilsvarende ved et annet måletidspunkt, noe som kan være en svakhet i studiedesignet (Levin, 2006). Ettersom denne studien tar for seg idrettsutøvere er måletidspunktet en begrensning, da det foregikk i to ulike perioder for utvalget (før sesong for vinteridrettene og etter sesong for sommeridrettene). For idrettsutøvere periodiseres gjerne treningen gjennom en sesong. Dette medfører at treningen, og derfor også energiinntak og energiforbruk, kan endres underveis avhengig av treningsperioden man befinner seg i (Anderson, 2010). Dette medfører igjen at dataene rundt energitilgjengelighet og proteininntak heller ikke kan representere deltakernes verdier over tid.

5.1.2 Utvalg

Utvalget som ble rekruttert i denne studien besto av 36 første års videregående elever ved toppidrettslinjer i Sør-Norge. Under rekrutteringsfasen ble de ulike toppidrettslinjene oppsøkt og informert om prosjektet både muntlig og skriftlig, hvor elevene som var interessert selv tok kontakt med testleder for å delta i prosjektet. Utvalget som ble rekruttert var selvrekrutterte og derfor et ikke-sannsynlighetsutvalg (Hellevik, 2003). Til tross for at et tilfeldighetsutvalg er en sterkere utvelgelsesmetode med tanke på generalisering enn ikke-sannsynlighetsutvalg, krever et tilfeldighetsutvalg en større populasjon enn det denne studien har tilgjengelig (Polit & Beck, 2010). Denne utvelgelsesmetoden er likevel blant de mest brukte, selv om den betraktes som relativt svak (Polit & Beck, 2010). Bruken av et selvselektert utvalg kan bidra til at de mest motiverte deltar i studie, noe som kan føre til at de mest helsefokuserede utgjør størsteparten av utvalget og da skiller seg ut fra populasjonen man undersøker (Polit & Beck, 2010). Et mulig utfall av dette kan være at kun de beste og mest ambisiøse toppidrettsutøverne deltar i studien, noe som også var målet med rekrutteringen. Forhåpentligvis styrker dette studiens rekruttering siden sannsynligheten er stor for at det er mange ambisiøse elever ved en toppidrettslinje. For denne studien er likevel sannsynligheten for at utvalget representerer hele populasjonen (toppidrettselever i Sør-Norge) relativt stort, ettersom store deler av den totale populasjonen

deltok i studien med noen unntak. En svakhet ved utvalget vises ved den ujevne fordelingen av deltakere i de to idrettsgruppene, hvor et klart flertall av utvalget representerte idrettsgruppen utholdenhet.

Utvalget i denne studien utgjør en gruppe mennesker hvor totalpopulasjonen er relativt liten, som kan gjøre det vanskelig å rekruttere en større utvalgsstørrelse enn det denne studien har gjort. Sammenlignet med andre studier hvor det har vært omfattende testing med blant annet styrke, ser man at denne studiens utvalgsstørrelse er tilsvarende eller høyere (Nordström, Thorsen, Nordström, Bergström & Lorentzon, 1995), derimot studier hvor testingen er mindre omfattende ofte har høyere utvalgsstørrelse enn denne studien (Hammami et al., 2016; Pizzigalli, Micheletti Cremasco, A, Rainoldi & Benis, 2017). En utfordring som også er relevant er at gruppen som blir undersøkt kan bli betraktet som spesiell da den omhandler unge toppidrettsutøver, som kan føre til at flere ikke ønsker å delta i studien da det eksempelvis kan være forstyrrende for treningsopplegget utøveren utfører, spesielt om utøveren er på et høyt nivå i sin idrett.

Denne studiens inklusjonskriterier stilte krav til at deltakerne var nystartet første års videregående elev ved en toppidrettslinje i Sør-Norge. Videre krevdes det at deltakerne var friske og i stand til å delta på de ulike testene som la grunnlag for studiens datainnsamling. Det ble derimot ikke stilt noen fysiske krav for deltakelse i studien, og siden de ulike videregående skolene opererer med ulike inntakskrav til skolene var også deltakernes fysiske forskjeller relativt store. På grunn av at deltakerne kom inn på en toppidrettslinje er det sannsynlig å anta at f.eks. muskelstyrken er vesentlig bedre enn hos jevnaldrende i normalbefolkningen. Det ble ikke funnet lignende data for verken utøvere eller normalbefolkningen. Deltakerne har også blitt delt inn i enten ballspillsutøver eller utholdenhetsutøver, som da blir et naturlig inklusjonskriterie at deltakernes idrett inngikk i en av disse kategoriene. Til sist varierer deltakernes fysiske form og hverdag fra det til en voksen toppidrettsutøver selv om deltakerne blir kalt unge toppidrettsutøvere.

5.1.3 Datainnsamling

Ved innsamling av data er testing et viktig verktøy da man blant annet måler forekomsten av et fenomen, ser på sammenhenger mellom ulike variabler og ser på mulige effekter av ulike intervensjoner (Thomas et al., 2015). Da testene som velges kan være med på å påvirke resultatene i forskningen, spiller objektiviteten til testene en stor rolle for å få resultater som beskriver fenomenet som undersøkes så korrekt som mulig (Thomas et al., 2015). Reliable og valide tester, standardiserte testprotokoller, nøyaktig måleutstyr og kontrollerte forhold i testlaboratorium er faktorer som er en forutsetning for å få så nøyaktig og verifiserbar datainnsamling som mulig (Gratton & Jones, 2009; Thomas et al., 2015).

I denne studien ble flere av «beste praksis»-artikler eller instruksjoner fra produsent benyttet (eksempelvis under måling av DXA, RMR og muskelfunksjon). Dette for å få til så nøyaktige, valide og reliable målinger som mulig (Compher et al., 2006). Av samme grunn har også samme protokoll, samme testpersonell blitt brukt under samtlige tester. I forkant av hver test ble også deltakerne grundig informert om gjennomføringen og prosedyrene, og deltakerne ble holdt tilsyn til under hele testen. På denne måten ble flere overraskende og forstyrrende faktorer som kunne påvirke resultatene begrenset mest mulig, samtidig vet vi ikke hva deltakerne gjorde utenfor testområde i tiden før målingene med hensyn til forberedelser som for eksempel fastende tilstand. I perioden under testing av aktivitet og søvn, samt perioden mellom de ulike testsekvensene, ble det holdt en åpen dialog gjennom telefon mellom deltaker og testpersonell dersom det oppsto spørsmål eller hindringer/problemer underveis.

Videre gis en grundigere diskusjon av de ulike testene som er blitt benyttet i denne studien.

Hvilemetabolisme

RMR blir brukt som en alternativ markør for energitilgjengelighet i denne studien, noe som kan anses som en svakhet. Det vil ikke være mulig å si noe konkret om energitilgjengelighet ut i fra RMR, men det kan være en indikator.

RMR-målingen ble utført under de samme omstendighetene for hver måling, med unntak av at noen av målingene ble utført i et ulikt rom for å sikre stille og rolige omgivelser under hele

målingen. Det samme utstyret ble brukt under hver måling hvor Compher et al. (2006) sin «beste praksis»-protokoll ble fulgt. Utenom ved et par enkelte unntak var det samme testpersonell som gjennomførte målingene hver gang og det finnes ingen grunn til at byttet av testpersonell var med på å påvirke målingene i noen grad. Alle hadde gjennomgått samme testopplæring av samme testleder, som bidro til nøyaktige målinger selv ved bytte av testpersonell. Det som kan ha hatt en påvirkning selv med lik opplæring kan være testleders evne til å få deltakeren til å komme til ro, både før og etter målingens start, men også vurderinger for justeringer av utstyr i løpet av målingen. Bruken av indirekte kalorimetri er utbredt for måling av RMR, også hos idrettsutøvere som ble grunnlaget for valget av bruken i denne studien (Compher et al., 2006; da Rocha, Alves & da Fonseca, 2006). Måling av RMR har blitt kritisert for blant annet varierende og upresise målinger av FFM som er nødvendig for utregningen av predikert RMR med Cunninghams ligning som er brukt i denne studien (Cunningham, 1980; Wang, Heshka, Zhang, Boozer & Heymsfield, 2001). I denne studien ble FFM målt ved hjelp av DXA som anses som en relativt reliabel metode for måling av kroppssammensetning.

For å finne den predikerte RMR ble Cunningham (1980) ligning brukt (se punkt 3.4.1). Denne ligningen er en av få som bruker FFM i utregningen, mens de fleste andre bruker høyde og vekt (Hasson, Howe, Jones & Freedson, 2011). Det anses å være en fordel å bruke FFM i ligningen på grunn av at FFM har en relativt stor innvirkning på RMR (Kim, Kim, Kim, Park & Kim, 2015), spesielt når det er måling av idrettsutøvere som det er i denne studien (Schofield, Thorpe & Sims, 2019). Cunningham (1980) ligning har blitt vist at er relativt lik målt RMR selv om andre ligninger som Harris og Benedict (1918) har vært nærmere målt RMR (S. H. Lee & Kim, 2012). Likevel ser det ut som Cunningham (1980) har den laveste feilmarginen av predikert RMR, samt høyest korrelasjon mellom predikert og målt RMR (S. H. Lee & Kim, 2012). For den målte RMR ble Weir (1949) ligning brukt siden det er en anerkjent og mye brukt metode. Av de 30 minuttene deltakerne målte RMR ble kun de 20 siste minuttene brukt i analysene for å få så stabile målinger som mulig, siden målingene kunne variere noe de første minuttene.

Kroppssammensetning

For å få en grundig beskrivelse av studiens deltakere og gi grunnlag for predikering av RMR, samt kunne undersøke proteininntak, muskelstyrke og RMR i forhold til kroppsvekt og FFM, ble det målt høyde, vekt og kroppssammensetning. Ved måling av deltakernes høyde og vekt ble samme forhold i form av mengde klær, tidspunkt (fastende tilstand) og måleinstrument brukt. Slike kontrollerte forhold rundt måling av høyde, vekt og kroppssammensetning er viktig for å bidra til økt validitet.

Ved måling av kroppssammensetning ble som nevnt DXA benyttet. DXA-måling er en metode for tre-komponents måling (beintetthet, lean masse og fettmasse) av kroppssammensetning som blir betraktet som gullstandard for målinger av beinmineralitet (BMD) (Toombs, Ducher, Shepherd & De Souza, 2012; Watts, 2004). Til tross for at DXA ofte blir brukt ved måling av kroppssammensetning er gullstandarden for måling av kroppssammensetning en fire-komponents måling (Beintetthet, vanninnhold, fettmasse og andre som protein, mineraler) (Toombs et al., 2012), men grunnet tilgjengeligheten av utstyr, kostnaden og studiens tidsrom ble denne metoden ikke vurdert som aktuell. For å sikre like forhold for hver deltaker ble samme DXA-maskin ved samme testpersonell brukt under testingen av alle deltakerne. Testprosedyrene som ble brukt under DXA-målingen var identiske hver gang og fulgte Nana et al. (2015) sin «beste praksis»-protokoll (med unntak av bruk av pads), for standardisering av DXA-målinger av kroppssammensetning på idrettsutøvere. Mangelen av bruk av pads som standardiserer plassering av armer og bein kan ses på som en utfordring, da plasseringen kan ha variert fra test til test. Standardisering i form av trening før test, klesbruk, fastetilstand og liggende posisjon er blant faktorene som denne «beste praksis»-protokollen tar for seg (Nana et al., 2015). Dette er faktorer som er sett i andre tidligere studier på idrettsutøvere som har variert mye og vært lite standardisert (Nana et al., 2015). Faktorer som likevel må tas hensyn til og som kan spille inn på resultatene er deltakernes dagsform, næringsinntak, væskebalanse og stress (Gibson, Wagner & Heyward, 2019).

Kostholdsregistrering

For å oppnå valide målinger av deltakernes kosthold stilles det krav til nøyaktige og fullstendige målinger av alt inntak av mat og drikke som gjort under registreringsdagene. Det er viktig at disse registreringene også kan representere deltakernes kosthold utenom registreringsdagene (Black, 2001). Hver deltaker ble nøye informert om dette før intervjuet for å prøve å få så valide målinger som mulig. Ulike grupper stiller ulike krav til registrering av kosthold, og er $n < 100$ stilles det ekstra høye krav til kvalitet og egnetheten til registreringen på individnivå (Black, 2001). I denne studien ble registrering av kosthold utført gjennom et semi-strukturert syvdagers recall-intervju, som er en retrospektiv metode og en forlengelse av 24 timers recall-intervjuet, hvilket er en velbrukt metode for registrering av kostholdsvaner (Andersen, 2016; Black, 2001). Denne registreringsmetoden ble tatt i bruk ettersom den opprinnelige metoden, hvor deltakerne skulle ha veid alt av mat og drikke, hadde etiske betraktninger som kunne være forstyrrende for det aldersomfanget deltakerne i studien gikk under.

I denne studien ble riktignok bare fire dager av totalt syv dager brukt i analysene, dette på grunn av usikkerheten rundt kvaliteten på de siste dagene hvor deltakerne kanskje husker minst detaljert. Dette ble også lagt til grunn for at proteininntaket skulle kunne bli generalisert mest mulig som deltakernes vanlige kosthold. Derfor ble det benyttet fire dager for å oppfylle begge disse kriteriene. Flere andre metoder tar gjerne for seg 24 timer til tre dager med kostholdsregistrering som øker sikkerheten til de innsamlede dataene, men som igjen kan svekke generaliserbarheten for daglig varians i både mengde og matvarevalg (Black, 2001; Ortega, Pérez-Rodrigo & López-Sobaler, 2015). En styrke ved bruk av intervju som innsamlingsmetode ligger i den lave deltakerbyrden som gjør at risikoen for eksklusjon reduseres, da all data samles inn i løpet av intervjuet (Andersen, 2016). Metoden er i tillegg lett å administrere og relativt lite kostbar (Andersen, 2016), og det kreves forholdsvis lite opplæring. Forhåndsproduserte illustrasjonsbilder av ulike matretter i ulike porsjoner ble brukt som et middel for å øke validiteten på intervjuet. Det kan være vanskelig å memorere måltider en uke tilbake i tid, også fire dager, så illustrasjonsbildene hjalp deltakerne med å beskrive porsjonsstørrelsene på det de hadde inntatt, slik at mengdene ble mer nøyaktig. Det manglet derimot flere matvarer i illustrasjonsbildene som kan ha påvirket mengde og størrelsene på porsjonene deltakerne valgte. Kostholdsregistreringen var retrospektiv, noe som kan være en

potensiell styrke, da matinntaket antageligvis ikke ble påvirket ettersom informasjonen rundt kostholdsregistreringsmetoden ikke var formidlet under den aktuelle registreringsuken. Videre var det viktig å ha god tålmodighet og motivasjon gjennom hele intervjuet, siden det kunne vare fra ca. 60 til 120 minutter, for å få grundige beskrivelser for mest mulig nøyaktige resultater (Ortega et al., 2015).

En utfordring ved deltakere i den utvalgte aldersgruppen er at mye av kostholdet som ble inntatt ble laget av andre som f.eks. foreldre eller kantinepersonell (Ortega et al., 2015), hvor deltakerne da ikke visste nøyaktig innholdet i maten. En annen viktig potensiell feilkilde med recall-metoden er at det finnes en tendens til overestimering hos deltakere med lavt energiinntak og underestimering hos deltakere med høyt energiinntak (Burke, Deakin & Deakin, 2000).

Feilrapportering blir gjerne sett på som den største feilkilden ved registrering av kosthold og er ofte den forklarende faktoren rundt den store variasjonen knyttet til energibalanse (Burke et al., 2000). En av årsakene til at dette skjer kan skyldes at metoden gjør det vanskelig å kvantifisere maten, men også at deltakerne gjerne ønsker å fremstå som sunnere enn de egentlig er og da under intervjuet velger å underrapportere eller overrapportere matinntaket deres. Dette er en stor utfordring og potensiell feilkilde ved bruken av intervju som metode, da muligheten er stor for at deltakerne legger til eller unnlater å oppgi et inntak som ikke stemmer med det faktiske matinntaket (Andersen, 2016; Burke et al., 2000). Hos idrettsutøvere, spesielt utholdenetsutøvere vil det antageligvis være en stor underrapportering siden energibehovet til utholdenetsutøvere er langt større enn energibehovet til normalbefolkningen (Burke et al., 2000).

For å estimere det gjennomsnittlige energiinntaket viser forskning at det er tilstrekkelig å benytte en tredagers registrering for en deltakergruppe på 10-20 personer (Basiotis, Welsh, Cronin, Kelsay & Mertz, 1987). Videre blir det påpekt at ved nøyere undersøkelser av makronæringsstoffene protein, fett og karbohydrater, vil en registreringsperiode på 4-6 dager være nødvendig for mest valide resultater (Basiotis et al., 1987). Basiotis et al. (1987) har konkludert med at ved økende antall deltakere vil man kunne redusere antall registreringsdager

og få like valide resultater på gruppenivå. Med tanke på studiens utvalg anses fire dager med proteininntak tilstrekkelig for valide resultater.

I etterkant av kostholdsregistreringen ble alt av data lagt inn i DietistNet som gjør det mulig å analysere dataene grundig da den gir en innholdsbeskrivelse av de ulike matvarene som er registrert. Selv om matvareutvalget i programmet er stort finnes det flere mangler på varer eller ufullstendig informasjon rundt eksempelvis makronæringsstoffer hos enkelte matvarer som deltakerne inntok. I disse situasjonene ble testleder som plottet inn data i programmet nødt til å velge en matvare som lignet den matvaren deltakeren inntok, eller legge inn matvaren manuelt, om informasjon rundt næringsinnholdet til matvaren var tilgjengelig. Plotting i DietistNet ble gjennomgått av en annen forsker etter fullført plotting for kvalitetssikring av dataene.

Muskelfunksjon

Ved måling av muskelfunksjon er det viktig med god reliabilitet som sikrer at målingene er nøyaktige og mulige å gjenskape med så lite variasjon som mulig. Pneumatisk motstand, som vil si at motstanden blir skapt av lufttrykk, blir ansett som en reliabel metode for måling av muskelstyrke og spesielt power, som ble brukt i denne studien (Callahan, Phillips, Carabello, Frontera & Fielding, 2007; Frost, Cronin & Newton, 2008; LeBrasseur, Bhasin, Miciek & Storer, 2008). Pneumatiske styrkeapparater utviklet av Keiser (1981) har også blitt vist som en reliabel metode for både unge og eldre personer (Callahan et al., 2007), men det ble ikke funnet noen som har undersøkt reliabiliteten på disse styrkeapparatene med unge toppidrettsutøvere.

Både en mulig fordel og ulempe med bruken av pneumatiske styrkeapparater er at momentumet i bevegelsen blir fjernet, dette i motsetning til ved bruk av f.eks. beinpress med vektskiver. Med dette menes det at massen til for eksempel vektskiver har treghet i henhold til newtons 1. lov, treghetsloven. Derfor vil pneumatisk motstand være mer konstant, noe som kan resultere i at løftet kan utvikle raskere økning i hastighet enn ved bruk av andre metoder med fysiske vektskiver. På en annen side bruker metoden kunstig motstand i forhold til fysisk motstand, noe som kan være nytt og ukjent for deltakere som oftest er vant til fysisk motstand i sin daglige trening. Samtidig har også pneumatisk motstand vist til større aktivering av musklene enn tradisjonell styrketrening med fysisk motstand (Frost et al., 2008; Keiser, 1981). Videre har

Balachandran et al. (2017) undersøkt trening med pneumatisk trening, men fant ingen signifikante forskjeller med trening med vektskiver.

Metoden brukt i denne studien hvor deltakeren skal løfte en repetisjon på flere belastninger opp mot en forhåndsbestemt belastning er en utbredt metode, men Callahan et al. (2007) konkluderer med at det finnes en bedre protokoll for høyere powerproduksjon. Ved bruk av to belastninger på henholdsvis 40% og 70% med fem repetisjoner på hver ble det funnet en høyere power enn ved metoden med flere belastninger. Dette på grunn av at metoden med flere belastninger ikke tar hensyn til variasjonen ved hver belastning hvor deltakeren har et forsøk på å skape størst mulig power, mens Callahan et al. (2007) sin metode bruker det forsøket med høyest power av fem forsøk. Denne metoden var ikke tilgjengelig med apparatet vi hadde til rådighet i denne studien, derfor ble metoden med flere repetisjoner brukt.

Videre kan en feilkilde ved keiser Air300 beinpress være at økningen av motstand mellom hver repetisjon skjer i blokker. Det vil si at muligheten til å se små økninger av motstand forsvinner. Dersom deltakerne ikke klarer neste motstand er det ikke mulig å justere til en motstand som ligger mellom de to siste belastningene. Det risikeres at økningen av motstand kan resultere i at deltakeren ikke klarer å løfte sitt tyngste og stopper på siste blokk selv om deltakeren kunne klart en motstand mellom de to siste blokkene (Redden, Stokes & Williams, 2018).

5.2 Diskusjon av resultater

5.2.1 Hvilemetabolisme

Det ble funnet en positiv sammenheng mellom absolutt RMR og styrkevariabler i form av 1RM, P_{maks} og $P_{maks/kg}$. Dette kan støttes av flere som viser til at økt muskelstyrke og power kan gi høyere absolutt RMR (H. K. Byrne & Wilmore, 2001; Ryan et al., 1995), men også at lavere RMR kan gi lavere muskelstyrke og power (Tinsley et al., 2018). Til tross for at dette er studier med en treningsintervensjon hvor muskelstyrke og power øker eller reduseres over tid og i noen tilfeller hvor deltakerne har redusert næringsinntak er det indikasjoner på at det er en sammenheng mellom RMR, muskelstyrke og power. Samtidig viser Geliebter et al. (1997) at styrketrening og redusert diet kan vedlikeholde FFM, mens RMR ble redusert, noe som kan tyde på at energitilgjengeligheten har blitt redusert nok til at RMR ble redusert til tross for

vedlikeholdt FFM. Også Cullinen og Caldwell (1998) viser til økt styrke og FFM, men ingen økning av RMR som igjen muligens kan forklares ved redusert energitilgjengelighet. Studier med et tversnittdesign som undersøker korrelasjon i et lignende utvalg ble ikke funnet, men sannsynligvis vil økningen/reduksjonen i intervensjonsstudiene indikere at det er en sammenheng som vist i denne studien og i noen tilfeller være sterkere design enn en tversnittundersøkelse.

Innenfor idrettsgruppene hadde ballspillutøverne en signifikant korrelasjon ($P=0,046$) mellom RMR og $P_{maks/kg}$, i motsetning til utholdenhetsutøverne hvor det ikke ble funnet en signifikant korrelasjon ($P=0,302$). Kravene for power og muskelstyrke ser ut til å være større i ballspillidretter enn i utholdenhetsidretter (Hoff, Gran & Helgerud, 2002; López-Segovia, Dellal, Chamari & González-Badillo, 2014; Rouissi et al., 2017), som kan forklares ved den signifikante forskjellen i 1RM mellom idrettsgruppene og tendensene til forskjell i P_{maks} . Også i FFM er det tendenser til forskjeller mellom idrettsgruppene, hvor FFM er kjent for å være bestemmende for RMR (ten Haaf & Weijs, 2014). Dette kan være med på å forklare at ballspillutøverne har en høyere korrelasjon mellom RMR, 1RM og P_{maks} . En studie gjort av Cherian, Shahkar, Sainoji, Balakrishna og Yagnambhatt (2018) undersøkte unge fotballspillere fra India og konkluderte med at FFM er bestemmende for RMR for ungdom under 16, noe som støtter opp under denne studiens resultater som har vist en sammenheng mellom muskelstyrke, RMR og FFM.

Helningsgraden har ikke vist noen sammenheng med verken absolutt RMR eller relativ RMR, noe som kan indikere at H_0 stemmer om at de utvalgte fysiologiske faktorene ikke har noen sammenheng med helningsgraden. I noen få nylige tilfeller blir helningsgraden som blir målt sammenlignet med en optimal helningsgrad (Giroux et al., 2016), men siden det ikke finnes noen optimal helningsgrad for metoden brukt i denne studien er det ikke mulig å undersøke den målte profilen opp mot en optimal profil. Det ble ikke funnet studier som undersøker hva som kan påvirke helningsgraden i kraft-hastighetsprofiler, med unntak av kraft og hastighet som er grunnlaget for helningsgraden.

Det ble funnet en signifikant negativ korrelasjon mellom relativ RMR og styrkevariabler i form av 1RM, $1RM_{kg}$, P_{maks} og $P_{maks/kg}$, som vil si at jo lavere relativ RMR, jo høyere styrke og power. Det ble også undersøkt relativ RMR på individnivå og gruppenivå, hvor det kom tydelig frem at deltakerne med lavest relativ RMR også hadde høyest 1RM og P_{maks} med signifikant forskjell mellom de ti deltakerne med laveste relativ RMR og de ti deltakerne med høyeste relativ RMR. Som nevnt over har flere funnet en positiv sammenheng mellom RMR, muskelstyrke og power, men den negative korrelasjonen hos relativ RMR kan muligens forklares med FFM. Relativ RMR korrelerer også negativt med FFM, hvor det er kjent at FFM har en sterk sammenheng med muskelstyrke og power (Hida et al., 2012; Jones et al., 2016). Et kjent fenomen er at ved lavere kroppsvekt og FFM forbedres arbeidsøkonomien, altså at kroppen bruker mindre energi på en gitt oppgave eller belastning (Goldsmith et al., 2010; Rosenbaum et al., 2003). Weigle, Sande, Iverius, Monsen og Brunzell (1988) konkluderte med at lavere FFM gir et lavere energiforbruk hvor kroppen prøver å spare energi ved en vektreduksjon, og at hvileforbrenningen ble lite påvirket, hvor antageligvis det er arbeidsøkonomien som har blitt forbedret i aktivitet. Det er mulig at den negative korrelasjonen mellom relativ RMR og muskelstyrke er et resultat av forbedret arbeidsøkonomi, hvor lavere relativ RMR signaliserer at kroppen må utføre muskelarbeid mer effektivt. Det er også et kjent fenomen at FFM er negativt korrelert med spesifikk styrke (styrke/muskelmasse, (Raastad et al., 2010)), som indikerer mindre effektiv kraftutvikling ved høy RMR. Det er derfor også mulig at utøvere med høy FFM har redusert arbeidsøkonomi, slik som indikert i denne studiens relativ RMR data. Selv om det ikke ble funnet noen som har undersøkt disse sammenhengene eksplisitt, er det mulig å anta at arbeidsøkonomi kan være en faktor som blir påvirket av muskelmasse, og gir uttrykk for denne negative sammenhengen mellom relativ RMR og muskelfunksjon. I så fall ser det ut til at dette fenomenet gjelder til et visst punkt, ettersom lav relativ RMR også er en indikator for lav energitilgjengelighet som deretter mest sannsynlig vil påvirke muskelstyrke og power negativt via proteinsyntesen og FFM (Logue et al., 2018; Mountjoy et al., 2014). I denne studien er det ikke mulig å regne ut energitilgjengeligheten opp mot den relative RMR grunnet studiens metode. Det er heller ikke funnet noen cut-off for hva som regnes som lav relativ RMR, noe som kunne avklart hvor lav relativ RMR måtte vært for å kunne påvirke muskelstyrke og power negativt. Alle utøverne i denne studien lå innenfor normalverdiene på RMR-ratio, som kan indikere at utøverne har normal relativ RMR i denne studien og mest

sannsynlig ikke faller innenfor lav energitilgjengelighet som vil kunne påvirke muskelfunksjon negativt.

Mellom idrettsgruppene var det ingen signifikante forskjeller, men hos utholdenhetsutøverne ble det funnet en signifikant negativ korrelasjon med 1RM, P_{maks} og $P_{maks/kg}$, mens hos ballspillutøverne ble det ikke funnet noen signifikante korrelasjoner. En mulig forklaring kan være utvalgsstørrelsen, hvor utholdenhetsutøverne er dobbelt så mange som ballspillutøverne. Det har blitt vist ved ulike typer dynamiske hopp at powerutøvere har høyere utnyttelsesgrad ved lavere intensitet og kortere tid enn utholdenhetsutøvere. Utholdenhetsutøverne hadde derimot bedre arbeidsøkonomi over noe lengre tid i den grad at de produserte mindre laktat og lavere puls, mens powerutøvere hadde bedre nevro-muskulære egenskaper (Kyröläinen & Komi, 1995). Ut ifra dette skulle kanskje ballspillutøverne vist til en signifikant korrelasjon, men det er også mulig at den lengre varigheten metoden brukt i denne studien hadde enn et normalt 1RM løft i f.eks. knebøy kan være fordelaktig med tanke på arbeidsøkonomi for utholdenhetsutøverne.

5.2.2 Proteininntak

Det gjennomsnittlige relative proteininntaket per dag for utvalget er på $1,97 \pm 0,74$ g/kg kroppsvekt/dag, noe som er langt over det anbefalte proteininntaket for friske voksne i Norden på 0,8-1,5 g/kg/dag (Nordic Council of Ministers, 2014). Dette er også langt over anbefalt proteininntak for utvalgets alder hvor 10E% tilsvarer 0,9 g/kg/dag (Nordic Council of Ministers, 2014). Deltakerne befinner seg også innenfor Jager et al. (2017) sine anbefalinger på 1,4-2,0 g/kg/dag for de fleste aktive personer med mål om å vedlikeholde eller øke muskelmasse, samt opprettholde en positiv energibalanse. Dette støttes av Wardenaar et al. (2017) som påpeker at unge idrettsutøvere ligger godt over anbefalingene for proteininntak. Det er derimot ikke sikkert deltakerne kan klare å opprettholde FFM i energiunderskudd med det gjennomsnittlige relative proteininntaket, som krever 2,3-3,0 g/kg/dag (Jager et al., 2017). Dette viser at unge toppidrettsutøvere i Sør-Norge gjerne ligger langt over den normale befolkningen hva angår proteininntak, men ikke så høyt som kan være gunstig i noen tilfeller.

Proteininntaket korrelerte signifikant med alle styrkevariablene med unntak av helningsgrad og $1RM_{FFM}$. Dette samsvarer godt med de fleste studier som omhandler protein, som viser at proteinmetabolismen er avgjørende for muskelvekst, muskelmasse og muskelstyrke (Tipton, 2001; Tipton & Wolfe, 2001; Yarasheski, 2003). I denne studien var det P_{maks} og $P_{maks/kg}$ som korrelerte klart sterkest med proteininntaket og relativt proteininntak, noe som støttes av Hoffman et al. (2006). De har undersøkt powerutøvere (ballspillutøvere) med stort behov for power som viste en økning i muskelstyrke og power ved et høyere proteininntak. Derimot er det blitt hevdet at utholdenhetsutøvere kan ha et høyere proteininntak enn andre idrettsgrupper (Wardenaar et al., 2017). I denne studien har det ikke blitt vist noen forskjeller mellom idrettsgruppene for proteininntak selv om det er en overvekt i litteraturen mot at proteininntaket er viktigere for ballspillutøvere (Burke, 2001; Hoffman et al., 2010).

Den eneste forskjellen fra proteininntaket til det relative proteininntaket er at $1RM$ ikke korrelerer signifikant. Det har blitt vist at et relativt proteininntak på $>2,0$ g/kg/dag hadde en sammenheng med en økning av $1RM_{kg}$ i beinpress hos unge menn (Willoughby et al., 2007), hvor det samme har blitt vist i denne studien. Det er dermed mulig at det totale proteininntaket har større påvirkning på $1RM$ enn det relative proteininntaket i forhold til kroppsvekt. Dette har det derimot ikke blitt funnet studier som omtaler.

5.2.3 Kroppssammensetning

FFM er ofte ansett som det nærmeste estimatet til å beskrive muskelmasse, spesielt i underekstremitetene (Madsen et al., 1997). Som kjent er muskelmasse avgjørende for muskelstyrke og power, og derfor ble FFM brukt i denne studien. Det ble funnet en signifikant korrelasjon med $1RM$, hvor flere studier har funnet den samme korrelasjonen mellom muskelstyrke og FFM (Hida et al., 2012; Madsen et al., 1997; Tornberg et al., 2017). Det ble også funnet en signifikant korrelasjon med P_{maks} , hvor det samme ble funnet i en studie med maratonløpere på mosjonsnivå hvor P_{maks} og FFM hadde en sammenheng (Nikolaidis et al., 2018). Grunnen til denne korrelasjonen er antageligvis andelen av muskelmasse i FFM, som kjent er viktig for både muskelkraft og power (Jones et al., 2016). Hos unge utøvere har det blitt vist at økt kroppsvekt kan gi økt muskelstyrke, både i form av fettmasse, men kanskje mest på grunn av økt FFM (Ten Hoor et al., 2018). Det har ikke blitt undersøkt muskelstyrke og FFM

over flere målinger i denne oppgaven, dette kan derfor ikke bekreftes med denne studiens utvalg, men sammenhengen mellom muskelstyrke og FFM kan antas å være gjeldene i begge studier.

Det ble også funnet en signifikant korrelasjon med $P_{\text{maks/kg}}$ som antageligvis kommer av sammenhengen mellom P_{maks} og FFM, hvor FFM er den delen av kroppsvekten som er mest avgjørende for P_{maks} . Videre er den eneste forskjellen mellom idrettsgruppene at $P_{\text{maks/kg}}$ korrelerer signifikant hos ballspillutøverne og ikke hos utholdenhetsutøverne, til tross for at det ikke er noen signifikante forskjeller mellom gruppene. En mulig forklaring på dette kan være at ballspillutøverne har høyere FFM enn utholdenhetsutøverne, selv om FFM ikke er signifikant høyere.

6.0 Konklusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke om det finnes en sammenheng mellom fysiologiske faktorer som RMR, proteininntak, FFM og muskelfunksjon blant unge toppidrettsutøvere ved videregående skole i Sør-Norge, samt forskjeller mellom idrettsgruppene ballspillutøvere og utholdenhetsutøvere.

Sett i lys av denne studiens resultater og tidligere forskning ser det ut til å være en mulig sammenheng mellom RMR, proteininntak, FFM og muskelstyrke, samt maksimal power, blant unge toppidrettsutøvere, men sammenhengen med RMR kan muligens forklares av FFM. H_{01} og H_{02} kan derfor forkastes, siden det ser ut til å ha blitt funnet en sammenheng mellom RMR, proteininntak, FFM og muskelstyrke, samt maksimal power. H_{03} derimot må beholdes, siden det ikke har blitt funnet noen sammenheng mellom RMR, proteininntak, FFM og helningsgraden i en kraft-hastighetsprofil. Det ser heller ikke ut til å være noen forskjeller mellom idrettsgruppene ballspillutøvere og utholdenhetsutøvere blant noen av de undersøkte variablene.

Studiens hovedfunn viste at absolutt RMR hadde en sammenheng med både 1RM og P_{maks} , men ikke med helningsgraden, og det var ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene. Relativ RMR hadde en negativ sammenheng med både 1RM og P_{maks} , men ikke med helningsgraden, og det var ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene. Dette ser ut til å komme av at FFM har en negativ sammenheng med relativ RMR, og at det muligens kan ha noe med en sammenheng mellom FFM og arbeidsøkonomi å gjøre, men dette trengs det mer forskning på. Videre hadde både absolutt proteininntak og relativt proteininntak en sammenheng med power, mens kun absolutt proteininntaket hadde en sammenheng med 1RM. Dette kan være på grunn av det absolutte proteininntakets viktighet med tanke på proteinmetabolismen som påvirker muskelstyrke. Det ble ikke funnet noen sammenheng med helningsgraden, og ingen signifikante forskjeller mellom idrettsgruppene. FFM hadde en sammenheng med både 1RM og P_{maks} , men ingen sammenheng ble funnet med helningsgraden og heller ingen forskjell mellom idrettsgruppene. Grunnen til denne sammenhengen kommer mest sannsynlig av FFM sin store andel av muskelmasse.

7.0 Fremtidig forskning

Det har blitt gjort forholdsvis lite forskning blant ungdom innenfor temaet muskelfunksjon, spesielt hos unge toppidrettsutøvere. Disse utøverne er i en viktig fase i livet med tanke på videre satsning og oppbygging av fysisk kapasitet mot det å bli en toppidrettsutøver. Dette er derfor en viktig gruppe å forske videre på, hvor muskelfunksjon burde være et fokusområde sett ut ifra viktigheten av muskelstyrke og power for bedre prestasjon. Det er også mulig at det er lettere å rekruttere unge toppidrettsutøvere enn voksne toppidrettsutøvere på grunn av at de voksne muligens har strengere treningsplaner som de ikke vil forstyrre. Utviklingen av muskelstyrke gjennom ungdomsårene er også av interesse for å kartlegge disse egenskapene for bedre å kunne forstå og forbedre muskelfunksjon fremover, samt hvilke faktorer som påvirker muskelfunksjon i hvilken grad.

Påvirkningen av RMR på muskelstyrke er også et tema som burde forskes mer på, spesielt relativ RMR og arbeidsøkonomi innenfor muskelstyrke. Det er også mulig å prøve å bestemme en mulig cut-off på relativ RMR for hva som regnes som lav og høy relativ RMR. Derfra burde også energitilgjengelighet undersøkes nøyere med mer presise målemetoder, helst over en lengre periode som kan brukes til sammenligning mer direkte med muskelstyrke som ikke var mulig i denne studien. Blant energitilgjengelighet er stort sett alt av forskning gjort på voksne menn og kvinner, og derfor trengs det mer forskning blant ungdom, gjerne med et større utvalg.

Litteraturliste

- Alberga, A. S., Prud'homme, D., Sigal, R. J., Goldfield, G. S., Hadjiyannakis, S., Gougeon, R., Kenny, G. P. (2017). Does exercise training affect resting metabolic rate in adolescents with obesity? *Appl Physiol Nutr Metab*, 42(1), 15-22. doi: 10.1139/apnm-2016-0244
- Andersen, L. F. (2016). Metoder til å måle kosthold, energiforbruk og kroppssammensetning. I I. Garthe & C. Helle (Red.), *Idrettsernæring*. Oslo: Gyldendal.
- Anderson, D. E. (2010). The impact of feedback on dietary intake and body composition of college women volleyball players over a competitive season. *J Strength Cond Res*, 24(8), 2220-2226. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181def6b9
- Aragon, A. A., Schoenfeld, B. J., Wildman, R., Kleiner, S., VanDusseldorp, T., Taylor, L., Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *J Int Soc Sports Nutr*, 14, 16. doi: 10.1186/s12970-017-0174-y
- Argiles, J. M., Campos, N., Lopez-Pedrosa, J. M., Rueda, R. & Rodriguez-Manas, L. (2016). Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *J Am Med Dir Assoc*, 17(9), 789-796. doi: 10.1016/j.jamda.2016.04.019
- Aristizabal, J. C., Freidenreich, D. J., Volk, B. M., Kupchak, B. R., Saenz, C., Maresh, C. M., Volek, J. S. (2015). Effect of resistance training on resting metabolic rate and its estimation by a dual-energy X-ray absorptiometry metabolic map. *Eur J Clin Nutr*, 69(7), 831-836. doi: 10.1038/ejcn.2014.216
- Balachandran, A. T., Gandia, K., Jacobs, K. A., Streiner, D. L., Eltoukhy, M. & Signorile, J. F. (2017). Power training using pneumatic machines vs. plate-loaded machines to improve muscle power in older adults. *Exp Gerontol*, 98, 134-142. doi: 10.1016/j.exger.2017.08.009
- Basiotis, P. P., Welsh, S. O., Cronin, F. J., Kelsay, J. L. & Mertz, W. (1987). Number of days of food intake records required to estimate individual and group nutrient intakes with defined confidence. *The Journal of nutrition*, 117(9), 1638-1641.
- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M. & Carson, B. P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Med*, 44(6), 845-865. doi: 10.1007/s40279-014-0157-y
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Cote, J., Emery, C. A., Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *Br J Sports Med*, 49(13), 843-851. doi: 10.1136/bjsports-2015-094962
- Berryman, N., Mujika, I., Arvisais, D., Roubex, M., Binet, C. & Bosquet, L. (2018). Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(1), 57-63. doi: 10.1123/ijsp.2017-0032
- Black, A. E. (2001). Dietary assessment for sports dietetics. *Nutrition Bulletin*, 26(1), 29-42.
- Blaxter, K. (1989). *Energy metabolism in animals and man*. Cambridge: Cambridge university press.
- Burke, L. (2001). Energy needs of athletes. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(S1), S202-S219.

- Burke, L., Deakin, V. & Deakin, V. (2000). *Clinical sports nutrition* (4. utg.): McGraw-Hill Beijing, Boston.
- Byrne, D. G., Davenport, S. C. & Mazanov, J. (2007). Profiles of adolescent stress: the development of the adolescent stress questionnaire (ASQ). *J Adolesc*, 30(3), 393-416. doi: 10.1016/j.adolescence.2006.04.004
- Byrne, H. K. & Wilmore, J. H. (2001). The effects of a 20-week exercise training program on resting metabolic rate in previously sedentary, moderately obese women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 11(1), 15-31.
- Callahan, D., Phillips, E., Carabello, R., Frontera, W. R. & Fielding, R. A. (2007). Assessment of lower extremity muscle power in functionally-limited elders. *Aging Clin Exp Res*, 19(3), 194-199.
- Cherian, K. S., Shahkar, F., Sainoji, A., Balakrishna, N. & Yagnambhatt, V. R. (2018). Resting metabolic rate of Indian Junior Soccer players: Testing agreement between measured versus selected predictive equations. *Am J Hum Biol*, 30(1). doi: 10.1002/ajhb.23066
- Cheung, A. T. H., Ma, A. W. W., Fong, S. S. M., Chung, L. M. Y., Bae, Y. H., Liu, K. P. Y., Chung, J. W. Y. (2018). A comparison of shoulder muscular performance and lean mass between elite and recreational swimmers: Implications for talent identification and development. *Medicine (Baltimore)*, 97(47), e13258. doi: 10.1097/md.00000000000013258
- Churchward-Venne, T. A., Murphy, C. H., Longland, T. M. & Phillips, S. M. (2013). Role of protein and amino acids in promoting lean mass accretion with resistance exercise and attenuating lean mass loss during energy deficit in humans. *Amino Acids*, 45(2), 231-240. doi: 10.1007/s00726-013-1506-0
- Cintineo, H. P., Arent, M. A., Antonio, J. & Arent, S. M. (2018). Effects of Protein Supplementation on Performance and Recovery in Resistance and Endurance Training. *Front Nutr*, 5, 83. doi: 10.3389/fnut.2018.00083
- Compher, C., Frankenfield, D., Keim, N. & Roth-Yousey, L. (2006). Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(6), 881-903. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2006.02.009>
- Cullinen, K. & Caldwell, M. (1998). Weight training increases fat-free mass and strength in untrained young women. *Journal of the American Dietetic Association*, 98(4), 414-418.
- Cunningham, J. J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr*, 33(11), 2372-2374. doi: 10.1093/ajcn/33.11.2372
- da Rocha, E. E. M., Alves, V. G. F. & da Fonseca, R. B. V. (2006). Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 9(3), 247-256. doi: 10.1097/01.mco.0000222107.15548.f5
- De Souza, M. J., West, S. L., Jamal, S. A., Hawker, G. A., Gundberg, C. M. & Williams, N. I. (2008). The presence of both an energy deficiency and estrogen deficiency

- exacerbate alterations of bone metabolism in exercising women. *Bone*, 43(1), 140-148.
- Fagerberg, P. (2018). Negative Consequences of Low Energy Availability in Natural Male Bodybuilding: A Review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(4), 385-402. doi: 10.1123/ijsnem.2016-0332
- Frankenfield, D. C., Muth, E. R. & Rowe, W. A. (1998). The Harris-Benedict studies of human basal metabolism: history and limitations. *J Am Diet Assoc*, 98(4), 439-445. doi: 10.1016/s0002-8223(98)00100-x
- Frost, D. M., Cronin, J. B. & Newton, R. U. (2008). A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *Eur J Appl Physiol*, 104(6), 937-956. doi: 10.1007/s00421-008-0821-8
- Gadducci, A. V., de Cleve, R., de Faria Santarem, G. C., Silva, P. R. S., Greve, J. M. D. & Santo, M. A. (2017). Muscle strength and body composition in severe obesity. *Clinics (Sao Paulo)*, 72(5), 272-275. doi: 10.6061/clinics/2017(05)03
- Geliebter, A., Maher, M. M., Gerace, L., Gutin, B., Heymsfield, S. B. & Hashim, S. A. (1997). Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *Am J Clin Nutr*, 66(3), 557-563. doi: 10.1093/ajcn/66.3.557
- Gibson, A. L., Wagner, D. R. & Heyward, V. H. (2019). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, Illinois: Human kinetics.
- Giroux, C., Maciejewski, H., Ben-Abdessamie, A., Chorin, F., Lardy, J., Ratel, S. & Rahmani, A. (2017). Relationship between Force-Velocity Profiles and 1,500-m Ergometer Performance in Young Rowers. *Int J Sports Med*, 38(13), 992-1000. doi: 10.1055/s-0043-117608
- Giroux, C., Rabita, G., Chollet, D. & Guilhem, G. (2016). Optimal Balance Between Force and Velocity Differs Among World-Class Athletes. *J Appl Biomech*, 32(1), 59-68. doi: 10.1123/jab.2015-0070
- Goldsmith, R., Joanisse, D. R., Gallagher, D., Pavlovich, K., Shamoan, E., Leibel, R. L. & Rosenbaum, M. (2010). Effects of experimental weight perturbation on skeletal muscle work efficiency, fuel utilization, and biochemistry in human subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 298(1), R79-88. doi: 10.1152/ajpregu.00053.2009
- Gonzalez-Rave, J. M., Juarez, D., Rubio-Arias, J. A., Clemente-Suarez, V. J., Martinez-Valencia, M. A. & Abian-Vicen, J. (2014). Isokinetic leg strength and power in elite handball players. *J Hum Kinet*, 41, 227-233. doi: 10.2478/hukin-2014-0050
- Gratton, C. & Jones, I. (2009). *Research Methods for Sports Studies: Second Edition*: Taylor & Francis.
- Hammami, R., Chaouachi, A., Makhlouf, I., Granacher, U. & Behm, D. G. (2016). Associations Between Balance and Muscle Strength, Power Performance in Male Youth Athletes of Different Maturity Status. *Pediatr Exerc Sci*, 28(4), 521-534. doi: 10.1123/pes.2015-0231
- Harries, S. K., Lubans, D. R. & Callister, R. (2012). Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis.

- Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(6), 532-540. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.02.005>
- Harris, J. A. & Benedict, F. G. (1918). A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 4(12), 370-373.
- Hasson, R. E., Howe, C. A., Jones, B. L. & Freedson, P. S. (2011). Accuracy of four resting metabolic rate prediction equations: effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. *J Sci Med Sport*, 14(4), 344-351. doi: 10.1016/j.jsams.2011.02.010
- Hellevik, O. (2003). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Helsedirektoratet. (2018). Næringsstoffanbefalinger: Anbefalinger for inntak av næringsstoffer - energi, karbohydrater, fett, protein, vitaminer, mineraler. Hentet 25.03.2019 fra <https://helsedirektoratet.no/folkehelse/kosthold-og-enering/neringsstoffanbefalinger-#energi>
- Hida, A., Hasegawa, Y., Mekata, Y., Usuda, M., Masuda, Y., Kawano, H. & Kawano, Y. (2012). Effects of egg white protein supplementation on muscle strength and serum free amino acid concentrations. *Nutrients*, 4(10), 1504-1517. doi: 10.3390/nu4101504
- Hoff, J., Gran, A. & Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(5), 288-295. doi: 10.1034/j.1600-0838.2002.01140.x
- Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Kang, J., Falvo, M. J. & Faigenbaum, A. D. (2006). Effect of protein intake on strength, body composition and endocrine changes in strength/power athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3(2), 12.
- Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Tranchina, C. P., Rashti, S. L., Kang, J. & Faigenbaum, A. D. (2010). Effect of a proprietary protein supplement on recovery indices following resistance exercise in strength/power athletes. *Amino Acids*, 38(3), 771-778. doi: 10.1007/s00726-009-0283-2
- Hurley, B. F. (1995). Age, Gender, and Muscular Strength. *The journals of gerontology series A*, 50A, 41-44.
- Hurt, R. T., McClave, S. A., Martindale, R. G., Ochoa Gautier, J. B., Coss-Bu, J. A., Dickerson, R. N., Taylor, B. (2017). Summary Points and Consensus Recommendations From the International Protein Summit. *Nutr Clin Pract*, 32(1_suppl), 142s-151s. doi: 10.1177/0884533617693610
- Jacobs, J., Jansen, M., Janssen, H., Raijmann, W., Alfen, N. & Pillen, S. (2013). Quantitative muscle ultrasound and muscle force in healthy children: A 4-year follow-up study. *Muscle & Nerve*, 47(6), 856-863. doi: doi:10.1002/mus.23690
- Jager, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 14, 20. doi: 10.1186/s12970-017-0177-8
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M. & Morin, J.-B. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7(677). doi: 10.3389/fphys.2016.00677

- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Garcia Ramos, A., Cuadrado, V., Brughelli, M. & Morin, J. B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 6(12), e5937. doi: 10.7717/peerj.5937
- Jones, M. T., Jagim, A. R., Haff, G. G., Carr, P. J., Martin, J. & Oliver, J. M. (2016). Greater Strength Drives Difference in Power between Sexes in the Conventional Deadlift Exercise. *Sports (Basel)*, 4(3). doi: 10.3390/sports4030043
- Kanehisa, H., Ikegawa, S. & Fukunaga, T. (1998). Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. *Scand J Med Sci Sports*, 8(5 Pt 1), 271-278.
- Keiser, D. L. (1981). Pneumatic exercising device. Hentet fra <https://patents.google.com/patent/US4257593A/en>.
- Kim, J.-H., Kim, M.-H., Kim, G.-S., Park, J.-S. & Kim, E.-K. (2015). Accuracy of predictive equations for resting metabolic rate in Korean athletic and non-athletic adolescents. *Nutr Res Pract*, 9(4), 370-378.
- Kniffin, K. M., Howley, T. & Bardreau, C. (2017). Putting Muscle Into Sports Analytics: Strength, Conditioning, and Ice Hockey Performance. *J Strength Cond Res*, 31(12), 3253-3259. doi: 10.1519/jsc.0000000000002211
- Kroemer, K. H. (1999). Assessment of human muscle strength for engineering purposes: a review of the basics. *Ergonomics*, 42(1), 74-93. doi: 10.1080/001401399185810
- Kunnskapsdepartementet. (2009). *Utdanningslinja - et solidarisk kunnskapssamfunn*. (44). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-44-2008-2009-/id565231/?q=nr.44>
- Kyröläinen, H. & Komi, P. V. (1995). Differences in mechanical efficiency between power- and endurance-trained athletes while jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(1), 36-44. doi: 10.1007/bf00601806
- LeBrasseur, N. K., Bhasin, S., Miciek, R. & Storer, T. W. (2008). Tests of muscle strength and physical function: reliability and discrimination of performance in younger and older men and older men with mobility limitations. *J Am Geriatr Soc*, 56(11), 2118-2123. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01953.x
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L. & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*, 31(10), 2920-2937. doi: 10.1519/jsc.0000000000002122
- Lee, S. H. & Kim, E. K. (2012). Accuracy of predictive equations for resting metabolic rates and daily energy expenditures of police officials doing shift work by type of work. *Clin Nutr Res*, 1(1), 66-77. doi: 10.7762/cnr.2012.1.1.66
- Lesinski, M., Prieske, O. & Granacher, U. (2016). Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 50(13), 781-795. doi: 10.1136/bjsports-2015-095497
- Levin, K. A. (2006). Study design III: Cross-sectional studies. *Evid Based Dent*, 7(1), 24-25. doi: 10.1038/sj.ebd.6400375

- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *Br J Sports Med*, 48(7), 498-505. doi: 10.1136/bjsports-2013-092952
- Logue, D., Madigan, S. M., Delahunt, E., Heinen, M., Mc Donnell, S. J. & Corish, C. A. (2018). Low Energy Availability in Athletes: A Review of Prevalence, Dietary Patterns, Physiological Health, and Sports Performance. *Sports Med*, 48(1), 73-96. doi: 10.1007/s40279-017-0790-3
- López-Segovia, M., Dellal, A., Chamari, K. & González-Badillo, J. J. (2014). Importance of muscle power variables in repeated and single sprint performance in soccer players. *J Hum Kinet*, 40, 201-211. doi: 10.2478/hukin-2014-0022
- Loucks, A. B. (2004). Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 1-14. doi: 10.1080/0264041031000140518
- Lowry, R. (2001). Significance of the difference between two correlation coefficients. Hentet 28.02.2019 fra http://vassarstats.net/rdiff.html?fbclid=IwAR0ZGlrJrbHNQmPKFp8R9jjYOyNnq2pBvbj-nHYgwvrGqVvk33TKq3IUN_Hk
- Madsen, O. R., Lauridsen, U. B., Hartkopp, A. & Sorensen, O. H. (1997). Muscle strength and soft tissue composition as measured by dual energy x-ray absorptiometry in women aged 18-87 years. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 75(3), 239-245.
- Marcote-Pequeno, R., Garcia-Ramos, A., Cuadrado-Penafiel, V., Gonzalez-Hernandez, J. M., Gomez, M. A. & Jimenez-Reyes, P. (2018). Association Between the Force-Velocity Profile and Performance Variables Obtained in Jumping and Sprinting in Elite Female Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 1-21. doi: 10.1123/ijssp.2018-0233
- McKinlay, B. J., Wallace, P. J., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A. & Falk, B. (2017). Isometric and dynamic strength and neuromuscular attributes as predictors of vertical jump performance in 11- to 13-year-old male athletes. *Appl Physiol Nutr Metab*, 42(9), 924-930. doi: 10.1139/apnm-2017-0111
- McLeod, M., Breen, L., Hamilton, D. L. & Philp, A. (2016). Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. *Biogerontology*, 17(3), 497-510. doi: 10.1007/s10522-015-9631-7
- McLoughlin, D. M., Spargo, E., Wassif, W. S., Newham, D. J., Peters, T. J., Lantos, P. L. & Russell, G. F. (1998). Structural and functional changes in skeletal muscle in anorexia nervosa. *Acta Neuropathol*, 95(6), 632-640.
- Melin, A., Tornberg, A. B., Skouby, S., Moller, S. S., Sundgot-Borgen, J., Faber, J., Sjodin, A. (2015). Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 25(5), 610-622. doi: 10.1111/sms.12261
- Meylan, C. M., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Hopkins, W. G. & Contreras, B. (2014). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-year-olds. *Scand J Med Sci Sports*, 24(3), e156-164. doi: 10.1111/sms.12128
- Meylan, C. M., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Hughes, M. M., Jidovtseff, B. & Pinder, S. (2015). The reliability of isoinertial force-velocity-power profiling and maximal strength

- assessment in youth. *Sports Biomech*, 14(1), 68-80. doi: 10.1080/14763141.2014.982696
- Mital, A. & Kumar, S. (1998). Human muscle strength definitions, measurement, and usage: Part I – Guidelines for the practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(1), 101-121. doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(97\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(97)00070-X)
- Moro, T., Tinsley, G., Bianco, A., Marcolin, G., Pacelli, Q. F., Battaglia, G., Paoli, A. (2016). Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *J Transl Med*, 14(1), 290. doi: 10.1186/s12967-016-1044-0
- Morton, R. W., McGlory, C. & Phillips, S. M. (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front Physiol*, 6, 245. doi: 10.3389/fphys.2015.00245
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Budgett, R. (2018). International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(4), 316-331. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0136
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*, 48(7), 491-497. doi: 10.1136/bjsports-2014-093502
- Mujika, I., Ronnestad, B. R. & Martin, D. T. (2016). Effects of Increased Muscle Strength and Muscle Mass on Endurance-Cycling Performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(3), 283-289. doi: 10.1123/ijsp.2015-0405
- Myers, A. M., Beam, N. W. & Fakhoury, J. D. (2017). Resistance training for children and adolescents. *Transl Pediatr*, 6(3), 137-143. doi: 10.21037/tp.2017.04.01
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D. & Burke, L. M. (2015). Methodology Review: Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) for the Assessment of Body Composition in Athletes and Active People. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(2), 198-215. doi: 10.1123/ijsnem.2013-0228
- Nikolaidis, P. T. (2012). Age- and sex-related differences in force-velocity characteristics of upper and lower limbs of competitive adolescent swimmers. *J Hum Kinet*, 32, 87-95. doi: 10.2478/v10078-012-0026-4
- Nikolaidis, P. T., Rosemann, T. & Knechtle, B. (2018). Force-Velocity Characteristics, Muscle Strength, and Flexibility in Female Recreational Marathon Runners. *Front Physiol*, 9, 1563. doi: 10.3389/fphys.2018.01563
- Nordic Council of Ministers. (2014). *Nordic Nutrition Recommendations 2012 : Integrating nutrition and physical activity*. PB - Nordic Council of Ministers.
- Nordström, P., Thorsen, K., Nordström, G., Bergström, E. & Lorentzon, R. (1995). Bone mass, muscle strength, and different body constitutional parameters in adolescent boys with a low or moderate exercise level. *Bone*, 17(4), 351-356.
- Olympiatoppen. (2013). *Toppidrettsstatus: Idrettslige kvalitetskrav for utøvere som søker om tilrettelagte studier ved universitet og høyskoler med bakgrunn i*

- toppidrettsaktivitet*. Hentet 10.10.2018 fra https://www.olympiatoppen.no/fagomraader/utdanning_og_karriere/toppidrettogstudier/naar_du_har_soekt/media47365.media
- Ortega, R. M., Pérez-Rodrigo, C. & López-Sobaler, A. M. (2015). Dietary assessment methods: dietary records. *Nutricion hospitalaria*, 31(3).
- Pizzigalli, L., Micheletti Cremasco, M., A, L. A. T., Rainoldi, A. & Benis, R. (2017). Hand grip strength and anthropometric characteristics in Italian female national basketball teams. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(5), 521-528. doi: 10.23736/s0022-4707.16.06272-1
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2010). Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice. Wolter Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins. Hentet fra [http://opac.fkik.uin-alauddin.ac.id/repository/Denise F. Polit Essentials of Nursing Research Appraising Evidence for Nursing Practice Essentials of Nursing Research Polit 2009.pdf](http://opac.fkik.uin-alauddin.ac.id/repository/Denise_F._Polit_Essentials_of_Nursing_Research_Appraising_Evidence_for_Nursing_Practice_Essentials_of_Nursing_Research_Polit_2009.pdf).
- Redden, J., Stokes, K. & Williams, S. (2018). Establishing the Reliability and Limits of Meaningful Change of Lower Limb Strength and Power Measures during Seated Leg Press in Elite Soccer Players. *J Sports Sci Med*, 17(4), 539-546.
- Redman, L. M., Heilbronn, L. K., Martin, C. K., de Jonge, L., Williamson, D. A., Delany, J. P. & Ravussin, E. (2009). Metabolic and behavioral compensations in response to caloric restriction: implications for the maintenance of weight loss. *PLoS One*, 4(2), e4377. doi: 10.1371/journal.pone.0004377
- Riviere, J. R., Rossi, J., Jimenez-Reyes, P., Morin, J. B. & Samozino, P. (2017). Where does the One-Repetition Maximum Exist on the Force-Velocity Relationship in Squat? *Int J Sports Med*, 38(13), 1035-1043. doi: 10.1055/s-0043-116670
- Robinson, S. L., Lambeth-Mansell, A., Gillibrand, G., Smith-Ryan, A. & Bannock, L. (2015). A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study. *J Int Soc Sports Nutr*, 12, 20. doi: 10.1186/s12970-015-0083-x
- Rosenbaum, M., Vandenborne, K., Goldsmith, R., Simoneau, J.-A., Heymsfield, S., Joannis, D. R., Leibel, R. L. (2003). Effects of experimental weight perturbation on skeletal muscle work efficiency in human subjects. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 285(1), R183-R192. doi: 10.1152/ajpregu.00474.2002
- Rossi, J., Slotala, R., Samozino, P., Morin, J. B. & Edouard, P. (2017). Sprint acceleration mechanics changes from children to adolescent. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 20(sup1), 181-182. doi: 10.1080/10255842.2017.1382922
- Rouissi, M., Chtara, M., Owen, A., Burnett, A. & Chamari, K. (2017). Change of direction ability in young elite soccer players: determining factors vary with angle variation. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(7-8), 960-968. doi: 10.23736/s0022-4707.16.06576-2
- Rousanoglou, E. N., Barzouka, K. G. & Boudolos, K. D. (2013). Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *J Strength Cond Res*, 27(4), 1108-1117. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182606e05

- Ryan, A. S., Pratley, R. E., Elahi, D. & Goldberg, A. P. (1995). Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. *J Appl Physiol* (1985), 79(3), 818-823. doi: 10.1152/jappl.1995.79.3.818
- Raastad, T., Paulsen, G., Refnes, P. E., Rønnestad, B. R., Wisnes, A. R. & Langdalen, A. (2010). *Styrketrening - i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal Undervisning.
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P. & Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *Int J Sports Med*, 35(6), 505-510. doi: 10.1055/s-0033-1354382
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A. & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements--altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 313-322. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822d757a
- Schofield, K. L., Thorpe, H. & Sims, S. T. (2019). Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. *Experimental Physiology*, 0(0). doi: 10.1113/ep087512
- Slimani, M., Paravlic, A. & Granacher, U. (2018). A Meta-Analysis to Determine Strength Training Related Dose-Response Relationships for Lower-Limb Muscle Power Development in Young Athletes. *Front Physiol*, 9, 1155. doi: 10.3389/fphys.2018.01155
- Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D. & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(9), 1209-1223. doi: 10.1007/s40279-014-0196-4
- Solutions, S. (2019). Comparing correlation coefficients. Hentet 28.02.2019 fra https://www.statisticssolutions.com/comparing-correlation-coefficients/?fbclid=IwAR1gBYucfqjjobOb_8vOh6GE2zgxxzR4QJmPq-GgPjhjbfby2mTaFOPXIJc
- Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C. & Phillips, S. M. (2018). Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*, 10(2). doi: 10.3390/nu10020180
- Staal, S., Sjodin, A., Fahrenholtz, I., Bonnesen, K. & Melin, A. K. (2018). Low RMRratio as a Surrogate Marker for Energy Deficiency, the Choice of Predictive Equation Vital for Correctly Identifying Male and Female Ballet Dancers at Risk. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(4), 412-418. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0327
- Tanner, R. & Gore, C. (2013). *Physiological Tests for Elite Athletes* (2 utg.). Leeds: Human kinetics.
- Teien, H. K. (2013). FFI.
- Ten Hoor, G. A., Plasqui, G., Schols, A. & Kok, G. (2018). A Benefit of Being Heavier Is Being Strong: a Cross-Sectional Study in Young Adults. *Sports Med Open*, 4(1), 12. doi: 10.1186/s40798-018-0125-4
- ten Haaf, T. & Weijts, P. J. (2014). Resting energy expenditure prediction in recreational athletes of 18-35 years: confirmation of Cunningham equation and an improved

- weight-based alternative. *PLoS One*, 9(9), e108460. doi: 10.1371/journal.pone.0108460
- Thomas, J. R., Nelson, J. K. & Silverman, S. J. (2015). *Research methods in physical activity: Human Kinetics*.
- Tinsley, G. M., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Paoli, A., Graybeal, A. J., Campbell, B. I. & Schoenfeld, B. J. (2018). Changes in Body Composition and Neuromuscular Performance Through Preparation, 2 Competitions, and a Recovery Period in an Experienced Female Physique Athlete. *J Strength Cond Res*. doi: 10.1519/jsc.0000000000002758
- Tipton, K. D. (2001). Gender differences in protein metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 4(6), 493-498.
- Tipton, K. D. & Wolfe, R. R. (2001). Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 11(1), 109-132.
- Toombs, R. J., Ducher, G., Shepherd, J. A. & De Souza, M. J. (2012). The Impact of Recent Technological Advances on the Trueness and Precision of DXA to Assess Body Composition. *Obesity*, 20(1), 30-39. doi: 10.1038/oby.2011.211
- Tornberg, A. B., Melin, A., Koivula, F. M., Johansson, A., Skouby, S., Faber, J. & Sjodin, A. (2017). Reduced Neuromuscular Performance in Amenorrheic Elite Endurance Athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 49(12), 2478-2485. doi: 10.1249/mss.0000000000001383
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E. & Norton, L. E. (2014). Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. *J Int Soc Sports Nutr*, 11(1), 7. doi: 10.1186/1550-2783-11-7
- Utdanning.no. (2018). VG1 Idrettsfag. Hentet 14.11 fra <https://utdanning.no/utdanning/vgs/IDRET1---->
- Vilbli. (2018). Idrettsfag. Hentet 14.11 fra <https://www.vilbli.no/nb/nb/vest-agder/fag-og-timfordeling-idrettsfag/program/v.id/v.idret1----/p2?kurs=v.idret1---->
- Wade, G. N. & Jones, J. E. (2004). Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 287(6), R1277-1296. doi: 10.1152/ajpregu.00475.2004
- Walker, O. (2016). Force-Velocity Curve. Hentet 13.12.2018 fra <https://www.scienceforsport.com/force-velocity-curve/#toggle-id-1>
- Wang, Z., Heshka, S., Zhang, K., Boozer, C. N. & Heymsfield, S. B. (2001). Resting Energy Expenditure: Systematic Organization and Critique of Prediction Methods. *Obesity Research*, 9(5), 331-336. doi: 10.1038/oby.2001.42
- Wardenaar, F., Brinkmans, N., Ceelen, I., Van Rooij, B., Mensink, M., Witkamp, R. & De Vries, J. (2017). Macronutrient intakes in 553 Dutch elite and sub-elite endurance, team, and strength athletes: Does intake differ between sport disciplines? *Nutrients*, 9(2), 119.
- Watts, N. B. (2004). Fundamentals and pitfalls of bone densitometry using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Osteoporosis international*, 15(11), 847-854.

- Weigle, D. S., Sande, K. J., Iverius, P. H., Monsen, E. R. & Brunzell, J. D. (1988). Weight loss leads to a marked decrease in nonresting energy expenditure in ambulatory human subjects. *Metabolism*, 37(10), 930-936.
- Weir, J. B. (1949). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*, 109(1-2), 1-9.
- Willoughby, D. S., Stout, J. R. & Wilborn, C. D. (2007). Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolism, mass, and strength. *Amino Acids*, 32(4), 467-477. doi: 10.1007/s00726-006-0398-7
- Wolfe, R. R. (2006). The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 84(3), 475-482. doi: 10.1093/ajcn/84.3.475
- Woods, A. L., Rice, A. J., Garvican-Lewis, L. A., Walleit, A. M., Lundy, B., Rogers, M. A., . . . Thompson, K. G. (2018). The effects of intensified training on resting metabolic rate (RMR), body composition and performance in trained cyclists. *PLoS One*, 13(2), e0191644. doi: 10.1371/journal.pone.0191644
- Yarasheski, K. E. (2003). Exercise, aging, and muscle protein metabolism. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(10), M918-M922.

Vedlegg 1

Informasjon og forespørsel om deltakelse i et
forskningsprosjekt ved Olympiatoppen Sør og
Universitetet i Agder

«Energitilgjengelighet, helse og prestasjon»

Forekomst og utvikling av relativ energimangel og
assosierte helse- og prestasjonsvariabler blant unge
mannlige og kvinnelige idrettsutøvere i Sør-Norge



UNIVERSITETET I AGDER



Kjære unge idrettsutøver!

Vi søker talentfulle unge utøvere innen sykling, langrenn, skiskyting, langdistanseløping, orientering, svømming, fotball og håndball til å bli med på et forskningsprosjekt i forbindelse med en doktorgrad i idrettsvitenskap ved Universitetet i Agder (UIA) og i samarbeid med Olympiatoppen Sør.

Bakgrunn og hensikt

For utøvere i alle aldre kan det være vanskelig å finne den gode balansen mellom trening, kosthold og restitusjon. I dette forskningsprosjektet ønsker vi å kartlegge en rekke variabler som vi antar har en sammenheng med idrettslig prestasjon og helse. Vi har en del kunnskap om disse variablene blant voksne mannlige og kvinnelige utøvere på toppnivå, men vi vet mindre om tilsvarende variabler blant unge utøvere. Vi har spesielt lite kunnskap om hva som skjer i løpet av perioden hvor unge jenter og gutter går på idrettsgymnas. I denne perioden er det mange som opplever økte treningsmengder, mindre tid til restitusjon og utfordringer med å få i seg nok og riktig mat. I dette prosjektet ønsker vi derfor å måle variabler som treningsmengde, fysisk kapasitet (eks. utholdenhet, muskelstyrke og reaksjonstid), kostholdsvaner, kroppssammensetning og andre helsevariabler som blodtrykk, sykdom og skader. Vi ønsker å måle disse variablene to ganger i sesongen over den perioden man er elev ved idrettsgymnaset.

Dette ønskes gjort for å få et større innsyn i, og forståelse for, hvordan utøvere og trenere kan legge til rette for, og sikre grunnlaget for best mulig trening og prestasjon ikke bare på kort sikt, men også sikre at kroppen bygges opp for å tåle den økende treningsmengde som kreves over lang tid for å bli god i sin idrett.

Med bakgrunn i dette er det i kommende forskningsprosjekt ønskelig å kartlegge fysiologiske helse- og prestasjonsvariabler som trenings- og kostholdsvaner, kroppssammensetning, blodtrykk, hvilemetabolisme, fysiologisk kapasitet, sykdom og skader samt psykologiske variabler som motivasjon, velvære samt forhold til mat, trening, kropp og vekt to ganger i sesongen over tre år.

Vi håper at du har lyst til å hjelpe oss med å skaffe slik unik kunnskap og bidra til forskning innen idrettsvitenskap.

Forsøkspersoner

Vi ønsker å rekruttere utøvere som oppfyller følgende inklusjonskriterier:

- (1) Elev ved VG1 på idrettsgymnas ved prosjektet begynnelse
- (2) Konkurransaktiv innen idretten sin på regionalt og/eller nasjonalt nivå
- (3) Fravær fra sykdom og skader som hindre deltakelse i prosjektet.

Deltakelsen i prosjektet innebærer derfor for deg som deltaker, at du må være villig til å gjennomføre et testbatteri over 1-2 dager (til sammen kun ca. 2 timer), samt svare på spørsmål om kosthold, trening, aktivitetsnivå og vekt to ganger i sesongen over tre år.

Hva innebærer deltakelse i prosjektet?

Dette er en kartleggingsstudie som vil inneholde to målepunkter fordelt over en sesong (før og etter sesong). Prosjektet vil gjennomføres over tre sesonger, hvilket innebærer seks måle- og registreringsperioder (se figur 1 for oversikt). Prosjektet er lagt opp slik at det ikke skal forstyrre treningsopplegget ditt hvis du ønsker å delta.

Testfasen:

Testfasen består av en testdag med spørsmål knyttet til kostholdet ditt. Du ankommer OLT Sør i Kristiansand tidlig på dagen du skal teste.

- Til testen skal du møte fastende i laboratoriet for måling av kroppssammensetning, beinhelse, hvilestoffskiftet, blodtrykk, reaksjonstest, styrketest, og du vil bli spurt om å besvare noen spørreskjemaer om mat, kropp og helse.
- Den siste test du skal gjennomføre er en VO2maks test, men denne utføres på ettermiddagen, og altså ikke på morgenen slik de andre tester gjøres. VO2maks testen er derfor ikke i fastende tilstand.
- Siden du kun kommer til laboratoriet for testing to ganger per år vil du bli bedt om å svare på noen få spørsmål ca. en gang i måneden via et elektronisk spørreskjema. Disse spørsmålene handler hovedsakelig om sykdom, skader og velvære.
- En gang i løpet av perioden vil du bli bedt om å svare på samme spørreskjema med to ukers mellomrom (se figur 1 i vedlegg).
- De siste 7 dager opp testing skal du sove med søvnmåler på armen, gå med aktivitetsmåler på dagen samt loggføre al trening med pulsklokke.

NB: De siste 24 timer før testdagen må du ikke utføre intensiv eller utmattende trening/konkurranser eller drikke alkohol. Du har ikke tillatelse til å spise, snuse eller røyke de siste 9 timene før testene (disse gjennomføres tidlig på morgenen). De siste tre timer før testene må du ikke drikke te, kaffe eller annen koffeinholdig drikke. Som forsøksperson vil du bli godt ivaretatt av testledere.

Mulige fordeler og ulemper:

Mulige fordeler:

- Bidra til å skaffe ytterligere kunnskap rundt energitilgjengelighet blant unge idrettsutøvere og ikke-konkurrans aktive ungdom
- Få mulighet til å teste fysisk kapasitet uten kostnad på UIA/OLT Sør
- Få kartlagt helsevariabler av betydning for idrettslig prestasjon uten kostnad på UIA/OLT Sør
- Få kartlagt kostholds vaner, søvn og energiforbruk uten kostnad på UIA/OLT Sør.
- Få målt hvilestoffskiftet og kroppssammensetning med gullstandard målemetoder og kunne følge disse over tid

Mulige ulemper:

- Må møte fastende til testing 6 ganger i løpet av 3 år. Slik testing kan ligge i skoletiden, da primært ved å erstatte andre treningsøkter, men forventes ikke å ha varighet på mer enn 1,5 time pr. test. Helsetest må gjennomføres i fastende tilstand
- Kan ikke trene intensive økter dagene før testing
- Må være opplagt til hver test og gjennomføre disse med god innsats
- Måling av hvilestoffskiftet kan oppleves uvant for enkelte
- Risiko for overbelastning ved testing
- Må svare på spørsmål knyttet til kosthold og trening hver 6. måned i tre år.

Hva skjer med informasjon om deg?

Data som blir registrert skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med prosjektet. Opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer, eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. Som deltaker vil du få et ID nummer som representerer ditt navn. Tester som blir gjennomført og data som blir innhentet, vil knyttes til dette ID nummeret. Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til ID nummeret og nøkkelfilen vil oppbevares nedlåst hos prosjektansvarlig. Innsamlet data vil bli benyttet i masterprosjekt og doktorgradsprosjekt, men alltid anonymt. Dataene vil også kunne bli brukt til publisering i tidsskrift, undervisning og kongresser. Som deltaker har du rett til å få innsyn i data som er registrert på deg selv. Data vil oppbevares aidentifisert på prosjektlederens passordbelagte PC. Data vil bli oppbevart i opptil 10 år etter at prosjektet er avsluttet.

Rett til innsyn og sletting av opplysninger om deg

Hvis du sier ja til å delta i prosjektet, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Frivillig deltakelse:

Det er frivillig å delta i prosjektet. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen som medfølger. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke uten at det påvirker din øvrige deltakelse. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte prosjektleder/ kontaktperson (se under). Ytterligere detaljert informasjon om prosjektet og de ulike testene kan fås ved å kontakte stipendiat Thomas Birkedal Stenqvist.

Annet:

Datainnsamling forventes avsluttet senest i uke 17, 2019. Datamateriale forventes oppbevart i 10 etter endt datainnsamling.

Hvordan bli med?

Dersom du ønsker å være en del av dette prosjektet kan du sende en mail til thomas.b.stenqvist@uia.no der du beskriver følgende:

- Hvem du er
- Idrettsgren og nivå
- Skole og klasse

Dersom du blir plukket ut til deltakelse må du også signere samtykkeerklæringen på siste side og levere denne til Thomas eller Monica.

Med vennlig hilsen

Thomas Birkedal Stenqvist

PhD stipendiat

Fakultet for helse- og idrettsvitenskap
Institutt for folkehelse, idrett og ernæring
Universitetet i Agder
Tlf: + 47 38142416

Mobil: + 47 45290621
thomas.b.stenqvist@uia.no

*Konsulent, Test- og laboratorietjenester
Olympiatoppen Sør*



Prosjektansvarlig og veileder

Monica Klungland Torstveit

Førsteamanuensis

Fakultet for helse- og idrettsvitenskap
Institutt for folkehelse, idrett og ernæring
Universitetet i Agder
Tlf: + 47 3814 1831

monica.k.torstveit@uia.no

*Fagansvarlig Idrettsernæring og restitusjon,
Olympiatoppen Sør*



Detaljert beskrivelse av de ulike testene

Testdagen

Ved ankomst til laboratoriet ønsker vi først å måle hvilestoffskiftet ved hjelp av indirekte kaliometri.

Hvilestoffskiftet: Vi vet at det kan være store forskjeller i hvilestoffskiftet mellom individer og de aller færreste vet hvor mye energi de bruker i hvile da målemetodene sjelden er tilgjengelig. Som forsøksperson skal du ligge avslappet på en benk i ca. 30 minutter med en «hette» (som vist på bildet). Målingen medfører ingen smerte eller ubehag. Hvilepuls vil bli registrert og vi vil se til at du ikke sovner underveis i målingen. Mens dere ligger på benken vil vi også måle **blodtrykket** liggende og deretter i stående posisjon.



Beinhelse og kroppssammensetning: DXA (dobbel røntgen absorpsjonsmetri) er gullstandard måling for vurdering av din kroppssammensetning og beinhelse. Dette måles ved hjelp av lav-dose røntgenstråling (stråledosen du blir utsatt for er svært liten og tilsvarer samme mengde du vanligvis får ved å fly fra Oslo til New York). Ved



DXA måling vil du blant annet få målt muskelmasse og din beinmineraltetthet (indikator på hvor sterkt skjelettet ditt er). Du vil få resultater både totalt for hele kroppen, men også i spesielt interessante områder som rygg og hofter. Selve målingen er helt smertefri og gjennomføres påkledd ved å ligge på en benk/seng. Det vil kun ta ca. 15 minutter å gjennomføre målingen.

Arbeidsøkonomi: Vi ønsker å måle hvor effektive dere er til å utføre et stykke arbeid i fastende tilstand, og hvor mye det koster å doble arbeidsmengden. Arbeidet utføres på en stasjonær sykkel, hvor vi måler forbruket av oksygen og produksjonen av karbondioksid. Testen består av 3 blokker av 6 min hver. Belastningen er hhv. 0 watt, 50 watt og 100 watt. Belastningen er derfor meget lav og testen vil føles meget lett.

Reaksjonstest: Reaksjonstiden du bruker måles ved hjelp av en bærbar PC. Reaksjonstiden testes ved å måle tiden du bruker på å trykke mellomroms-tasten ned på tastaturet når PC-skjermen skifter farge.

Maksimal styrke: Her vil vi måle din maksimale muskelstyrke ved hjelp av dertil utvalgt styrkeprotokoll. Det vi ønsker å måle er hhv. utholdende styrke, maksimal styrke og power.

Måltid: Etter styrketesten er vi ferdige med dagens første blokk, og det er tid for skole. Det er nå viktig at dere spiser frokost og mat gjennom dagen slik dere vanligvis gjør, før dere skal testes igjen på ettermiddagen (etter skole).

VO₂maks: Under testen måles oksygenopptaket til utmattelse. Du vil bli bedt om å begynne arbeidet på en gitt belastning som vil økes hvert minutt inntil utmattelse inntreffer og du ser deg nødsaget til å avslutte testen. De to høyeste målinger du oppnår danner grunnlag for dit maksimale oksygenopptak. Alle utenom syklister testes på tredemølle. Testen begynner på 6 km/t med en konstant stigning på 10,5%. Farten på tredemøllen økes med 1km/t pr. minutt inntil utmattelse inntreffer.

Avslutningsvis bes dere om å besvare noen spørreskjema før dere er ferdige med dagens testbatteri. Spørsmålene omhandler temaer som demografi, treningsmengde, konkurranseerfaring, forhold til trening, mat og kropp, skader/sykdommer og restitusjon/søvn/velvære.

Søvnmåler: De siste 7 dager opp til testing skal du sove med en søvnmåler på armen. Denne påsettes før du legger deg, og tas av igjen når du står opp.

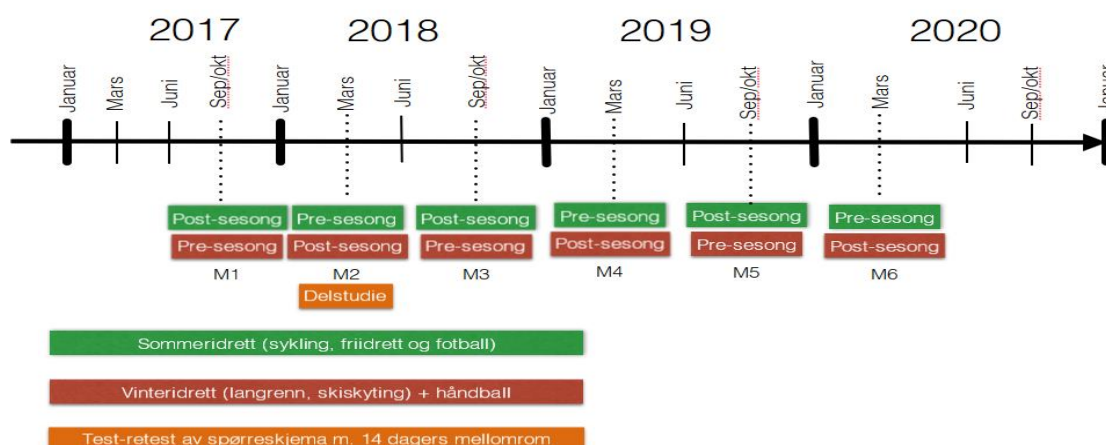
Aktivitetmåler: De siste 7 dager opp til testing skal gå med en aktivitetmåler på armen, fra du står opp til du går i seng. Denne skal KUN tas av når du dusjer, svømmer og trener. Viktig at den tas på igjen så raskt som mulig.

Pulsmåling under trening: De siste 7 dager opp til testing skal deltakeren loggføre all trening med en pulsklokke som lagrer økten. Hvis du ikke selv har enten en Polar (med tilkopling til Polar Flow) eller en Garmin (med tilkopling til Garmins hjemmeside) har du mulighet for å låne en Polarklokke med pulsbelte av oss.

Fingerstikk: Vi ønsker å måle glukosenivå i blodet med et fingerstikk etter hvilemetabolisme- testen og under arbeidsøkonomi-testen (totalt 4 fingerstikk).

Tidslinje for hele prosjektet:

Figur 1: Oversikt over prosjektet. Prosjektet består av seks målepunkter (M1 – M6) hver 6. måned, samt hvor i sesongen hhv. vinteridrett og sommeridretter befinner seg. En gang i løpet av prosjektet sendes det samme spørreskjema med 14 dagers mellomrom.



Vedlegg 2



UNIVERSITETET I AGDER

Samtykke til deltakelse i prosjektet «Energitilgjengelighet og idrettslig prestasjon»

Ved å si ja til å delta i prosjektet, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert på deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

Ved å signere samtykkeerklæringen bekrefter du også at du ikke har kjent hjertesykdom eller andre lidelser/sykdom som medfører at din fastlege har frarådet deg å teste intensivt.

Som deltaker i prosjektet er du for øvrig forsikret via at staten er selvassurandør for universitetene.

Jeg er villig til å delta i prosjektet

----- (Signert
av prosjektdeltaker, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

----- (Signert,
rolle i prosjektet, dato)



Vedlegg 3

Magnus Rognlien

FEK behandlet 22.06.18. din søknad om etisk godkjenning av vedlagte prosjekt. Slik søknaden fremstår, og med de godkjenninger som foreligger ser vi ingen etiske betenkeligheter med prosjektet. Det er viktig at informasjonsskrivet inneholder informasjon om prosjektet sammen med samtykkeskjemaet. Vi ber deg følge opp

dette.

På vegne av FEK

Anne Skisland

Vedlegg 4

Monica Klungland Torstveit
Serviceboks 422
4604 KRISTIANSAND S



Vår dato: 16.08.2017

Vår ref: 54496 / 3 / ST M

Deres dato:

Deres ref:

Tilbakemelding på melding om behandling av personopplysninger

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 22.05.2017.

All nødvendig informasjon om prosjektet forelå i sin helhet 16.08.2017.

Meldingen gjelder prosjektet:

54496	Energitilgjengelighet og idrettslig prestasjon - Forekomst og utvikling av relativ energimangel og assosierte helse- og prestasjonsvariabler blant unge mannlige og kvinnelige idrettsutøvere i Sør-Norge
Behandlingsansvarlig	Universitetet i Agder, ved institusjonens øverste leder
Daglig ansvarlig	Monica Klungland Torstveit

Personvernombudet har vurdert prosjektet, og finner at behandlingen av personopplysninger vil være regulert av § 7-27 i personopplysningsforskriften. Personvernombudet tilrår at prosjektet gjennomføres.

Personvernombudets tilråding forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, ombudets kommentarer samt personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget [skjema](#). Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en [offentlig database](#).

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 30.11.2020, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Dersom noe er uklart ta gjerne kontakt over telefon.

Vennlig hilsen

Katrine Utaaker Segadal

Siri T enden Myklebust

Kontaktperson: Siri T enden Myklebust tlf: 55 58 22 68 / Siri.Myklebust@nsd.no