

**Frank Sandberg**

**Endring i antropometri, kardiorespiratorisk  
utholdenhet, muskulær utholdenhet og muskulær  
styrke blant Norske kadetter i løpet av deres treårige  
krigsskoleutdanning**

Kadettutviklingsstudien 2007-2011

**Masteroppgave i idrettsvitenskap**

Seksjon for idrettsmedisinske fag

Norges idrettshøgskole, 2016

Skrevet for tidsskriftet *Military Medicine*



## Sammendrag

**MÅL:** Målet med denne masteroppgaven var å undersøke endring i fysisk form blant Norske kadetter i løpet av deres treårige militære krigsskoleutdanning.

**METODE:** Oppgaven baserer seg på kadettutviklingsstudien 2007-2011 hvor 260 (89%) mannlige og 29 (11%) kvinnelige kadetter fra Krigsskolen, Sjøkrigsskolen og Luftkrigsskolen ble inkludert. Antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet og kardiorespiratorisk utholdenhet ble målt i krigsskoleutdanningens første uke (T1) og mot slutten av hvert skoleår (T2, T3 og T4). "Multilevel mixed effects" lineær regresjon ble benyttet i de statistiske analysene for å undersøke endring.

**RESULTATER:** Begge kjønn økte deres fettfrie masse (FFM), % kroppsfett og kroppsmasseindeks (KMI) fra T1 til T4, mens det var ingen endring i skjelettmuskelmasse. Menn økte både muskulær styrke (vertikalt hopp og medisinballstøt) og muskulær utholdenhet (pull-ups og push-ups). Kvinner økte i medisinballstøt, mens de andre styrkevariablene forble uforandret. Absolutt og relativt maksimalt oksygenopptak for menn ble redusert, mens kun relativt maksimalt oksygenopptak ble redusert for kvinner. Studiet viste at FFM, KMI og pull-ups hadde forskjellig utvikling når vi sammenligner kadetter fra de ulike krigsskolene.

**KONKLUSJON:** I løpet av den treårige militære krigsskoleutdanningen fant vi en økning i kadettene antropometriske verdier, muskulære styrke og muskulære utholdenhet, mens deres kardiorespiratoriske utholdenhet ble redusert. Grunnet endringenes størrelse kan det argumenteres for at kadettene fysiske form i liten grad endrer seg i løpet av utdanningen.

Nøkkelord: Fysisk form, militæret, krigsskole, kadetter, longitudinell

# Innhold

<b>Sammendrag.....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>4</b>
<b>Forord.....</b>	<b>6</b>
<b>1. Utfyllende teori .....</b>	<b>7</b>
1.1 Innledning.....	7
1.2 Hva er fysisk form.....	9
1.2.1 Hva er antropometri.....	10
1.2.2 Hva er muskulær styrke.....	11
1.2.3 Hva er muskulær utholdenhet.....	12
1.2.4 Hva er kardiorespiratorisk utholdenhet.....	12
1.3 Hvordan måle fysisk form.....	13
1.3.1 Hvordan måle antropometri.....	14
1.3.2 Hvordan måle muskulær styrke.....	16
1.3.3 Hvordan måle muskulær utholdenhet.....	18
1.3.4 Hvordan måle kardiorespiratorisk utholdenhet.....	18
1.4 Kadettutviklingsstudien 2007-2011 .....	19
1.4.1 Utrapportering av kadettutviklingsstudien 2007-2011 .....	20
1.5 Fysisk form i sivile populasjoner .....	21
1.6 Fysisk form i militære populasjoner .....	22
1.6.1 Fysisk form blant kadetter .....	23
1.7 Mål for masteroppgaven .....	23
<b>2. Utfyllende metode .....</b>	<b>25</b>
2.1 Studiedesign.....	25
2.2 Utvalg.....	25
2.3 Etikk.....	27
2.4 Datainnsamling .....	27
2.5 Måling av fysisk form .....	27
2.5.1 Antropometri .....	27
2.5.2 Muskulær styrke .....	28
2.5.3 Muskulær utholdenhet .....	29
2.5.4 Kardiorespiratorisk utholdenhet .....	30
2.7 Statistiske analyser .....	32
2.8 Arbeidsform og eget/andres bidrag.....	33

2.9	Publisering.....	35
2.10	Budsjett.....	35
	<b>Referanser utvidet teori og metode .....</b>	<b>37</b>
	<b>Tabelloversikt .....</b>	<b>44</b>
	<b>Figuroversikt.....</b>	<b>45</b>
	<b>Forkortelser .....</b>	<b>46</b>
	<b>Vedlegg .....</b>	<b>47</b>
	<b>Masterartikkel .....</b>	<b>52</b>

## Forord

Veien mot innlevering av masteroppgave og publisering av masterartikkel i "Military Medicine" har vært både utfordrende og utviklende. Heldigvis har jeg hatt gode støttespillere rundt meg under hele prosessen og disse ønsker jeg å få takke.

Først og fremst vil jeg takke mine dyktige veiledere Elin Kolle ved Norges idrettshøgskole, Seksjon for idrettsmedisinske fag og Anders Aandstad ved Norges idrettshøgskole/Forsvarets institutt for å ha løftet kvaliteten på masteroppgaven. Deres erfaring, faglige kompetanse, tilstedeværelse og støtte har vært uvurderlig.

Videre retter jeg også en stor takk til Knut Eirik Dalene ved Norges idrettshøgskole, Seksjon for idrettsmedisinske fag. STATA er for meg ukjent farvann og jeg kan vanskelig se for meg at analysene ville blitt gjennomført med samme kvalitet uten din hjelp.

Takk til Luftforsvaret, personifisert ved May Lena Nymo, som har tillatt meg å skrive denne oppgaven og som har definert denne utdanningen som "Forsvarets behov". Jeg tar med meg nyvunnen kompetanse tilbake til "bruket" og skal etter beste evne inkorporere denne i rollen som offiser, instruktør, landslagstrener og sjefens idrettsfaglige rådgiver.

Takk til min kjære Merethe. "The best things in life come in small packages".

Avslutningsvis ønsker jeg å takke alle forsøkspersonene som har deltatt i studien og alle som på en eller annen måte har bidratt underveis i prosessen.

Frank Sandberg

Oslo, 13. juni 2016

# 1. Utfyllende teori

## 1.1 Innledning

Fysisk form i militære kadetter fremstår som et viktig tema. Kadetter ved de norske krigsskolene utdannes til å bli fremtidens ledere i Forsvaret og skal i løpet av utdanningen utvikle kunnskaper, ferdigheter og holdninger for å uttøve offisersyrket i fred, krise og krig (Garang, 2016). Å sikre god helse, evne til militære prestasjoner og fravær av skader for både seg og sitt personell bør være grunnleggende for å uttøve offisersyrket på en tilfredsstillende måte, spesielt i krise og krig. Alle disse momentene har sammenheng med fysisk form, som er et begrep som omfatter blant annet antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet, og kardiorespiratorisk utholdenhet. Rintala, Hakkinen, Siitonen, og Kyrolainen (2015) viste at flyene som produserer flest g-krefter flys av pilotene med best fysisk form (muskulær styrke og kardiorespiratorisk utholdenhet). Studien viste også at denne gruppen er mindre utsatt for fysiske plager enn piloter med dårligere fysisk form. Taylor et al. (2008) viste at militært personell med høy aerob utholdenhet i mindre grad lar seg påvirke negativt av stressende hendelser og derfor presterer bedre under ekstrem militær trening (overlevelsestrening). Videre viste Knapik et al. (2001) at lav kardiorespiratorisk utholdenhet, lav muskulær utholdenhet og høy kroppsmasseindeks (KMI) økte faren for avskjed blant amerikanske vernepliktige og Kusano, Vanderburgh, og Bishop (1997) konkluderte med at prestasjonen i militær hinderbane for kvinnelige amerikanske kadetter økte når kroppsfett (KF) reduseres. Disse studiene er eksempler på at evnen til militære prestasjoner er høy når personellet innehar god fysisk form.

Kyrolainen et al. (2008) viste i sin studie at det er sammenheng mellom helse og fysisk form i militært personell. 7179 menn, ~95 % av alle yrkesmilitære i Finland, ble inkludert i studien. Studien viste at gruppen med lengst sykefravær hadde gjennomgående dårligere antropometriske verdier, dårligere muskulær utholdenhet og dårligere kardiorespiratorisk utholdenhet. Videre viste studien at årlige kostnader ved arbeidsuførhet kunne reduseres betraktelig ved å bedre den fysiske formen. Ved å redusere KMI fra  $\geq 30$  til  $\leq 25$  kunne kostnadene kuttes med 35 % (fra 710 € til 462 € per person), ved å bedre muskulær utholdenhet fra det dårligste til det beste kvartilet kunne kostnadene kuttes med 32 % (fra 710 € til 481 € per person) og ved å bedre kardiorespiratorisk utholdenhet fra det dårligste til det beste kvartilet kunne kostnadene

kuttet med 36 % (fra 692 € til 443 € per person). En rekke andre studier støtter sammenhengen mellom fysisk form og helse og mellom fysisk form og skader. Laclaustra-Gimeno et al. (2006) viste at faren for hjerte og karsykdommer i militært personell økte når vekt og KMI økte. Videre er det vist at høy kardiorespiratorisk utholdenhet kan forhindre muskulære skader og skade på lever for hærkadetter (Harwood, Rayson, & Nevill, 1999; Koury et al., 2016), at både lav og høy KMI kan øke faren for skader for vernepliktige og kadetter (Knapik, 2015c; Uhorchak et al., 2003) og at lav kardiorespiratorisk utholdenhet kan øke faren for skader blant offiserkandidater i marinen (Lisman, O'Connor, Deuster, & Knapik, 2013). I tillegg økte høy andel KF faren for skader for hærkadetter (Havenetidis & Paxinos, 2011) og dårlig fysisk form økte faren for skader blant soldater i alle forsvarsgrener (Kaufman, Brodine, & Shaffer, 2000).

Forsvaret har en lang historikk for å teste personellens fysiske form og målinger på kadetter som tillater utregning av KMI er tilgjengelig helt tilbake til slutten av 1800-tallet (Hiermeier, 2010). Likevel er det relativt få studier som adresserer temaet fysisk form blant kadetter og disse er ofte heftet med svakheter. Fysisk form er et begrep som omfattes av en rekke attributter eller egenskaper, men mange studier undersøker bare et begrenset antall av disse (Gazdzinska et al., 2015; Koury et al., 2016; Maric et al., 2013). Enkelte studier inneholder også et svært begrenset antall forsøkspersoner (Kusano et al., 1997), noe som øker sannsynligheten for å gjøre en statistisk type II feil. Videre er det en rekke studier som kun inkluderer ett kjønn (Aandstad, Hageberg, Saether, & Nilsen, 2012; Koury et al., 2016; Kusano et al., 1997; Ruffing et al., 2006). Flere og flere kvinner går inn i Forsvaret og det er derfor viktig at vitenskapelige studier med militært personell inkluderer begge kjønn. Menn og kvinner har ulike forutsetninger for å oppnå absolutte og relative verdier i en rekke fysisk form variabler (menn kan blant annet oppnå høyere maksimalt oksygenopptak og høyere absolutt muskulær styrke), men det råder noe usikkerhet rundt hvorvidt menn og kvinner utvikler fysisk form ulikt i løpet av krigsskoleutdanningen. I utgangspunktet skal det ikke være forskjeller mellom kjønnene når det gjelder fysiologisk tilpasning til trening av kardiorespiratorisk utholdenhet og muskulær styrke (NATO, 2009), likevel rapporteres det om forskjellig utvikling av fysisk form blant mannlige og kvinnelige kadetter (Harwood et al., 1999). I tillegg kan det virke som kvinnelige kadetter har en høyere risiko for skade i forhold til sine mannlige kollegaer. Cosman et al. (2013) fulgte



755 mannlige og 136 kvinnelige amerikanske hærkadetter over fire år og rapporterte en forekomst av tretthetsbrudd på 5,7 % og 19,1 % for henholdsvis menn og kvinner. Flere studier støtter påstanden om at kvinnelige kadetter har høyere skaderisiko (Havenetidis & Paxinos, 2011; Levy et al., 2006), noe som kan påvirke fysisk form og utviklingen av denne. Videre inkluderer de fleste studier kun forsøkspersoner fra en krigsskole (Gazdzinska et al., 2015; Havenetidis & Paxinos, 2011; Koury et al., 2016), noe som resulterer i få sammenligner mellom kadetter fra de forskjellige forsvarsgrenene. Forsvarsgrenene stiller ulike arbeidskrav til sitt personell og det kan derfor være at krigsskolene prioriterer fysisk form ulikt under seleksjon og utdanning av sine kadetter. Det vil derfor være interessant å se hvorvidt grenvise forskjeller reflekteres i kadettens fysiske form.

Å jevnlig dokumentere fysisk form blant kadettene kan gi viktig informasjon til krigsskolene og forsvarsgrenene. Fysisk form kan endre seg over tid (Knapik et al., 2006) og det samme kan krigsskolenes trenings og utdanningsprogram. Uten en jevnlig kontroll og kvalitetssikring kan krigsskolene vanskelig vite hvilke ønskede og uønskede effekter deres treningsprogram har og hvorvidt målsettingene innenfor faget Militær idrett og trening blir oppfylt.

En tidligere treårig longitudinell studie undersøkte endring i antropometri og kardiorespiratorisk utholdenhet blant norske luftkrigsskolekadetter (Aandstad et al., 2012). I den foreliggende oppgaven implementeres de fleste av metodene som Aandstad et al. benyttet. I tillegg inkluderte vi variabler for muskulær utholdenhet og muskulær styrke, samt at kadetter av begge kjønn fra alle de tre krigsskolene i Norge blir inkludert.

## **1.2 Hva er fysisk form**

Definisjonen av fysisk form har endret seg i årenes løp og kan variere avhengig av hvilke kilder man benytter. I 1971 ble fysisk form forsøkt definert som ”evnen til å utføre daglige oppgaver med kraft og årvåkenhet, uten utilbørlig tretthet og med rikelig energi til å nyte fritidsaktiviteter og til å møte uforutsette nødssituasjoner” (Clarke, 1971). I 1985 kom Caspersen, Powell, og Christenson (1985) frem til at fysisk form var et sett av enten helse- eller ferdighetsrelaterte attributter eller egenskaper. Kardiorespiratorisk utholdenhet, muskulær utholdenhet, muskulær styrke

kroppssammensetning og bevegelse ble nevnt som helserelaterede attributter, mens smidighet, balanse, koordinasjon, hurtighet, eksplosiv styrke og reaksjonstid ble sett som ferdighetsrelaterede attributter. I 2009 definerte Bahr (2009) fysisk form som ”et sett av egenskaper som man har eller erverver, og som er relatert til å utføre fysiske aktiviteter” og aerob kapasitet, muskelstyrke, bevegelse, hurtighet, koordinasjon, reaksjonsevne og teknikk ble trukket frem som sentrale egenskaper. Bahr inkluderer psykiske komponenter i begrepet fysisk form og inkluderer ikke begrepene helse- og ferdighetsrelaterede attributter i definisjonen slik som Caspersen. I militær sammenheng har fysisk form blitt definert som et sett av attributter som tillater utøvelse av fysisk aktivitet (Knapik, 2015a), og muskulær styrke, muskulær utholdenhet, kardiorespiratorisk utholdenhet og kroppssammensetning trekkes frem som sentrale attributter (Knapik, 2015a; Knapik et al., 2006).

Det kan diskuteres hvilke komponenter av definisjonene som er de mest sentrale. Likevel virker det som antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet, og kardiorespiratorisk utholdenhet fremstår som sentrale komponenter i begrepet fysisk form. Denne oppgaven velger derfor å vise til disse komponentene når begrepet fysisk form bli benyttet.

### **1.2.1 Hva er antropometri**

Antropometri er den delen av vitenskapen som omfatter kroppsmålninger (Pheasant & Haslegrave, 2005). Begrepet antropometri omfatter følgende en rekke komponenter som kan beskrive både kroppens størrelse og kroppens sammensetning. Eksempler på disse kan være høyde, vekt, KMI, KF, skjelettmuskelmasse (SMM), fettfri masse (FFM), beinmineraltetthet, midjeomkrets, hofte-midje ratio, lårbeinlengde og muskelomkrets.

Videre gjennomgås sentrale antropometriske mål. KMI regnes gjerne ut basert på formelen  $\text{kg/m}^2$ . KMI sier med andre ord noe om kroppsvektens størrelse i forhold til høyden. KMI mellom 25 og 30  $\text{kg/m}^2$  er definert som overvekt og KMI høyere enn 30  $\text{kg/m}^2$  er definert som fedme (WHO, 2000). Overvekt og fedme kan gi økt risiko for hjerte- og karsykdommer, kreft, diabetes og dødelighet (Wadden & Stunkard A., 2002) og er i tillegg forbundet med lavere fysisk form (Duncan, 2010). KMI tar utgangspunkt i vekt, men skiller ikke på hvordan kroppsmassen er fordelt. Siden muskler veier mer enn fett kan en muskuløs person ha en KMI høyere enn 25  $\text{kg/m}^2$  uten at dette er

forbundet med risiko for ovennevnte sykdommer. Metoden antar også at det ikke er forskjeller i KMI mellom rase, etnisitet, kjønn og alder, hvilket ikke er tilfelle (McArdle, Katch, & Katch, 2007). Det kan derfor være verdifullt at KMI kombineres med mål som sier noe om kroppssammensetning. KF kan defineres som alle ekstraherbare lipider fra fettvev og annet kroppsvev (McArdle et al., 2007) og har vist seg å være en god prediktor for hjerte- og karsykdommer (Christou, Gentile, DeSouza, Seals, & Gates, 2005). KF presenteres ofte som % av den totale kroppsmassen. FFM kan defineres som all resterende, lipidfri, kroppsmasse og inkluderer vann, muskler, ben bindevev og interne organer. SMM er en stor del av FFM og er det samlede volumet av kroppens over 660 skjelettmuskler som har som hovedoppgave å bevege et eller flere ben i kroppens skjelett (McArdle et al., 2007). Generelt er musklenes tverrsnittsareal den største bestemmende faktoren for maksimal styrke (Raastad, Paulsen, Refsnes, Rønnestad, & Wisnes, 2010). Måling av FFM og SMM vil derfor være verdifulle mål på fysisk form.

### **1.2.2 Hva er muskulær styrke**

Muskulær styrke kan defineres som ”den maksimale kraften eller det dreiemomentet en muskel eller en muskelgruppe kan skape ved en spesifikk eller forutbestemt hastighet” (Enoksen, Tønnesen, & Tjelta, 2007). Det finnes ulike former for muskulær styrke og disse kategoriseres gjerne som maksimal styrke og eksplosiv styrke. Maksimal styrke kan defineres som ”den største kraften vi klarer å utvikle ved langsomme bevegelser (eksentrisk og konsentrisk) eller isometriske aksjoner”, mens eksplosiv styrke kan defineres som ”evnen til å utvikle størst mulig kraft hurtig” (Raastad et al., 2010). Maksimal styrke trenes gjerne med tung ytre belastning og serier av 1-5 repetisjoner, eksplosiv styrke trenes gjerne med lett belastning og serier av 1-5 repetisjoner, mens hypertrofi (økning av muskelvolum) oppnås gjerne best ved å trene med relativt tung motstand og serier av 6-12 repetisjoner (Enoksen et al., 2007). Muskulær styrke har sammenheng med risiko for tidlig død, diabetes, fedme, metabolsk syndrom, hjerte og karsykdommer, osteoporose, ledd og rygg smerter, angst og depresjon. Med dette menes at risikoen kan reduseres, at tilstanden kan reverseres, at utviklingen kan bremses og/eller at symptomene kan mildnes ved hjelp av muskulær styrketrening (Helsedirektoratet, 2016).

### 1.2.3 Hva er muskulær utholdenhet

Muskulær utholdenhet kan defineres som ”muskelens evne til å utvikle kraft forholdsvis mange ganger etter hverandre” (Gjerset, Haugen, & Holmstad, 2006). Muskulær utholdenhet trenes gjerne med motstander der man klarer over 20 repetisjoner før utmattelse inntreffer. Denne treningsformen setter krav til musklens evne til aerob energifrigjøring og påvirker muskulær styrke i mindre grad. Muskulær utholdenhet er derfor et begrep som ikke defineres som en form for muskulær styrke (Raastad et al., 2010), men som har store likhetstrekk med både muskulær styrke og kardiorespiratorisk utholdenhet.

### 1.2.4 Hva er kardiorespiratorisk utholdenhet

Kardiorespiratorisk utholdenhet kan defineres som evnen til å utføre sammenhengende trening, ved bruk av store muskelgrupper, ved moderat til høy intensitet over lengre tid. Denne typen utholdenhet avhenger av transport av oksygen fra innåndingsluft til arbeidende muskler (ved hjelp av det kardiorespiratoriske systemet), forbruk av oksygen i muskelcellene og fjerning av avfallsprodukter (Pate, Oria, & Pillsbury, 2012). Kardiorespiratorisk utholdenhet brukes ofte synonymt med begrepet aerob utholdenhet og det er også tilfelle i denne oppgaven. Aerob utholdenhet kan defineres som ”organismens evne til å arbeide med relativt høy intensitet over lengre tid” (Gjerset et al., 2006) og kjennetegnes ved at arbeidende muskulatur får tilstrekkelig tilførsel av oksygen. Aerob kapasitet og arbeidsøkonomi er faktorene som bestemmer aerob utholdenhetsprestasjon (Frøyd et al., 2005). Arbeidsøkonomi kan defineres som ”utøverens stabile oksygenopptak på en submaksimal belastning” (Tjelta, Enoksen, & Tønnesen, 2013). Aerob kapasitet består av  $\dot{V}O_{2maks}$  og utnyttingsgrad.  $\dot{V}O_{2maks}$  kan defineres som ”den største mengden oksygen som kroppen kan ta opp og utnytte”, mens utnyttingsgrad kan defineres som ”den gjennomsnittlige prosenten av  $\dot{V}O_{2maks}$  som utøveren kan oppnå ved en gitt arbeidstid” (Frøyd et al., 2005). Anaerob terskel er et annet begrep knyttet til aerob utholdenhet. Anaerob terskel kan defineres som ”den høyeste ytre intensiteten ved en bestemt aktivitetsform der det er balanse mellom produksjon og eliminasjon av laktat”, og er sentralt fordi det i større grad enn  $\dot{V}O_{2maks}$ , utnyttingsgrad eller arbeidsøkonomi har vist evne til å predikere aerob utholdenhetsprestasjon (Frøyd et al., 2005). Kardiorespiratorisk utholdenhet har sammenheng med risikoen for hjerte og karsykdommer, angst, astma, cystisk fibrose, demens, depresjon, diabetes, kreft, kols, metabolsk syndrom, multipel sklerose,

nyresykdom, fedme og overvekt, parkinsons sykdom og stress. Med dette menes at risikoen kan reduseres, at tilstanden kan reverseres, at utviklingen kan bremses og/eller at symptomene kan mildnes ved hjelp av kardiovaskulær utholdenhetstrening (Helsedirektoratet, 2016).

### **1.3 Hvordan måle fysisk form**

Det finnes en rekke måter å måle fysisk form på. På overordnet nivå kan fysisk form måles både ved hjelp av selvrapporing og direkte (og indirekte) målinger. Ved selvrapporing av fysisk form i militære populasjoner har det vist seg at muskulær utholdenhet, kardiorespiratorisk utholdenhet og antropometri rapporteres som gunstigere enn det som er tilfelle (Martin et al., 2016).

Videre kan fysisk form måles ved hjelp av generelle eller spesifikke (funksjonsrelaterte) tester (Forsvarets-høgskole, 2014). Generelle tester ønsker å måle bestemte fysiologiske faktorer som for eksempel  $\dot{V}O_{2maks}$ , muskulær styrke eller SMM. Disse kan være medbestemmende for prestasjonsevne i ulike militære fysisk krevende oppgaver som for eksempel graving, marsj med tung utrustning, bårebæring og livredning i vann. Generelle tester kan med andre ord være relevant for et mangfold av militære arbeidsoppgaver, men kan sjelden predikere evnen til å utføre en bestemt aktivitet veldig nøyaktig (Forsvarets-høgskole, 2014). Spesifikke eller funksjonsrelaterte tester er designet for å måle prestasjonsevnen i en eller få bestemte aktiviteter. For eksempel kan en ved å teste  $\dot{V}O_{2maks}$  få en indikasjon på hvor effektivt personellet kan ta seg frem til fots med tung militær utrustning, men et bedre mål ville sannsynligvis ha vært å teste personellet i et pakkingsløp med det utstyr og terreng som er relevant for personellens oppdrag eller arbeidsoppgave. Førstnevnte kan beskrives som en generell test, mens sistnevnte kan beskrives som en spesifikk eller funksjonsrelatert test.

Avslutningsvis er det viktig at testene har høy validitet og reliabilitet. Fra et forskerperspektiv er validitet spørsmålet om forskeren med de tester og instrumenter han har valgt, måler eller belyser det han ønsker (måler det man ønsker å måle). Reliabilitet er spørsmålet om hvor nøyaktig arbeidsoperasjonene i forskningen er gjennomført (Laake, Olsen, & Benestad, 2008). En idrettsutøver må som eksempel velge tester som er relevante for det man ønsker prestasjonsforbedring i og velge tester hvor han kan være sikker på at en eventuell forskjell mellom 2 tester skyldes nedlagt

trening. Høy reliabilitet kan knyttes til bruk av samme testleder for hver test og testperiode, bruk av samme protokoll, bruk av samme testrekkefølge i et eventuelt testbatteri, testing på samme tid hvert år og å benytte testøvelser som egner seg for testing. Sistnevnte innebærer at testøvelsen er lett å reproducere, teknisk enkel å gjennomføre (evt gjennomføres med en teknikk forsøkspersonen er godt kjent med), at vilkårene for å godkjenne eller underkjenne testene er klare og at øvelsen gir god målenøyaktighet (Raastad et al., 2010).

### **1.3.1 Hvordan måle antropometri**

Dette kapittelet vil ha sitt hovedfokus på målemetoder for å måle kroppssammensetning. Ofte vil man ønske å bruke målemetoder omtalt som gullstandard, men da disse ofte er dyre og praktisk vanskelig å benytte i et forskningsprosjekt omtales flere målemetoder. Kroppssammensetning kan måles både direkte og indirekte (McArdle et al., 2007). To metoder benyttes ved direkte måling av kroppssammensetning. Den ene består av fysisk dissekering for å blottlegge og isolere bein, muskler, fett og fettfri masse. Den andre går ut på å oppløse kroppen i en kjemisk løsning for deretter å avgjøre blandingen av fett- og fettfrie komponenter (McArdle et al., 2007). Av opplagte grunner egner disse metodene seg dårlig for forsøkspersonene i denne oppgaven og kapittelet vil derfor videre konsentrere seg om indirekte målemetoder.

Indirekte måling av kroppssammensetning omfatter hydrostatisk veiing (undervannsveiing), røntgen, måling av hudfoldtykkelse, omkretsmålinger bioimpedansmåling, infrarødt lys, ultralyd, tomografi, pletysmografi og bildetagning ved hjelp av magnetisk resonans (McArdle et al., 2007). Det kan argumenteres for at hydrostatisk veiing, røntgen, måling av hudfoldtykkelse, omkretsmålinger og bioimpedansmåling er blant de mest anerkjente og mest anvendte målemetodene for måling av kroppssammensetning og disse vil derfor bli presentert nærmere. Hydrostatisk veiing tillater oss å få vite kroppens volum ved at forsøkspersonen blir neddykket i vann (kroppens volum er lik den mengde vann kroppen fortrenger, evt kan kroppens volum beregnes ved å finne differansen mellom kroppens vekt målt i luft og kroppens vekt neddykket i vann). Ved å dele kroppens vekt med kroppens volum får man kroppens tetthet og basert på dette kan man estimere % KF (McArdle et al., 2007). Hydrostatisk veiing blir ofte omtalt som gullstandard og benyttet som referansem metode i

validitets- og reliabilitetsstudier (Fukuda, Wray, Kendall, Smith-Ryan, & Stout, 2015; Tseh, Caputo, & Keefer, 2010). Med dobbel røntgenabsorpsjonsmetri (Dual-energy x-ray absorptiometry, DXA) dannes et bilde av kroppen og dens sammensetning ved at kroppen penetreres av to lav-energi røntgenstråler. Basert på kroppens absorpsjon av røntgenstrålene kan dataprogrammer kvantifisere beinmasse, KF og FFM (McArdle et al., 2007). DXA blir i likhet med hydrostatisk veiing ofte omtalt som gullstandard og benyttet som referansemetode i validitets- og reliabilitetsstudier (Langer et al., 2016; Wu et al., 2015). Siden det er en sammenheng mellom underhudsfett, internt fett og kroppstetthet så kan KF estimeres ved hjelp av måling av hudfoldtykkelse. Denne målingen blir gjort med en fettklype som måler hudfolder (med tilhørende underhudsfett) utvalgte steder på kroppen. Hudfoldenes tykkelse blir deretter lagt inn i en formel som estimerer KF. Validiteten for denne metoden avviker fra hydrostatisk veiing og reliabiliteten kan variere avhengig av testleders erfaring (McArdle et al., 2007). Omkretsmålinger gjennomføres ved at omkretsen av utvalgte kroppsdelar måles med målebånd (biceps, underarm, midje/mage, hofter, lår og legg er kroppsdelar som ofte blir målt). Basert på disse målene kan man estimere KF og man kan man lage en omkretsscore som sier noe om hvor vedkommende ligger i forhold til anbefalingene (McArdle et al., 2007). Hofte midjeratio er en slik omkretsscore som blant annet er omtalt som et bedre mål på fedme enn KMI (Akpınar, Bashan, Bozdemir, & Saatci, 2007). Bioimpedansmålinger fungerer ved at svakstrøm sendes igjennom kroppen og at motstanden måles. KF har som eksempel mindre væskeinnhold enn FFM og gir dermed strømmen større motstand (leder dårlige). Den registrerte motstand settes deretter inn i ligninger som estimerer kroppssammensetning. Denne metoden predikerer ofte kroppssammensetningen dårligere enn både hydrostatisk veiing og måling av hudfoldtykkelse (McArdle et al., 2007). Det kan likevel argumenteres for at bioimpedansmålinger har tilfredsstillende validitet og reliabilitet (Aandstad, Holtberget, Hageberg, Holme, & Anderssen, 2014), at apparatur for bioimpedansmåling er i stadig utvikling og at validitet og reliabilitet i stor grad kan variere mellom ulike produsenter og modeller.

KMI måles ved hjelp av formelen  $\text{kg/m}^2$  og instrumenter som i tilfredsstillende grad kan måle høyde og vekt.

### 1.3.2 Hvordan måle muskulær styrke

Testing av maksimal muskulær styrke foregår gjerne ved test av en maksimal repetisjon, i en relevant øvelse og med tydelig avklart teknikk (Raastad et al., 2010). Testøvelsen må gjerne være velkjent og godt innøvd eller være så enkel gjennomførbar at teknikk ikke vil innvirke på resultatet. En måte å teste maksimal styrke kan være ved hjelp av isokinetiske og isometriske apparater hvor dynamometre måler kraftutvikling i aktuell muskulatur. Apparatene stiller små krav til teknikk, stabilisering og innlæringstid. Testing på kraftplattform kan også være en god målemetode for maksimal styrke. Knebøy, benkpress og benktrekk er typiske eksempler på øvelser for å teste maksimal styrke (Raastad et al., 2010), selv om disse øvelsene setter relativt store krav til både teknikk og utstyr.

Testing av eksplosiv styrke forutsetter at testøvelsen setter krav til å skape stor kraft ved store forkortningshastigheter og krav til disse egenskapene for strekkapparatet i beina kalles gjerne spenst (Enoksen et al., 2007). I likhet med maksimal muskulær styrke foregår testing av eksplosiv styrke og spenst gjerne ved test av en maksimal repetisjon, i en relevant øvelse og med tydelig avklart teknikk. Spensttester kan igjen deles opp i vertikale og horisontale spensttester. Eksempler på horisontale spensttester kan være lengdehopp, tresteghopp og ulike hink og stegkombinasjoner med og uten tilløp. Eksempler på vertikale spensttester kan være bosco tester, horisontale hopp på kraftplattform, sargent test og abalakow test, mens hekkehopp og fallhopp kan sies å sette krav til både vertikal og horisontal spenst avhengig av utførelse (Enoksen et al., 2007). Fallhopp og diverse knebøyhopp med og uten svikt og med og uten belastning kan gjennomføres på kraftplattform eller bosco matte. Kraftplattform fungerer slik at kraften forsøkspersonen påfører underlaget blir registrert og basert på dette kan blant annet hopp høyde bli estimert. Bosco matten registrerer svevetid (tid fra forsøkspersonen forlater matten, til vedkommende lander) og man kan basert på dette estimere hopp høyde. Kraftplattform har høy nøyaktighet og blir i litteraturen omtalt som gullstandarden for måling av spenst, mens boscomatten har feilkilder i at metoden forutsetter lik kroppsstilling rett før kroppen forlater underlaget og rett etter landing (Raastad et al., 2010). Både kraftplattform og bosco matte er relativt dyrt i innkjøp og flere tester vil derfor bli beskrevet i tabell 1.



**Tabell 1:** Oversikt over fordeler, ulemper og testbeskrivelse for ulike spensttester

Testnavn	Testbeskrivelse	Fordeler	Ulemper
Sargent	Vertikal tets hvor utgangsstilling og toppunktet på svevbanen merkes med kritt av testpersonen. Avstand fra utgangsstilling til toppunkt angir hopp høyde	Lite ressurskrevende	Usikkert om testen klarer å merke toppunkt og testen tillater ikke ekstra motstand
Abalakow	Vertikal test hvor testpersonen har et målebånd festet rundt livet og trekker dette ut av en trommel under hoppet. Hopp høyde tilsvarer uttrekt målebånd	Har vist korrelasjon mot gullstandard på 0,99 og kan gjennomføres med ytre vekt	Forutsetter at testpersonen hopper rett opp. Fare for å lande på trommelen
Vertec	Vertikal test hvor testpersonen hopper opp og slår på pinner som er vertikalt festet til et rør og som tilnærmet friksjonsfritt kan rotere. Høyden av pinnene som er slått bort tilsvarer hopp høyde.	Tillater hopp med tilløp	Målenøyaktigheten avhenger av avstanden mellom pinnene og korrekt hopp høyde avhenger av et riktig timet slag
Lengdehopp	Horisontal test hvor testperson hopper horisontalt fra oppmålt strek og så langt som mulig. Hopp lengde tilsvarer avstanden fra oppmålt strek til det punktet kroppen først berører bakken i landingen	Tillater hopp med og uten tilløp, ulike kombinasjoner av hink og steg	

<sup>1</sup> Informasjonen i tabellen er hentet fra Raastad et al. (2010) og Enoksen et al. (2007)

### 1.3.3 Hvordan måle muskulær utholdenhet

Testing av muskulær utholdenhet krever testøvelser hvor du kan måle maksimalt antall repetisjoner på submaksimal motstand. Minimum antall repetisjoner bør ikke være lavere enn femten og om forsøkspersonens arbeidskrav er relatert til egen kroppsvekt bør også testøvelsen være det (Raastad et al., 2010). Dette kan løses ved å benytte egen kroppsvekt som motstand (ved for eksempel push-ups eller pull-ups) eller ved å regne ut belastning basert på kroppsvekt (for eksempel knebøy med 1,5 ganger kroppsvekt i belastning). Kun korrekte gjennomførte repetisjoner godkjennes og forsøkspersonen bør være godt kjent med hva som er en godkjent og underkjent repetisjon. Øvelser for testing av muskulær utholdenhet er ofte de samme som for testing av maksimal muskulær styrke, men med 40 til 70 % av maksimal belastning (Raastad et al., 2010).

### 1.3.4 Hvordan måle kardiorespiratorisk utholdenhet

$\dot{V}O_{2maks}$  anses som gullstandarden innen testing av kardiovaskulær utholdenhet (Cooper, Baker, Tong, Roberts, & Hanford, 2005; Pinet, Prud'homme, Gallant, & Boulay, 2008). Selv om det kan argumenteres for at  $\dot{V}O_{2maks}$  bør testes oppgavespesifikt, så bestemmes  $\dot{V}O_{2maks}$  i stor grad av lungenes diffusjonskapasitet, hjertets minuttvolum og blodets bindingskapasitet for  $O_2$ .  $\dot{V}O_{2maks}$  er dermed ikke like beroende på bevegelsesform som arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad så lenge de store muskelgruppene engasjeres (Frøyd et al., 2005).  $\dot{V}O_{2maks}$  har også vist en bedre sammenheng med løpsprestasjon på 3,2 km (korrelasjon på 0,83) enn arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad (Farrell, Wilmore, Coyle, Billing, & Costill, 1979). Alternativ til testøvelser innen kategoriene arbeidsøkonomi og aerob kapasitet kan være testing av anaerob terskel eller prestasjonstester, for eksempel i form av en 3 km løpetest eller en coopertest (løpe så langt som mulig på 12 min). Anaerob terskel viser en korrelasjon med løpsprestasjon på 3,2 km på 0,91 (Farrell et al., 1979). Selv om anaerob terskel og 3 km kan argumenteres å være fornuftige tester for aerob utholdenhet så forutsetter et valg av disse testene at definerte aktivitetsformer og varigheter foretrekkes.  $\dot{V}O_{2maks}$ , 3 km løpetest og coopertest er alle tester som krever maksimal ytelse fra testpersonen. Det er også utviklet submaksimale tester for å estimere  $\dot{V}O_{2maks}$  og gi indikasjon på aerob kapasitet. Åstrand Ryhming test utføres normalt på sykkel og går ut på at hjerterefreksens ved en gitt arbeidsbelastning ekstrapoleres til maksimale verdier, noe som gir grunnlag for estimering av  $\dot{V}O_{2maks}$  (Bahr, Hallen, & Medbø, 1991). UKK gåtest går ut på at testpersonen skal gå to km på

fast og flatt underlag så fort de klarer med jevn hastighet. Tid for gjennomføring, hjerterefrekvens ved avslutning, høyde, vekt, alder og kjønn settes inn i en formel som benyttes for å estimere  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  (Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet, 2001). Ved step test går testpersonen opp og ned på en 50 cm høy benk i 5 min og med en stegfrekvens på 30 steg i minuttet. Testscore regnes ut ved hjelp av en formel og gir indikasjoner på aerob kapasitet (Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet, 2001). Felles for disse submaksimale testene er at de har dårligere validitet enn testene basert på maksimal ytelse (Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet, 2001).

#### **1.4 Kadettutviklingsstudien 2007-2011**

Grunnlaget for denne oppgaven er datainnsamlingen gjennomført i forbindelse med Kadettutviklingsstudien 2007-2011 (KUS). Datainnsamlingen omfattet testing av fysisk form, blodprøvetagning og en rekke variabler som angår utvikling av ønskede offisersegenskaper (psykisk helse, selvpoppfattelse, mestringstro, kosthold, offervilje m.m.). KUS hadde som målsetting å analysere verdien av faget fysisk fostring isolert sett og faget fysisk fostring som en integrert del av den totale utdanningen. Dette innebærer blant annet en beskrivelse av endring i mål på fysisk form gjennom kadettenes studietid. KUS inkluderte alle de tre krigsskolene i Norge og forsøkspersonene var militære kadetter (studenter ved krigsskolene).

Krigsskolen (Hæren), Sjøkrigsskolen (Sjøforsvaret) og Luftkrigsskolen (Luftforsvaret) er utdanningsinstitusjoner i Forsvaret som gir bachelorgrad i militære studier.

Krigsskolene utgjør høgskolene i Forsvaret sammen med Forsvarets etterretningshøgskole, Forsvarets ingeniørhøgskole og Forsvarets høgskole (Forsvaret, 2016). Utdanningen ved krigsskolene er tilpasset forsvarsgrenenes behov, men har til felles at de gjennom en treårig utdanning har som målsetting å utdanne militære ledere som har kunnskaper, ferdigheter og holdninger til å utøve offisersyrket i fred, krise og krig (Garang, 2016).

For å bli tatt opp som kadett ved krigsskolene må kadettene ha gjennomført grunnleggende befalsutdanning, inneha gyldig militær sikkerhetsklarering, være norsk statsborger, ha generell studiekompetanse og tilfredsstillende opptakskravene de ulike studielinjene krever. I tillegg må kadettene ved opptak bestå alle fysiske tester, tilfredsstillende medisinske krav, samt bestå evnetester, kunnskapstester og intervju. Under

utdanningen mottar kadettene lønn og det legges opp til at kadettene skal bo på skolene. Etter bestått utdanning beordres kadettene i stilling som offiserer. Treårig krigsskoleutdanning gir 36 måneder plikttjeneste og kadettene er sikret fast tilsetning til pensjonsalder (Garang, 2016).

#### **1.4.1 Utrapportering av kadettutviklingsstudien 2007-2011**

Basert på datainnsamlingen i KUS har det blitt produsert åtte nyhetsbrev til krigsskolene, to hovedoppgaver fra Universitetet i Tromsø, seks masteroppgaver fra Norges idrettshøgskole, tre masteroppgaver fra Forsvarets høgskole og elleve publikasjoner (publiserte og til vurdering). Av disse er det ett nyhetsbrev, en masteroppgave fra Norges idrettshøgskole og tre publikasjoner som inkluderer en eller flere målinger av fysisk form variabler. Nyhetsbrevet "Endring i kondisjon, styrke og kroppssammensetning" (Aandstad, 2010) så på endring i fysisk form i løpet av kadettenes første skoleår. Her ble det rapportert om økning i muskulær styrke, økning i muskulær utholdenhet, økning i de antropometriske variablene KF, KMI og FFM, mens det ikke var endring i kardiorespiratorisk utholdenhet. Masteroppgaven "Fysisk form og risiko for hjerte- og karsykdommer hos kadetter" (Abrahamsen, 2015) er en tverrsnittsstudie som ser på sammenhengen mellom antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet, kardiorespiratorisk form og hjerte og karsykdommer. Studien konkluderer med at det er en sammenheng mellom fysisk form, spesielt kardiorespiratorisk utholdenhet, og risikoen for å utvikle hjerte og karsykdommer. Studien "Change in Anthropometrics and Aerobic Fitness in Air Force Cadets During 3 Years of Academy Studies" (Aandstad et al., 2012) rapporterte at det var ingen endring i antropometri og  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  blant 30 mannlige luftkrigsskolekadetter i løpet av deres treårige krigsskoleutdanning. Studien er strengt tatt ikke basert på datainnsamlingen i KUS, men er en forstudie til denne hvor datainnsamlingen ble gjennomført i perioden 2006 til 2009. Studiene "Exploring the interplay between the motivational climate and goal orientation in predicting maximal oxygen uptake" (Buch, Nerstad, Aandstad, & Safvenbom, 2016) og "The relationship between mastery orientation and maximal oxygen uptake among military cadets: the mediation role of intrinsic motivation" (Buch, Dysvik, Kuvaas, & Säfvenbom, 2016) ser begge på målorienteringsteori og hvordan denne henger sammen med resultatene for  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . Sistnevnte studie oppsummerer med at kadetter som etterstreber å forbedre personlig ytelse har stor sansynlighet for å øke  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og at dette kan tilskrives økt indre motivasjon. Ingen av studiene basert på

datamaterialet fra KUS fokuserer på endring i antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet og kardiorespiratorisk utholdenhet gjennom kadettenes treårige utdanning. Dette gir livsrom for denne masteroppgaven.

### **1.5 Fysisk form i sivile populasjoner**

Tomkinson, Leger, Olds, og Cazorla (2003) sammenlignet i sin metaanalyse fysisk form, i form av biptest, blant 129 882 jenter og gutter i alderen 6 til 19 år. Analysen baserte seg på 55 rapporter fra elleve forskjellige land i perioden 1981 til 2000. Analysen viste en nedgang i estimert  $\dot{V}O_{2maks}$  på 8 % i denne tidsperioden. Dette er i tråd med norske studier som rapporterer om 14 % reduksjon i kardiorespiratorisk utholdenhet for 15-årige norske gutter i perioden 1968 til 1997 (Ellingsen, 1997), 3 kg økning i kroppsvekt hos barn og unge fra 1975 til 2000 (Heggebø, 2003) og økt andel fedme blant niåringer fra 1999-2000 til 2005 (Kolle, Steene-Johannessen, Holme, Andersen, & Anderssen, 2009).

Hermansen og Andersen (1965) står for en av de eldste publiseringene av  $\dot{V}O_{2maks}$  vi kjenner til i Norge og sammenlignet  $\dot{V}O_{2maks}$  for unge norske idrettsutøvere med unge stillesittende personer. Studien konkluderer med at mannlige idrettsutøvere i gjennomsnitt hadde  $4,8 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  og  $71 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  i  $\dot{V}O_{2maks}$ , mens stillesittende menn hadde  $3,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  og  $44 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Kvinnelige idrettsutøvere hadde i gjennomsnitt  $3,3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  og  $55 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  i  $\dot{V}O_{2maks}$ , mens stillesittende kvinner hadde  $2,3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  og  $38 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Av nyere data kan det være verdt å nevne Kan2 og HUNT. Kan2 studien (Edvardsen et al., 2013) er basert på målinger av et representativt utvalg av den norske befolkningen i alderen 20 til 85 år ( $n = 904$ ). Denne studien rapporterte en  $\dot{V}O_{2maks}$  på  $49 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for 20-29 årige menn og  $40 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for 20-29 årige kvinner. HUNT studien (Loe, Steinshamn, & Wisloff, 2014) målte  $\dot{V}O_{2maks}$  i 4631 personer i Nord-Trøndelag. Denne studien rapporterte en  $\dot{V}O_{2maks}$  på  $54 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for 20-29 årige menn og  $43 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  for 20-29 årige kvinner.

## 1.6 Fysisk form i militære populasjoner

Santtila et al. (2006) sammenlignet fysisk form for finske 20-årige vernepliktige i perioden 1979 til 2004 (n = 280 285). I perioden 1979-2004 viste studien til en 12 % reduksjon i kardiorespiratorisk utholdenhet, målt ved hjelp av en tolv minutters løpetest. Videre økte kroppsmassen fra 70,8 til 75,2 kg fra 1993 til 2004, og andel vernepliktige med utmerket og god indeks for muskulær form ble redusert fra 66,8 til 41,2 % i perioden 1992 til 2004. Indeks for muskulær form ble beregnet ut i fra prestasjon i øvelsene sit-ups, push-ups, pull-ups og lengdehopp, samt en øvelse for ryggmuskulatur. Disse resultatene er i overensstemmelse med Dyrstad, Aandstad, og Hallen (2005) som sammenlignet fysisk form blant unge norske menn inne til sesjon i perioden 1980 til 1985 og i 2002. Mellom 1980 og 1985 ble 183 610 menn i alderen 18 til 19 år testet, mens det i 2002 ble testet 1028 menn i samme aldersgruppe. Studien viste at fysisk form i denne ~20 års perioden ble redusert.  $\dot{V}O_{2maks}$  minket med 8 % fra 43 til 40 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, kroppsvekt økte med 7 % og KMI økte med 6 %. Det skal nevnes at  $\dot{V}O_{2maks}$  i denne studien ble beregnet ved hjelp av Åstrand-Ryhming's 6 minutters sykkelergometertest. Denne testen er en submaksimal test med relativt dårlig reliabilitet og validitet og er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbar med andre former for måling av  $\dot{V}O_{2maks}$ .

Aandstad, Hageberg, Holme, og Anderssen (2014) undersøkte fysisk form for norsk mannlig heimevernpersonell (n = 799). Studien viste at mellom 13 og 19 % kunne klassifiseres med fedme basert på målt KMI, KF og midjeomkrets. Videre var  $\dot{V}O_{2maks}$  estimert til 50,1 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> ved hjelp av av biptest. Kyrolainen et al. (2008) målte i 2004 fysisk form blant 7179 mannlige finske yrkesmilitære (~95 % av alle finske yrkesmilitære). Rapportert gjennomsnittlig fysisk form var 45,2 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> i  $\dot{V}O_{2maks}$ , 32 push-ups, 34 sit-ups, 50 repeterte knebøy i løpet av 60 sekunder og 26,0 kg/m<sup>2</sup> i KMI. Videre så Lester et al. (2010) på fysisk form før og etter deployering til Irak for 73 amerikanske soldater. Den tretten måneder lange tjenesten førte til 7 og 8 % økning i maksimal styrke (benkpress og knebøy), 9 % økning i eksplosiv styrke, 13 % økning i kardiorespiratorisk utholdenhet og 9 % økning i KF.

Basert på disse studiene kan det virke som om den fysiske formen i militære populasjoner er redusert i forhold til tidligere, at militært personell har mer til felles med

60-tallets stillesittende befolkning enn 60-tallets idrettsutøvere og at muskulær styrke kan være lettere å utvikle i internasjonale oppdrag enn kardiorespiratorisk utholdenhet og KF.

### **1.6.1 Fysisk form blant kadetter**

Dullum (2007) kartla utvikling av fysisk form i perioden 1989 til 2005 ved bruk av 3000m løpetest. Studien undersøkte 2186 resultater fra 3000m og konkluderte med at gjennomsnittstiden økte fra 11.23 min i 1989 til 12.24 min i 2005, en økning på 9 %. Studien viser også at gjennomsnittstiden fra opptak til Krigsskolen til eksamen øker med 8 sekunder (1 %).

Maric et al. (2013) undersøkte utvikling av fysisk form for 120 serbiske mannlige kadetter fra krigsskolen i Beograd i løpet av deres fireårige krigsskoleutdanning. I første utdanningsår hadde kadettene en gjennomsnittlig score på hinderbane, 1600 m løping og lengdehopp på henholdsvis 139,7 s, 405,7 s og 224,1 cm. I fjerde utdanningsår var gjennomsnittlig score henholdsvis 140,2 s, 407,3 s og 227,0 cm, men det ble ikke undersøkt om de gjennomsnittlige endringene var signifikante. I samme periode økte andel kadetter med pull-ups  $\geq 10$  repetisjoner fra 25,8 til 43,4 %, mens andel kadetter med sit-ups  $\geq 51$  ble redusert fra 43,3 til 16,7 %. Mangel på bedring i fysisk form i løpet av krigsskoleutdanning rapporteres også av Aandstad et al. (2012). Studien undersøkte utvikling av fysisk form for 30 mannlige kadetter på Luftkrigsskolen i perioden 2006 til 2009. Studien rapporterte om kroppsvekt, KMI og KF ved skolestart på henholdsvis 78,4 kg, 24,3 kg/m<sup>2</sup> og 17,8 %, mens  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  på samme tidspunkt var 4,48 L·min<sup>-1</sup> og 57 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. I perioden 2006 til 2009 var det ingen endring i ovennevnte variabler.

Basert på disse studiene kan det virke som om den fysiske formen i militære kadetter er redusert i forhold til tidligere, i likhet med sivile og øvrige militære populasjoner. Det virker også som det skjer liten endring i fysisk form for kadetter i løpet av utdanningen, men at den fysiske formen er noe bedre enn for sivile og øvrige militære populasjoner.

## **1.7 Mål for masteroppgaven**

Forskning på fysisk form i Forsvaret er et område det er gjort relativt få studier på. I tillegg vet vi at fysisk form endrer seg over tid. Derfor er det viktig at Forsvaret får tilgang på oppdatert og solid forskning. Utrapporteringen fra KUS er oppdatert og solid

forskning, men savner studier hvor fysisk form er hovedfokus. Fysisk form er viktig for både helse, skader og militær prestasjon. Det burde derfor være viktig for Forsvaret og krigsskolene å holde seg oppdatert på dette temaet. Til tross for dette virker det som den fysiske formen for kadetter er dårligere enn tidligere og at fysisk form blant kadettene er tilnærmet uforandret under krigsskolenes utdanning. Denne masteroppgaven setter fokus på fysisk form og ønsker å gi krigsskolene verdifulle tilbakemeldinger med tanke på effekten av deres fysiske treningsprogram. Målet med studien er derfor å undersøke endring i antropometri, muskulær styrke, muskulær utholdenhet og kardiorespiratorisk utholdenhet blant norske kadetter i løpet av deres treårige militære krigsskoleutdanning.



## 2. Utfyllende metode

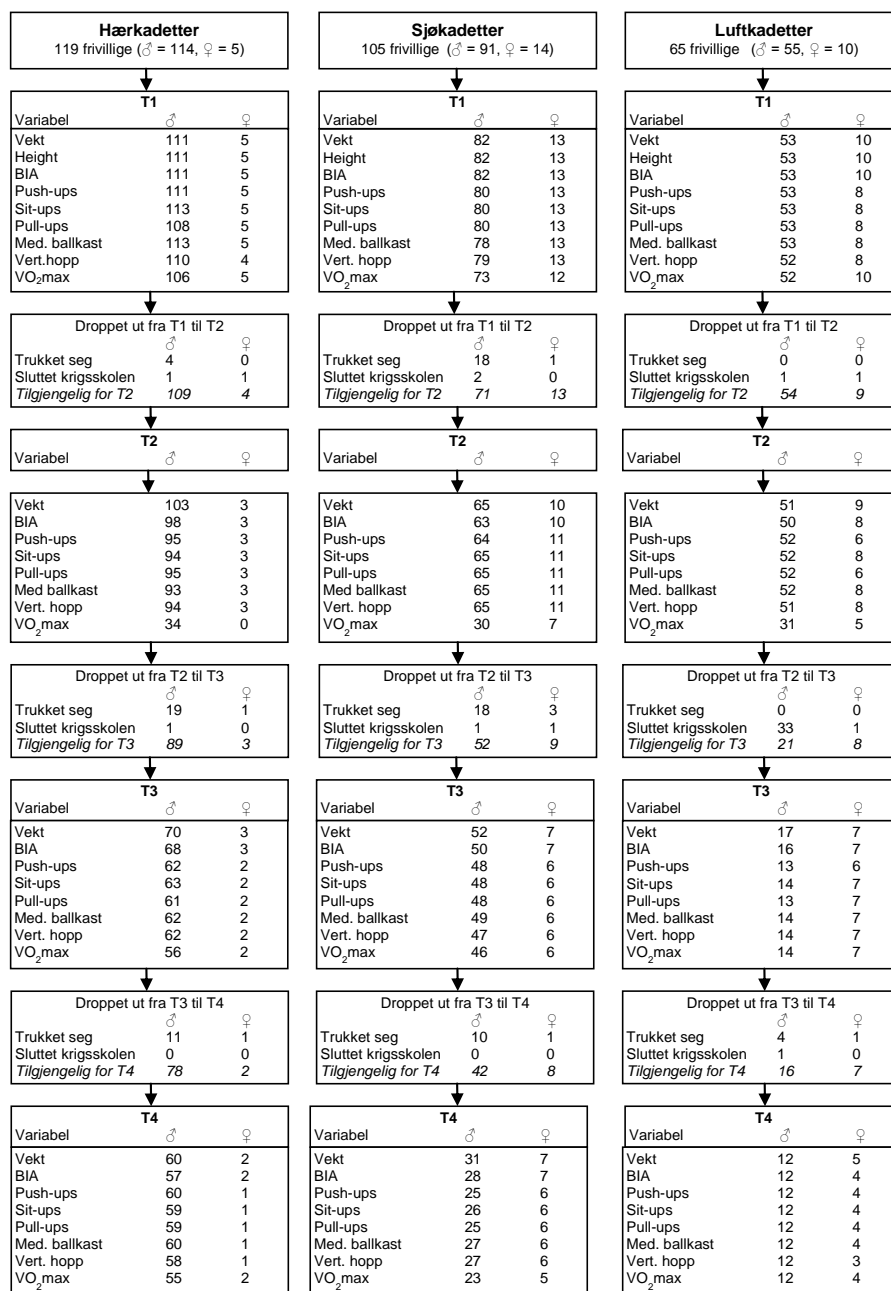
### 2.1 Studiedesign

KUS var en longitudinell observasjonsstudie, gjennomført på de tre krigsskolene i Norge, og med fire datainnsamlinger for hver forsøksperson. Studien kan også defineres som en kvasiekperimentell studie ettersom forsøkspersonene ikke er randomisert inn i de forskjellige gruppene og dersom man argumenterer for at forsøkspersonene har fått ulik påvirkning gjennom krigsskolenes trenings- og utdanningsprogram.

Datainnsamlingene ble foretatt innenfor en treårig militær bachelorutdanning. Den første datainnsamlingen ble gjennomført under utdanningens første uke (T1). De siste tre datainnsamlingene ble gjennomført innenfor de to siste månedene av det første (T2), andre (T3) og tredje (T4) studieåret. Det longitudinelle designet tillot oss å observere utvikling over tid samt studere sammenhengen mellom kjønn, skole, alder og fysisk form. Utfordringen med dette studiedesignet var at datainnsamlingen tok lang tid, var kostbar og at vi fikk et stort frafall av forsøkspersoner (se neste avsnitt).

### 2.2 Utvalg

Alle mannlige ( $n = 260$ ) og kvinnelige ( $n = 29$ ) kadetter som begynte treårig bachelorutdanning ved Krigsskolen (Oslo), Sjøkrigsskolen (Bergen) og Luftkrigsskolen (Trondheim) høsten 2007 og 2008 ble invitert til å delta i studien. Alle kadettene meldte seg frivillig til å delta. 37 % av kvinnene og 48 % av mennene droppet ut av studien ( $n = 136$ ). Dette skyldtes bytte av tjenestested ( $n = 44$ ) og manglende interesse for å fortsette studien ( $n = 92$ ). Enkelte kadetter var syke, skadet, på reise eller hadde annet fravær som gjorde at de ikke deltok på enkelttester eller hele testperioder. I tillegg ble enkelte tester ekskludert (se måling av fysisk form). Oversikt over antall forsøkspersoner fra hver krigsskole som var tilgjengelig for hver testperiode og som gjennomførte den enkelte test finnes i figur I. Figuren inkluderer antall forsøkspersoner som trakk seg fra studien og som sluttet på krigsskolen. Grunnet det store frafallet i studien undersøkte vi om fysisk form ved T1 hos de som falt fra var signifikant forskjellig fra fysisk form ved T1 for de som gjennomførte hele studien. Det viste seg at det var ingen signifikante forskjeller i variablene for fysisk form mellom disse gruppene, verken for menn eller kvinner. Det ble ikke gjennomført styrkeberegninger før datainnsamlingen.



**Figur 1:** Flytskjema som illustrerer antall forsøkspersoner mistet, tilgjengelig og testet ved hver måleperiode. Grunnet sykdom, skade, reise og andre grunner er ikke alle tilgjengelige forsøkspersoner testet. BIA = bioelektrisk impedansanalyse (kroppssammensetningsmåling).

## **2.3 Etikk**

Vi sendte søknad til Regional komité for medisinsk forskningsetikk Sør-Norge (REK) og Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (NSD). Søknaden til NSD ble godkjent (se vedlegg 1), mens REK svarte at studien ikke var fremleggingspliktig for REK da det ikke klassifiserte som et medisinsk eller helsefaglig forskningsstudie (se vedlegg 2) og søknad var derfor ikke påkrevet. Forsvarets sanitet ble også informert om prosjektet (se vedlegg 3). Prinsippene i Helsinkideklarasjonen ble fulgt inkludert konfidensialitet, frivillig gitt skriftlig samtykke, og retten til å trekke seg fra studien på ethvert tidspunkt uten at dette får følger for forsøkspersonen (Laake et al., 2008)

## **2.4 Datainnsamling**

All datainnsamling fant sted lokalt på de tre krigsskolene. To eksterne testledere fra Norges Idrettshøgskole/Forsvarets Institutt gjennomførte testene med assistanse fra de lokale idrettsoffiserene. Samme protokoll og testutstyr ble benyttet ved hver testperiode. Sistnevnte ble muliggjort blant annet ved å benytte seg av en flyttbar testcontainer som inneholdt alt nødvendig utstyr for måling av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . Faste testledere, samme protokoll og samme testutstyr er alle tiltak som bidrar til å styrke målingenes reliabilitet.

## **2.5 Måling av fysisk form**

Protokollen for måling av fysisk form innebar måling av antropometri på dag en og måling av muskulær styrke og muskulær utholdenhet etterfulgt av kardiorespiratorisk utholdenhet på dag 2. I noen tilfeller ble styrke og utholdenhet målt på forskjellige dager grunnet skader og praktiske årsaker. Grunnet den store variasjonen i potensielle arbeidsoppgaver for forsøkspersonene ble generelle tester (ikke spesifikke tester) benyttet.

### **2.5.1 Antropometri**

Kroppsvekt og høyde ble målt ved hjelp av en kombinert vekt og stadiometer (modell 708, Seca Corp., Hamburg, Tyskland). Kroppsvekt ble målt til nærmeste 0,1kg og høyde ble målt til nærmeste 5mm og disse målingene ble gjennomført uten sko og kun iført lette klær. Høyde ble målt kun i første testperiode da muligheten for store svingninger i høyde hos målgruppen ble ansett som liten. Vekten ble kalibrert med 40 til 80 kg med vektskiver (Eleiko Sport AB, Halmstad, Sverige) før hver testperiode for å sikre validitet og reliabilitet. KMI ble kalkulert ved å dele vekt (kg) på kvadratroten av

høyde (m). KMI ble målt grunnet sammenhengen med helse. Kombinert vekt og stadiometer ble benyttet fordi dette på tilfredsstillende vis kan måle variablene nødvendig for å regne ut KMI (høyde og vekt)

KF, FFM og SMM ble estimert basert på bioelektrisk impedansanalyse (Quantum II, RJA Systems Inc., Clinton Twp, MI, USA). Testing ble gjennomført på morgenen før frokost (kl 06:00 – 07:30) og forsøkspersonene hadde fastet siden kvelden før, men ble tillatt å drikke vann. Testen ble utført med kroppen rett, avslappet og ryggliggende på en matte. Armene ble posisjonert med cirka 30 grader mellom armer og kropp, mens føttene var plassert med ca 0,5 meters mellomrom. Forsøkspersonene hadde på seg lette klær, mens sokker, sko, smykker og klokker ble fjernet. ”Signal elektroder” og ”oppdagelseselektroder” ble deretter plassert på høyre hånd og høyre fot. Signalelektroden ble plassert på langefingerens første ledd og oppdagelseselektroden ble plassert på en tenkt linje som kutter hodet på underarmsbenet (ulnas hode på høyre hånd). På høyre fot ble signalelektroden plassert innerst på andre eller tredje tå, mens oppdagelseselektroden ble plassert på en tenkt linje som kutter den mediale ankelkulen (malleolus). Apparatet ble deretter skrudd på og målinger ble registrert når motstand- (R) og reaktansverdier ( $X_c$ ) stabiliserte seg (etter ~10 sekunder). Disse datapunktene ble senere benyttet til å kalkulere FFM ved hjelp av ligninger utviklet av Lohman ( $FFM_{menn} = 0.485 \cdot H^2/R + 0.338 \cdot BW + 5.32$ ,  $FFM_{kvinner} = 0.476 \cdot H^2/R + 0.295 \cdot BW + 5.49$ ) (Lohman, 1992). KF ble deretter kalkulert som kroppsvekt – FFM. SMM ble kalkulert ved hjelp av ligningen utviklet av Janssen ( $(H^2)R \cdot 0,401 + (Kjønnt \cdot 3.825) + (Alder \cdot (-0,071)) + 5,102$ ) (Janssen, Heymsfield, Baumgartner, & Ross, 2000). KF ble målt grunnet sammenhengen mellom gunstige verdier og kardiorespiratorisk utholdenhet, egenforflytning og helse. FFM og SMM ble målt grunnet sammenheng med maksimal styrke. Bioelektrisk impedansanalyse ble benyttet på grunn av tilgang til apparatet, muligheten for raske målinger og fordi dette er en velprøvd metode. Testing av KF, FFM og SMM, samt KMI, var enkle, raske og relativt valide og reliable tester hvor det i stor grad var mulig å sammenligne resultater med tidligere funn.

## 2.5.2 Muskulær styrke

Muskulær styrke ble vurdert ved hjelp av vertikalt hopp (sargent test) og medisinballstøt. Forsvaret hadde på datainnsamlingstidspunktet ingen generelle tester på muskulær styrke, men valgte i 2016 å innføre medisinballstøt og lengdehopp i

testbatteriet for sitt personell (Forsvarets-høgskole, 2014). Det finnes både maksimale tester og vertikale spensttester som er mer omtalt i litteraturen (knebøy, benkpress, benktrekk) og som har bedre reliabilitet (bruk av kraftplattform, bosco test, abalakov test) enn valgte testøvelser, men utstyrskrav, fare for skade og tekniske krav ble utslagsgivende for valg av tester.

Vertikalt hopp ble benyttet for å måle styrke i benas strekkapparat (ekstensorene) og oppgaven var å hoppe så høyt som mulig. Startposisjon var i oppreist stilling, med siden av kroppen vendt mot en vegg og med den dominante armen nærmest veggen. Den dominante armen ble hevet, rettet ut så høyt som mulig og stående posisjon merket på vegg med en langefinger dekket av skokrem. Ankelfleksjon, knefleksjon og armsving ble tillatt i satsen for å skape mest mulig kraft og langefinger ble igjen benyttet for å markere hopp høyde. Forskjellen mellom stående posisjon og hopp høyde ble målt i centimeter ved hjelp av målebånd og det beste av tre forsøk ble registrert.

Medisinballstøt ble benyttet for å måle overkroppsstyrke og oppgaven var å støte ballen så langt som mulig. Startposisjon var oppreist med skulderbredde avstand mellom føttene og med føttene bak et merket punkt i gulvet. Armene var bøyd i albueleddet og hendene holdt en 6 kilo tung medisinball inntil sternum. Støtet ble utført med en kraftfull ekstensjon av albueleddet og ekstensjon av ankel-, kne- og hoftelodd var også tillatt så lenge føttene verken forlot bakken eller berørte/passerte gulvmerket. Punktet hvor medisinballen traff gulvet ble registrert til nærmeste 0,5 meter ved hjelp av oppmålte tapemarkeringer i gulvet. Også her ble det beste av tre forsøk registrert.

### **2.5.3 Muskulær utholdenhet**

Muskulær utholdenhet i overkroppen (og evnen til å flytte egen kroppsvekt) ble vurdert ved hjelp av push-ups og pull-ups og oppgaven for nevnte øvelser var å klare så mange godkjente repetisjoner som mulig i et kontinuerlig og kontrollert tempo. Begge disse testene inngår i forsvarets testregime og har gjennom flere tiår vært regnet som viktige tester for forsvarets personell. Testene er i tillegg teknisk enkle og lite utstyrskravende.

Startposisjon for push-ups var med bryst, hake og håndflatene i berøring med gulvet og med rett kropp. Hendene var plassert ved siden av skuldrene, med fingrene pekende fremover og med pekefinger i kant med skulder. Sluttposisjon var med strake albuer. Resultatet ble registrert som det totale antall repetisjoner mellom startposisjon og

sluttposisjon. Pull-ups ble gjennomført med ulike varianter for menn og kvinner. For menn var startposisjon hengende vertikalt i bom med overhåndsgrep og strake albuer. Sluttposisjon var med haken over bom. For kvinner var startposisjon hengende horisontalt i bom med overhåndsgrep, strake albuer og med hælene på en benk. Sluttposisjon var med brystet i berøring med bom. For både kvinner og menn skulle repetisjonene gjennomføres med strake knær, hofter og kropp. Resultatet som ble registrert var det totale antall repetisjoner mellom startposisjon og sluttposisjon.

#### **2.5.4 Kardiorespiratorisk utholdenhet**

Kardiorespiratorisk utholdenhet ble vurdert ved hjelp av testing av  $\dot{V}O_{2maks}$  på tredemølle og ble målt direkte i et mobilt testlaboratorium. Testing innenfor arbeidsøkonomi og utnyttelsesgrad ble ikke gjennomført da disse ble regnet som mer funksjonsrettet og lite generelle.  $\dot{V}O_{2maks}$  ble målt fordi dette muliggjør sammenligninger med andre studier. Både absolutt og relativ  $\dot{V}O_{2maks}$  ble målt da ulike arbeidsoppgaver i forsvaret stiller krav til begge variabler. Gassanalyse ble benyttet fordi dette regnes som gullstandarden innen måling av  $\dot{V}O_{2maks}$  og løping (på tredemølle) ble benyttet da dette ble regnet som en relevant arbeidsform for forsøkspersonene

I løpet av T1 gjennomførte alle forsøkspersonene tilvenning til test en eller to dager før  $\dot{V}O_{2maks}$  testen. Tilvenning ble gjennomført på samme måte som  $\dot{V}O_{2maks}$  testen, men ble avsluttet ett til to minutter før utmattelse. Hensikten med tilvenningen var å gjøre forsøkspersonene kjent med testprotokollen, munnstykket og annet testutstyr, forsikre oss om at alle klarte å løpe på tredemølle og finne passende individuell starthastighet for  $\dot{V}O_{2maks}$  testen. Den individuelle starthastigheten var identisk ved både T1, T2, T3 og T4, noe som tillot oss å registrere variabelen "tid til utmattelse" (registrert til nærmeste sekund). Før testen startet ble en ~20 minutter lang oppvarmingsprosedyre gjennomført. Prosedyren besto av ti til tolv minutter løping med lav intensitet, tre minutter løping med moderat intensitet, tre ganger 30 sekunder løping med høy intensitet og tøyning mellom og etter oppvarmingsdragene.

Etter oppvarmingen satt forsøkspersonen på seg en neseklype og et munnstykke knyttet til en treveis-ventil (modell 2700, Hans Rudolf Inc, Kansas City, MI, USA). Testen ble

gjennomført på en Woodway tredemølle (PPS 55 Sport, Woodway GmbH, Weil am Rhein, Tyskland) og en automatisk, forhåndsdefinert, stegvis protokoll med konstant stigning på 5,2 % ble benyttet. Tredemøllen ble kalibrert for stigning og hastighet før hver testperiode. Starthastighet ble satt individuelt ( $8-13 \text{ km}\cdot\text{t}^{-1}$ ) og hastigheten ble økt med en  $\text{km}\cdot\text{t}^{-1}$  slik at utmattelse var forventet å inntreffe etter fire til syv minutters løping. Denne testvarigheten skal være tilstrekkelig for å måle sanne  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  verdier (Midgley, Bentley, Luttkholt, McNaughton, & Millet, 2008). Hjerterefrekvens med fem sekunders samplingsfrekvens ble overvåket hos alle forsøkspersonene ved hjelp av Polar pulsklokke (S 610, Polar Electro OY, Kempele, Finland) og høyest oppnådde hjerterefrekvens ble registrert. En blodprøve ble tatt fra tuppen av forsøkspersonens finger tre minutter etter gjennomført test og analysert for laktatkonsentrasjon. Laktatanalysatoren (1500 Sport, YSI Inc., Yellow Springs, Ohio, USA) ble kalibrert hver time med fem  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  laktatstandard og linearitet ble kontrollert med femten  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  standard. Oksygenopptak ble målt kontinuerlig med et automatisert metabolsk gassanalysesystem (Oxycon Pro, Erich Jaeger GmbH, Hoechberg, Tyskland) og miksekammeret ble stilt inn til å ta gassprøver med intervaller på 30 sekunder. Gjennomsnittet av de to høyeste påfølgende målingene ble definert som  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  og respiratorisk utvekslingskvotient (RER) ble også målt. Analysesystemet ble gasskalibrert en gang i timen (før hver andre test) med romluft og godkjent kalibreringsgass, samt volumkalibrert manuelt med en tre liters pumpe (Hans Rudolf Inc, Kansas City, MI, USA). Dette analysesystemet er ansett å være et nøyaktig system for måling av oksygenopptak (Foss & Hallen, 2005). Testlaboratoriet var forsynt med tilfredsstillende ventilasjon ved hjelp av air condition.

Hovedkriteriet for akseptering av  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  testen var oppnåelsen av et platå mot slutten av testen. Platået ble definert som oppnådd når de to siste godkjente  $\dot{V}O_2$  målingene hadde en differanse på mindre enn  $2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , eller når et dropp i den siste godkjente målingen ble registrert. Om hovedkriteriet ikke ble møtt, ble testen fortsatt akseptert om både høyeste RER verdi var høyere enn 1,1 og høyeste laktat verdi var høyere enn 8,0 mmol. Totalt 16 tester ble ekskludert grunnet ikke oppfylte hovedkriterie/støttekriterie. På grunn av tekniske feil med  $\dot{V}O_2$  analysatoren ble 101 tester ved T2 ikke akseptert og ekskludert fra analysene.

## 2.6 Statistiske analyser

De statistiske analysene i denne oppgaven ble gjennomført i STATA versjon 13.1 (Stata Corp, College Station, TX, USA) og IBM SPSS Statistics versjon 21 (IBM Co., Armonk, NY, USA). Grunnlaget for valg av programvare som ikke inngår i masterutdanningen ved NIH er omtalt i kapittelet Arbeidsform og eget/andres bidrag. SPSS ble benyttet for å gjennomføre t-tester, mens normalfordelingsanalyser og multilevel mixed-effects lineær regresjon (mixed models) med tilhørende stratifisering og interaksjonsledd ble gjort i STATA. Uavhengig t-test ble benyttet for å sammenligne utgangsverdiene (verdiene ved T1) for de som ble inkludert i analysen med utgangsverdiene for de som droppet ut i løpet av studiet. Dette gjorde at vi kunne se om gjennomsnittsverdiene i de to gruppene var signifikant forskjellige fra hverandre. Siden de som droppet ut av studiet utgjorde en betydelig del av utvalget var det interessant å se om denne gruppen var kjennetegnet med andre forutsetninger enn de som fullførte studien. De to gruppene ble definert basert på hvorvidt man hadde deltatt på T4 (siste test) og gruppene ble stratifisert på kjønn da T1 verdiene viste store forskjeller mellom menn og kvinner (for variablene for fysisk form var det ingen tilfeller hvor konfidensintervallet for menn og kvinner krysset hverandre). T-tester som sammenlignet gjennomsnittsutviklingen mellom T1 til T4 for gruppene med best og dårligst fysisk form ved T1 ble også gjennomført. Disse dataene er kun kort omtalt i artikkelens diskusjonsdel. Grunnlaget for dette er artikkelens begrensning på omfang og at øvrige resultater fremsto viktigere å presentere i detalj.

Histogram for alle fysisk form variabler ble produsert og det ble vurdert hvorvidt histogram stemte overens med en normalfordelingskurve. Vi valgte å benytte mixed models for denne analysen. Metodens evne til å håndtere manglende målinger (se figur 1) ble vurdert som en så stor fordel at valget av mixed models fremfor t-tester var opplagt til tross for at mixed models opplevdes å øke den ”statistiske vanskelighetsgraden” (Les: mixed models inngår ikke i masterstudentenes pensum og regnes som en statistisk avansert metode). Avhengig variabel var alle nevnte fysisk form variabler som er presentert tidligere i oppgaven, mens den uavhengige variabelen var tid. Når variablene ble stratifisert for kjønn, skole eller alder, justerte vi analysene for de to øvrige variablene (feks. når vi stratifiserte analysene for kjønn, så justerte vi for alder og skole). Analyser stratifisert for alder ble gjennomført, men disse dataene er ikke presentert i artikkelen. Grunnen til dette er at forsøkspersonene aldersmessig en



relativt homogen gruppe (n for kadetter eldre enn 30 år = 5) og datamaterialet innbød derfor ikke i særlig grad til diskusjon rundt temaet ”alder og utvikling av fysisk form”. For å undersøke utviklingsforskjeller mellom skolene og mellom kjønn ble toveis interaksjonsledd lagt til i analysen (test\*kjønn og test\*skoler). Dette tillot oss å se hvorvidt forskjellene i testresultater var signifikante.

Antropometriske data ved T1 ble presentert som gjennomsnitt med standardavvik, mens endring for mellom T1 og T4 ble presentert som gjennomsnittlig forskjell med 95 % konfidensintervall.

## **2.7 Arbeidsform og eget/andres bidrag**

Datamaterialet i KUS som denne masteroppgave bygger på ble innhentet i perioden høst 2007 til høst 2011. I denne perioden hadde undertegnede naturlig nok ikke påbegynt sin masterutdanning og store deler av grunnlaget for denne masteroppgaven bygger derfor på tidligere arbeid og andres bidrag. I tillegg har undertegnede mottatt betydelige bidrag også etter at masteroppgaven ble påbegynt. Anders Aandstad (Forsvarets høgskole, avdeling Norges idrettshøgskole/Forsvarets institutt) hadde en sentral roll under planleggingen av KUS, var en av de to nevnte testlederne under datainnsamlingen, var førsteforfatter på pilotstudien til KUS (Aandstad et al., 2012) og har i tillegg vært biveileder under masteroppgaven. Elin Kolle (Norges idrettshøgskole, seksjon for idrettsmedisinske fag) har vært hovedveileder for masteroppgaven. Rune Hageberg (Forsvarets høgskole, avdeling Norges idrettshøgskole/Forsvarets institutt) var den andre testlederen under datainnsamlingen. Reidar Säfvenbom (Norges idrettshøgskole, seksjon for kroppsøving og pedagogikk) var prosjektleder for KUS. Knut Eirik Dalene (Norges idrettshøgskole, seksjon for idrettsmedisinske fag) sto for et anskuelig bidrag med tanke på masteroppgavens statistiske analyser. Morten Wang Fagerland (Norges idrettshøgskole, seksjon for idrettsmedisinske fag) var sparringspartner og kontrollinstans for statistiske analyser og Emily Stitt (Norges idrettshøgskole) har gjennomført språkvask av masterartikkelen.

Arbeidsmåten ble i stor grad basert på stegvis produksjon av delemnene i masterartikkelen. Tabell 1 viser planen for skriving av masteroppgaven og innebar en kontinuerlig samhandling med andre bidragsytere, spesielt veiledere. Stegene i planen har i stort blitt fulgt, men langvarig sykdom har ført til at postene som skulle vært

gjennomført fra 1. januar til 6. mai har blitt forskjøvet datomessig i retning innlevering samt at innleveringen ble utsatt fra 30. mai til 13. juni 2016. Veiledere har blitt informert om status for sykdom og skriveprogresjon under hele prosessen. Det har også vist seg vanskelig å ”slippe” et innlevert delemne fullstendig. Dette har i praksis betydd at undertegnede ved hver innlevering har levert inn alle skrevne delemner og fått en helhetlig tilbakemelding på disse. Veiledning har bestått av både møter, telefonisk kontakt og mail. Respons på innleverte delemner har i all hovedsak bestått av kommentarer, meningsutvekslinger og forslag til rettelser.

**Tabell 2:** Tidsfrister for ulike deler av masterartikkelen og masteroppgaven

<u>Hva</u>	<u>Tidsfrist</u>
Motta tilbakemeldinger på prosjektplanen fra veiledere, statistikere, idrettsoffiserer på krigsskolene og Forsvarets idrettsinspektører	30 september 2015
Levere første utkast til resultatdel	6 desember 2015
Levere andre utkast til resultatdel, etter mottatt veiledning	1 januar 2016
Levere første utkast til metodedel	15 januar 2016
Levere andre utkast metodedel, etter mottatt veiledning	5 februar 2016
Levere første utkast til introduksjon	12 februar 2016
Levere andre utkast til introduksjon, etter mottatt veiledning	4 mars 2016
Levere første utkast til diskusjon	11 mars 2016
Levere andre utkast til diskusjon, etter mottatt veiledning	1 april 2016
Levere første utkast av artikkel	15 april 2016
Levere artikkel for sjekk av grammatikk/ staving/ setningsoppbygning	6 mai 2016
Endelig prosjektlevering inkludert utfyllende teori og metode	30 mai 2016
Muntlig forsvar	juni 2016
Publisering i ”Military Medicine”	Når vurdert av NIH

Som nevnt tidligere var datainnsamlingen gjennomført før undertegnede påbegynte masteroppgaven. Fordelen med å benytte et allerede eksisterende datasett var tilgang til et meget omfattende datamateriale. Både antall variabler, antall forsøkspersoner og det treårige designet på datainnsamlingen må i sum kunne sies å være uoppnåelig for en masterstudent å innhente på normert tid. Utfordringen med å ikke ha gjennomført datainnsamlingen selv er manglende kjennskap til planleggingsfase, gjennomføring og metode. Denne utfordringen har blitt løst ved god kommunikasjon med Anders Aandstad som, som nevnt, har førstehånds kjennskap til alle elementene i datainnsamlingen. Jeg har også benyttet meg av en rekke upubliserte dokumenter som er produsert i forbindelse med KUS (Aandstad, 2009, 2012; Säfvenbom et al., 2007). Disse dokumentene er ikke ordrett gjengitt, men utgjør et betraktelig bidrag til masteroppgaven (spesielt til utvidet metode og masterartikkelens metodedel). Bruken av

disse dokumentene ble godtatt benyttet i samråd med både veiledere og biblioteket på Norges idrettshøgskole (NIH).

Som det kommer frem tidligere i oppgaven har både STATA og SPSS blitt benyttet som analyseverktøy og til dels avanserte statistiske metoder utført. Valget av mixed models opplevdes av nevnte grunner som nødvendig. Dog ble analyseprosessen utfordrende da denne typer analyser ligger på et høyere nivå (les: det undervises ikke i mixed models i løpet av masterutdanningen i faget statistikk ), samt at ingen av veilederne hadde inngående kjennskap til denne analysemetoden. Da kompetansepersonene innenfor statistikk på NIH arbeider i STATA ble det besluttet at hoveddelen av analysene skulle gjennomføres i dette programmet til tross for at NIH gjennomfører sin statistikkutdanning, på masternivå, i SPSS. Dette medførte i praksis et tett samarbeid mellom forfatterne og Knut Eirik Dalene. Sistnevnte utførte selve analysene i programvaren, mens undertegnede formulerte ønsket utbytte, leverte datamaterialet, var fysisk tilstede mens analysene ble utført og tolket resultatene. Ved usikkerhet og oppdukkende utfordringer ble Morten Wang Fagerland og veilederne konferert. Alle analyser i SPSS ble gjennomført av undertegnede.

## **2.8 Publisering**

Masterartikkelen er skrevet for publisering i den internasjonale journalen ”Military Medicine”. Flere journaler fremsto som aktuelle for datamaterialet som blir presentert, men Military Medicine ble valgt grunnet ønske om en militær retning på presentasjon av innhold. Dette valget begrenser artikkelen blant annet til en lengde på maksimalt 4000 ord og et abstrakt på maksimalt 200 ord. I henhold til NIH’s retningslinjer og veilederavtalen vil undertegnede være førsteforfatter. Anders Aandstad vil være sisteforfatter og Elin Kolle og Rune Hageberg vil være medforfattere i den publiserte artikkelen. Om forfatterne ikke deltar i revisjon og omskriving etter masterinnleveringen kan forfatterrekkefølgen bli endret.

## **2.9 Budsjett**

KUS var en studie med et budsjett på kr 1 530 277,- og hvor kostnadene ble fordelt mellom Forsvarets høgskole, avdeling Norges idrettshøgskole/Forsvarets institutt (som også eier dataene fra studien), Krigsskolen, Sjøkrigsskolen, Luftkrigsskolen og Norges idrettshøgskole (Säfvenbom et al., 2007). Forfatterne til masterartikkelen er lønnet av

Forsvarets høyskole, avdeling Norges idrettshøyskole/Forsvarets institutt, Norges idrettshøyskole og Luftforsvaret. Utgifter til annet enn lønn er ikke kalkulert inn produksjonen av masterartikkelen.

## Referanser utvidet teori og metode

- Aandstad, A. (2009). *Prosedyrer for fysiske målinger*. Norges idrettshøgskole, Forsvarets institutt.
- Aandstad, A. (2010). Endring i kondisjon, styrke og kroppssammensetning.
- Aandstad, A. (2012). *Methods*. Norges idrettshøgskole, Forsvarets institutt.
- Aandstad, A., Hageberg, R., Holme, I. M., & Anderssen, S. A. (2014). Anthropometrics, body composition, and aerobic fitness in Norwegian home guard personnel. *J Strength Cond Res*, 28(11), 3206-3214. doi: 10.1519/jsc.0000000000000524
- Aandstad, A., Hageberg, R., Saether, O., & Nilsen, R. O. (2012). Change in anthropometrics and aerobic fitness in Air Force cadets during 3 years of academy studies. *Aviat Space Environ Med*, 83(1), 35-41.
- Aandstad, A., Holtberget, K., Hageberg, R., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2014). Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel. *Mil Med*, 179(2), 208-217. doi: 10.7205/milmed-d-12-00545
- Abrahamsen, Ine. (2015). Fysisk form og risiko for hjerte- og karsykdommer hos norske krigsskolekadetter.
- Akpınar, E., Bashan, I., Bozdemir, N., & Saatci, E. (2007). Which is the best anthropometric technique to identify obesity: body mass index, waist circumference or waist-hip ratio? *Coll Antropol*, 31(2), 387-393.
- aktivitet, Statens råd for ernæring og fysisk. (2001). Fysisk aktivitet og helse - kartlegging: Statens råd for ernæring og fysisk aktivitet.
- Bahr, R. (2009). Fysisk form *Store medisinske leksikon*.
- Bahr, R., Hallen, J., & Medbø, J., I. (1991). *Testing av idrettsutøvere*. Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Buch, R., Nerstad, C. G., Aandstad, A., & Safvenbom, R. (2016). Exploring the interplay between the motivational climate and goal orientation in predicting maximal oxygen uptake. *J Sports Sci*, 34(3), 267-277. doi: 10.1080/02640414.2015.1048522
- Buch, Robert, Dysvik, Anders, Kuvaas, Bård, & Säfvenbom, Reidar. (2016). The Relationship Between Mastery Orientation and Maximal Oxygen Uptake Among Military Cadets: The Mediating Role of Intrinsic Motivation. *Military Behavioral Health*, 1-11. doi: 10.1080/21635781.2016.1187099

- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, *100*(2), 126-131.
- Christou, D. D., Gentile, C. L., DeSouza, C. A., Seals, D. R., & Gates, P. E. (2005). Fatness is a better predictor of cardiovascular disease risk factor profile than aerobic fitness in healthy men. *Circulation*, *111*(15), 1904-1914. doi: 10.1161/01.cir.0000161818.28974.1a
- Clarke, H., H. (ed). (1971) Basic understanding of physical fitness *Vol. 1. Physical Fitness Research Digest*. Washington, DC.
- Cooper, S. M., Baker, J. S., Tong, R. J., Roberts, E., & Hanford, M. (2005). The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. *Br J Sports Med*, *39*(4), e19. doi: 10.1136/bjism.2004.013078
- Cosman, F., Ruffing, J., Zion, M., Uhorchak, J., Ralston, S., Tendy, S., . . . Nieves, J. (2013). Determinants of stress fracture risk in United States Military Academy cadets. *Bone*, *55*(2), 359-366. doi: 10.1016/j.bone.2013.04.011
- Dullum, Bjørnar. (2007). Fysisk form på Krigsskolen i perioden 1989-2005 : en retrospektiv tidsseriestudie av resultater på 3000 meter sett i lys av Forsvarets moderne operative konsept. Oslo: B. Dullum.
- Duncan, G. E. (2010). The "fit but fat" concept revisited: population-based estimates using NHANES. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *7*, 47.
- Dyrstad, S. M., Aandstad, A., & Hallen, J. (2005). Aerobic fitness in young Norwegian men: a comparison between 1980 and 2002. *Scand J Med Sci Sports*, *15*(5), 298-303. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00432.x
- Edvardsen, E., Scient, C., Hansen, B. H., Holme, I. M., Dyrstad, S. M., & Anderssen, S. A. (2013). Reference values for cardiorespiratory response and fitness on the treadmill in a 20- to 85-year-old population. *Chest*, *144*(1), 241-248. doi: 10.1378/chest.12-1458
- Ellingsen, Finn. (1997). *Kartlegging av styrke, bevegelse, koordinasjon og utholdenhet : skoleelever i Akershus*. Oslo: F. Ellingsen.
- Enoksen, E., Tønnesen, E., & Tjelta, L., I. (2007). *Styrketrening i individuelle idretter og ballspill*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle, E. F., Billing, J. E., & Costill, D. L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports*, *11*(4), 338-344.
- Forsvaret. (2016). Høyere utdanning. Lastet ned fra <https://forsvaret.no/bachelor>
- Forsvarets-høgskole. (2014). Innstilling - Revidert fysis testordning for forsvaret. Oslo: Forsvaret.

- Foss, O., & Hallen, J. (2005). Validity and stability of a computerized metabolic system with mixing chamber. *Int J Sports Med*, 26(7), 569-575. doi: 10.1055/s-2004-821317
- Frøyd, C., Madsen, Ø., Sæterdal, R., Tønnesen, E., Wisnes, A., R., & Aasen, S., B. (2005). *Utholdenhet - trening som gir resultater*. Oslo: Akilles.
- Fukuda, D. H., Wray, M. E., Kendall, K. L., Smith-Ryan, A. E., & Stout, J. R. (2015). Validity of near-infrared interactance (FUTREX 6100/XL) for estimating body fat percentage in elite rowers. *Clin Physiol Funct Imaging*. doi: 10.1111/cpf.12328
- Garang, S. (2016). *Retningslinjer for Forsvarets opptak og seleksjon krigsskolene 2016*. Lastet ned fra [https://forsvaret.no/karriere\\_/ForsvaretDocuments/Retningslinjer%20for%20FO%20KS%202015.pdf](https://forsvaret.no/karriere_/ForsvaretDocuments/Retningslinjer%20for%20FO%20KS%202015.pdf).
- Gazdzinska, A., Baran, P., Skibniewski, F., Truszczynski, O., Gazdzinski, S., & Wylezol, M. (2015). [The prevalence of overweight and obesity vs. the level of physical activity of aviation military academy students]. *Med Pr*, 66(5), 653-660. doi: 10.13075/mp.5893.00238
- Gjerset, A., Haugen, K., & Holmstad, P. (2006). *Treningslære*. Oslo: Gyldendal Undervisning.
- Harwood, G. E., Rayson, M. P., & Nevill, A. M. (1999). Fitness, performance, and risk of injury in British Army officer cadets. *Mil Med*, 164(6), 428-434.
- Havenetidis, K., & Paxinos, T. (2011). Risk factors for musculoskeletal injuries among Greek Army officer cadets undergoing Basic Combat Training. *Mil Med*, 176(10), 1111-1116.
- Heggebø, Lena Klasson. (2003). *European Youth Heart Study - the Norwegian part : a cross-sectional study of physical activity, cardiorespiratory fitness, obesity and blood pressure in children and youth*. The Norwegian University of Sport and Physical Education, Department of Sports Medicine, Oslo.
- Helsedirektoratet. (2016). *Aktivitetshåndboken, fysisk aktivitet i borebygging og behandling* (R. Bahr Red.).
- Hermansen, L., & Andersen, K. L. (1965). Aerobic work capacity in young Norwegian men and women. *Journal of applied physiology*, 20(3), 425.
- Hiermeyer, M. (2010). The height and BMI values of West Point cadets after the Civil War. *Econ Hum Biol*, 8(1), 127-133. doi: 10.1016/j.ehb.2009.09.004
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol (1985)*, 89(2), 465-471.

- Kaufman, K. R., Brodine, S., & Shaffer, R. (2000). Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *Am J Prev Med*, 18(3 Suppl), 54-63.
- Knapik, J. J. (2015a). The importance of physical fitness for injury prevention: part 1. *J Spec Oper Med*, 15(1), 123-127.
- Knapik, J. J. (2015c). The Importance of Physical Fitness for Injury Prevention: Part 2. *J Spec Oper Med*, 15(2), 112-115.
- Knapik, J. J., Canham-Chervak, M., Hauret, K., Hoedebecke, E., Laurin, M. J., & Cuthie, J. (2001). Discharges during U.S. Army basic training: injury rates and risk factors. *Mil Med*, 166(7), 641-647.
- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Darakjy, S., Jones, S. B., Hauret, K. G., & Jones, B. H. (2006). Temporal changes in the physical fitness of US Army recruits. *Sports Med*, 36(7), 613-634.
- Kolle, E., Steene-Johannessen, J., Holme, I., Andersen, L. B., & Anderssen, S. A. (2009). Secular trends in adiposity in Norwegian 9-year-olds from 1999-2000 to 2005. *BMC Public Health*, 9, 389. doi: 10.1186/1471-2458-9-389
- Koury, J. C., Daleprane, J. B., Pitaluga-Filho, M. V., de Oliveira, C. F., Goncalves, M. C., & Passos, M. C. (2016). Aerobic Conditioning Might Protect Against Liver and Muscle Injury Caused by Short-Term Military Training. *J Strength Cond Res*, 30(2), 454-460. doi: 10.1519/jsc.0000000000001102
- Kusano, M. A., Vanderburgh, P. M., & Bishop, P. (1997). Impact of body size on women's military obstacle course performance. *Biomed Sci Instrum*, 34, 357-362.
- Kyrolainen, H., Hakkinen, K., Kautiainen, H., Santtila, M., Pihlainen, K., & Hakkinen, A. (2008). Physical fitness, BMI and sickness absence in male military personnel. *Occup Med (Lond)*, 58(4), 251-256. doi: 10.1093/occmed/kqn010
- Laake, P., Olsen, B., R., & Benestad, H., B. (2008). *Forskning i medisin og biofag* (2 utg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Laclaustra-Gimeno, M., Gonzalez-Garcia, M. P., Casasnovas-Lenguas, J. A., Luengo-Fernandez, E., Leon-Latre, M., Portero-Perez, P., . . . Ferreira-Montero, I. J. (2006). [Cardiovascular risk factor progression in young males at 15-year follow-up in the General Military Academy of Zaragoza (AGEMZA) Study]. *Rev Esp Cardiol*, 59(7), 671-678.
- Langer, R. D., Borges, J. H., Pascoa, M. A., Cirolini, V. X., Guerra-Junior, G., & Goncalves, E. M. (2016). Validity of Bioelectrical Impedance Analysis to Estimation Fat-Free Mass in the Army Cadets. *Nutrients*, 8(3). doi: 10.3390/nu8030121



- Lester, M. E., Knapik, J. J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M. A., Burrell, L., & Darakjy, S. (2010). Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition. *Mil Med*, 175(6), 417-423.
- Levy, J. C., Mizel, M. S., Wilson, L. S., Fox, W., McHale, K., Taylor, D. C., & Temple, H. T. (2006). Incidence of foot and ankle injuries in West Point cadets with pes planus compared to the general cadet population. *Foot Ankle Int*, 27(12), 1060-1064.
- Lisman, P., O'Connor, F. G., Deuster, P. A., & Knapik, J. J. (2013). Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Med Sci Sports Exerc*, 45(4), 636-643. doi: 10.1249/MSS.0b013e31827a1c4c
- Loe, H., Steinshamn, S., & Wisloff, U. (2014). Cardio-respiratory reference data in 4631 healthy men and women 20-90 years: the HUNT 3 fitness study. *PLoS One*, 9(11), e113884. doi: 10.1371/journal.pone.0113884
- Lohman, T., G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Maric, L., Krsmanovic, B., Mraovic, T., Gogic, A., Sente, J., & Smajic, M. (2013). The effectiveness of physical education of the Military Academy cadets during a 4-year study. *Vojnosanit Pregl*, 70(1), 16-20.
- Martin, R. C., Grier, T., Canham-Chervak, M., Anderson, M. K., Bushman, T. T., DeGroot, D. W., & Jones, B. H. (2016). Validity of Self-Reported Physical Fitness and Body Mass Index in a Military Population. *J Strength Cond Res*, 30(1), 26-32. doi: 10.1519/jsc.0000000000001026
- McArdle, W., D., Katch, F. I., & Katch, V., L. (2007). *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance* (6 utg.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Midgley, A. W., Bentley, D. J., Luttikholt, H., McNaughton, L. R., & Millet, G. P. (2008). Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO<sub>2</sub> max determination really need to last between 8 and 12 minutes? *Sports Med*, 38(6), 441-447.
- NATO. (2009). *Optimizing Operational Physical Fitness*.
- Pate, R., Oria, M., & Pillsbury, L. (2012). *Fitness Measures and Health Outcomes in Youth*. Washington, DC: National Academies Press.
- Pheasant, S., & Haslegrave, C., M. (2005). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (3 utg.). Boca Raton: CRC Press.
- Pinet, Bernard M., Prud'homme, Denis, Gallant, Chantal A., & Boulay, Pierre. (2008). Exercise Intensity Prescription in Obese Individuals. *Obesity*, 16(9), 2088-2095. doi: 10.1038/oby.2008.272

- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P., E., Rønnestad, B., R., & Wisnes, A., R. (2010). *Styrketrening i teori og praksis*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Rintala, H., Hakkinen, A., Siitonen, S., & Kyrolainen, H. (2015). Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots. *Mil Med*, *180*(12), 1233-1238. doi: 10.7205/milmed-d-14-00467
- Ruffing, J. A., Cosman, F., Zion, M., Tendy, S., Garrett, P., Lindsay, R., & Nieves, J. W. (2006). Determinants of bone mass and bone size in a large cohort of physically active young adult men. *Nutr Metab (Lond)*, *3*, 14. doi: 10.1186/1743-7075-3-14
- Santtila, M., Kyrolainen, H., Vasankari, T., Tiainen, S., Palvalin, K., Hakkinen, A., & Hakkinen, K. (2006). Physical fitness profiles in young Finnish men during the years 1975-2004. *Med Sci Sports Exerc*, *38*(11), 1990-1994. doi: 10.1249/01.mss.0000232023.28984.78
- Säfvenbom, R., Aandstad, A., Skjetne, K., Nilsen, R., Innselset, S., & Opstad, P., K. (2007). *Utkast til prosjektbeskrivelse*. Norges idrettshøgskole, Forsvarets institutt.
- Taylor, M. K., Markham, A. E., Reis, J. P., Padilla, G. A., Potterat, E. G., Drummond, S. P., & Mujica-Parodi, L. R. (2008). Physical fitness influences stress reactions to extreme military training. *Mil Med*, *173*(8), 738-742.
- Tjelta, L., I., Enoksen, E., & Tønnesen, E. (2013). *Utholdenhetstrening - Forskning og beste praksis*. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Tomkinson, G. R., Leger, L. A., Olds, T. S., & Cazorla, G. (2003). Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med*, *33*(4), 285-300.
- Tseh, W., Caputo, J. L., & Keefer, D. J. (2010). Validity and reliability of the BOD POD(R) S/T tracking system. *Int J Sports Med*, *31*(10), 704-708. doi: 10.1055/s-0030-1255111
- Uhorchak, J. M., Scoville, C. R., Williams, G. N., Arciero, R. A., St Pierre, P., & Taylor, D. C. (2003). Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med*, *31*(6), 831-842.
- Wadden, T., A., & Stunkard A., J. (2002). *Handbook of obesity treatment* (3 utg.). New York: Guilford Press.
- WHO. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva.
- Wu, C. S., Chen, Y. Y., Chuang, C. L., Chiang, L. M., Dwyer, G. B., Hsu, Y. L., . . . Hsieh, K. C. (2015). Predicting body composition using foot-to-foot

bioelectrical impedance analysis in healthy Asian individuals. *Nutr J*, 14, 52.  
doi: 10.1186/s12937-015-0041-0

## **Tabelloversikt**

**Tabell 1:** *Oversikt over fordeler, ulemper og testbeskrivelse for ulike spensttester.....s17*

**Tabell 2:** *Tidsfrister for ulike deler av masterartikkelen og masteroppgaven.....s34*

## Figuroversikt

**Figur 1:** *Flytskjema som illustrerer antall forsøkspersoner mistet, tilgjengelig og testet ved hver måleperiode.....s26*

## Forkortelser

cm	Centimeter
DXA	Dual-energy x-ray absorptiometry (dobbel røntgenabsorpsjonsmetri)
FFM	Fettfri masse
KUS	Kadettutviklingsstudien 2007-2011
KF	Kroppsfett
kg	Kilo
km	Kilometer
m	Meter
min	Minutter
m.m.	Med mer
ml	Milliliter
NIH	Norges idrettshøgskole
NSD	Norsk senter for forskningsdata
REK	Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk sørøst
RER	Respiratorisk utvekslingskvotient
s	Sekunder
SMM	Skjelettmuskelmasse
SPSS	“Statistical package for the Social Sciences” (programvare)
STATA	“Statistics and Data” (programvare)
T1	Første måleperiode, 1 utdanningsuke
T2	Andre måleperiode, siste del av 1 utdanningsår
T3	Tredje måleperiode, siste del av 2 utdanningsår
T4	Fjerde måleperiode, siste del av 3 og siste utdanningsår
$\dot{V}O_{2maks}$	Maksimalt oksygenopptak

## **Vedlegg utvidet teori og metode**

Vedlegg 1: Svar fra Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS

Vedlegg 2: Svar fra Regional komité for medisinsk forskningsetikk Sør-Norge

Vedlegg 3: Orientering til Forsvarets sanitet



Reidar Säfvenbom  
Forsvarets institutt  
Norges idrettshøgskole  
Postboks 4014 Ullevål stadion  
0806 OSLO

Harald Hårfagres gate 29  
N-5007 Bergen  
Norway  
Tel: +47-55 58 21 17  
Fax: +47-55 58 96 50  
nsd@nsd.uib.no  
www.nsd.uib.no  
Org.nr. 985 321 884

Vår dato: 13.07.2007

Vår ref: 16958/5F

Deres dato:

Deres ref:

#### TILRÅDING AV BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 21.05.2007. Meldingen gjelder prosjektet:

16958 *Kadettutviklingsstudien 07-11*  
Behandlingsansvarlig *Norges idrettsbøyskole, ved institusjonens øverste leder*  
Daglig ansvarlig *Reidar Säfvenbom*

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, eventuelle kommentarer samt personopplysningsloven/-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, <http://www.nsd.uib.no/personvern/endrings 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, <http://www.nsd.uib.no/personvern/register/>

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 31.12.2014, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Vigdis Namtvedt Kvalheim

Sølve Fauskevåg

Kontaktperson: Sølve Fauskevåg tlf: 55 58 25 83

Vedlegg: Prosjektvurdering

Avdelingskontorer / District Offices:

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo, Tel: +47-22 85 52 11, [nsd@uio.no](mailto:nsd@uio.no)

TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim, Tel: +47-73 59 19 07, [kyrre.svarva@svt.ntnu.no](mailto:kyrre.svarva@svt.ntnu.no)

TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø, Tel: +47-77 64 43 36, [nsdmaa@svf.uit.no](mailto:nsdmaa@svf.uit.no)



## Personvernombudet for forskning



### Prosjektvurdering - Kommentar

---

16958

Personvernombudet har forstått det slik at prosjektet er et samarbeid mellom Krigsskolen, Sjøkrigsskolen, Luftkrigsskolen og Norges idrettshøgskole. Som avklart med prosjektleder 02.07.2007 er Norges idrettshøgskole behandlingsansvarlig institusjon, og det skal utarbeides en avtale som regulerer eierskap til datamaterialet samt ansvarsforholdet mellom de deltagende institusjonene.

Behandlingen hjemles i personopplysningsloven (pol) §§ 8, første ledd og 9 a.

Ombudet finner reviderte informasjonsskriv per 09.07.2007 tilfredsstillende.

Det behandles sensitive personopplysninger om helseforhold, jf. pol § 2 punkt 8 c.

Det er aktuelt å lagre opplysninger innhentet fra spørreskjema i Forsvarets helseregister. Deltakerne får informasjon om dette og samtykker særskilt til dette ved utfylling av spørreskjema.

Ved prosjektslutt 31.12.2014 skal øvrig datamateriale anonymiseres. Anonymisering innebærer at direkte og indirekte personopplysninger slettes eller omkodes (grovkategoriseres), samt at koblingsnøkkel slettes.

Personvernombudet forutsetter at prosjektet godkjennes av Regional komité for medisinsk forskningsetikk og ber om at prosjektleder ettersender kopi av godkjenningen.



**UNIVERSITETET I OSLO**  
**DET MEDISINSKE FAKULTET**

I. amanuensis, dr.scient. Reidar Säfvenbom  
Norges idrettshøgskole  
Pb. 4014 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

**Regional komité for medisinsk forskningsetikk**  
**Sør- Norge (REK Sør)**  
Postboks 1130 Blindern  
NO-0318 Oslo

**Dato:** 27.06.07  
**Deres ref.:**  
**Vår ref.:** S-07247b

Telefon: 228 50 670  
Telefaks: 228 44 661  
E-post: [o.p.hole@medisin.uio.no](mailto:o.p.hole@medisin.uio.no)  
Nettadresse: [www.etikkom.no](http://www.etikkom.no)

**S-07247b Kadettutviklingsstudien 07-11 [2.2007.453]**

Vi viser til søknad mottatt 23.05.07 med følgende vedlegg: Protokoll; informasjonsskriv med samtykkeerklæring; spørreskjema; registreringsskjema for fysisk trening.

Komiteen behandlet søknaden i sitt møte torsdag 14.06.07.

Vedtak:

Prosjektet faller utenfor komiteen mandat da det ikke ansees som medisinsk eller helsefaglig forskning. Det er derfor ikke behandlet.

Med vennlig hilsen

Tor Norseth  
Leder

Ola P. Hole  
Sekretær

Sjef FSANs FoU-råd  
Militærmedisinsk epidemiologi  
Ullevål universitetssykehus

Deres ref.  
DERES REF.

Vår avd.  
AVD.

Vår ref.  
VÅR REF.

Vår dato:  
DATO

### **Orientering om FoU prosjekter ved Norges idrettshøgskole/Forsvarets institutt**

Det vises til Forsvarssjefens beslutningsnotat nr 8/2005 der det blant annet uttrykkes at "all medisinsk FoU-relatert virksomhet i Forsvaret" skal godkjennes av Sjef FSAN.

Norges idrettshøgskole, Forsvarets institutt har i løpet av de siste to år planlagt og igangsatt to forskningsprosjekter som kan defineres under paraplyen "medisinsk FoU-relatert virksomhet".

Det ene prosjektet, "Kadettutviklingsstudien 2007 – 2011" ble utviklet i samråd med overlege John Ivar Brevik (FSAN). Brevik aksepterte studien og informerte Sjef FSAN om denne.

Det andre prosjektet "Hele HV i bevegelse" ble planlagt og gjennomføres på oppdrag fra GIHV, Bernt Brovold. Som prosjektleder beklager jeg at denne studien ikke ble klarert med Sjef FSANs FoU råd. Studien var i utgangspunktet en ren kartlegging av HV-personells motivasjon for fysisk aktivitet, aktivitetsvaner og fysisk form. Etter hvert ble studien utvidet med hensyn til forholdet mellom aktivitetsnivå/fysisk form – og aktivitetsrelatert helseisiko. Når denne utvidelsen ble foretatt burde vi meldt prosjektet inn for FSANs FoU-råd.

Vedlagt ligger prosjektbeskrivelsene for de to respektive studiene. Det understrekes at begge studiene er meldt inn til NSD og REK. Jeg ber om at FSANs FoU-råd vurderer prosjektene. Dersom FoU-rådet ønsker en representant inn i studienes styringsgrupper vil dette selvfølgelig etterkommes.

Med vennlig hilsen

Reidar Säfvenbom  
Dr.Scient / 1. amanuensis  
Telefon: 23262425  
Mobil: 93039506  
E-mail: reidar.sefvenbom@nih.no

Vedlegg:  
Prosjektbeskrivelse, "Hele HV i bevegelse"  
Prosjektbeskrivelse, Kadettutviklingsstudien 2007 - 2011

Pages: 21  
Words: 3775  
Tables: 4  
Figures: 1  
Appendix: 0  
References: 37  
Contact: Frank Sandberg  
Email: Frank @sandbergfitness.no  
Guarantor: Frank Sandberg

**Changes in anthropometrics, cardiorespiratory endurance, muscular endurance  
and muscular strength among Norwegian cadets during a three-year military  
academy education**

1st LT Frank Sandberg, BsC

Elin Kolle, PhD

Rune Hageberg, MSc

Anders Aandstad, MSc

Department of Sports Medicine, Norwegian School of Sport Sciences, Postboks 4014  
Ullevål Stadion, 0806 Oslo

Department of Sports Medicine, Norwegian School of Sport Sciences, Postboks 4014  
Ullevål Stadion, 0806 Oslo

Department of Norwegian School Of Sport Sciences/Defense institute, The Norwegian  
Defense University College, Sognsveien 220, 0863 Oslo

Department of Norwegian School Of Sport Sciences/Defense institute, The Norwegian  
Defense University College, Sognsveien 220, 0863 Oslo

Keywords: Physical fitness, military, cadet, academy, longitudinal

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** Investigate change in physical fitness among Norwegian cadets during a three-year military academy education.

**METHODS:** 260 male and 29 female military cadets from the Army-, Navy- and Air-Force Academy were included. Anthropometrics, muscular strength, muscular endurance and cardiorespiratory endurance were measured at entry (T1) and at the end of each year (T2, T3 and T4). A longitudinal design was employed and multilevel mixed-effects linear regression was used to examine change.

**RESULTS:** Both sexes increased their fat free mass (FFM), % body fat and body mass index (BMI) from T1 to T4, while skeletal muscle mass was unchanged. In males muscular strength (vertical jump, medicine ball throw) and muscular endurance (pull-ups and push-ups) increased. Female cadets increased in medicine ball throw while the other strength variables remained unchanged. Absolute and relative maximal oxygen uptake decreased in males, while only relative maximal oxygen uptake decreased in females. The study showed that FFM, BMI and pull-ups developed differently between the academies.

**CONCLUSION:** The cadets increased their anthropometric values, muscular strength and muscular endurance during their three-year military academy education, while their cardiorespiratory endurance was reduced.

## INTRODUCTION

Physical fitness levels in military cadets is important, as high levels has been reported to coincide with greater military performance, fewer injuries/disabilities and better health among cadets and other military personnel [1-7]. Physical fitness may be described as a number of measureable elements including cardiorespiratory endurance, muscular endurance, muscular strength and body composition [8, 9].

Cadets' body mass index (BMI) values have been reported since the late 1800s [10]. However, the few previous studies addressing the physical fitness of military cadets limited. Some studies only investigate certain elements of physical fitness [1, 11, 12], some include a limited number of subjects [13], while others include one sex only [1, 13-15]. The latter may be a weakness as differences in physical fitness and differences in physical fitness development between the sexes has been reported [16]. In addition, female cadets seem to have a higher risk of injury [3, 5, 17], which may affect physical fitness and its development. More women have entered the armed forces the last decades, and it is therefore important to initiate studies that include both sexes. Furthermore, the majority of previous studies include only cadets from one military academy [1, 3, 11], resulting in few comparisons between Air Force, Navy and Army cadets. The Army, Navy and Air Force may emphasize physical capacity different during selection and education of cadets, and it is thus interesting to examine whether this is reflected in the cadets' physical fitness. Lastly, it is important to carry out this kind of research on a regular basis, because physical fitness may change with time [9] and so may the academies' physical fitness programs.

An earlier three-year longitudinal study examined changes in anthropometrics and cardiorespiratory fitness ( $\dot{V}O_{2max}$ ) among Norwegian Air Force cadets [14]. In the present study, we generally implement the same methods as in Aandstad et al. However, this study is unique because it also contains measurements of muscular endurance and muscular strength and includes both male and female cadets from all three military academies in Norway.

Knowledge of how cadets' physical fitness change over time may give valuable feedback to the academies related to the impact of their exercise training programs. Hence, the main aim of this study was to examine changes in anthropometrics, cardiorespiratory endurance, muscular endurance and muscular strength among Norwegian cadets during a three-year military academy education.

## METHODS

### *Study design*

This was a longitudinal observational multi-center study and part of the interdisciplinary study called the Cadet Development Study 2007-2011. The study had four periods of data collection for each individual subject, within three-years of military academy studies. The first data collection (T1) took place within the first week after enrollment at the academy. The final three periods of data collection (T2 - T4) were carried out within the two final months of the first, second and third study year, respectively.

### *Subjects*

During autumn 2007 and 2008 we invited all male (n = 260) and female cadets (n = 29) who began the  $\leq 3$  year education and training program at the Norwegian Military Academy (Oslo), the Royal Norwegian Naval Academy (Bergen) and the Royal Norwegian Air Force Academy (Trondheim) to participate in the study. All cadets (n = 289) volunteered to participate and gave their written consent after receiving information about the study. The study was reviewed by the Regional Committee for Medical and Health Research Ethics and approved by the Norwegian Social Science Data Services.

Of the 289 cadets who initially volunteered for the study, some cadets were lost to follow-up (n = 136). This was primarily due to transfer to another military location (n = 44), or loss of interest in the study (n = 92). Other cadets were sick, injured or absent during single tests or entire test periods. The flow chart illustrating inclusion of participants is shown in **Figure 1**.

### *Data collection and measurements*

All data collection took place locally at the three academies. The same two external test leaders carried out the physical tests during the study, using the same protocols and equipment at all test periods. Sport teachers from the academies occasionally assisted in the physical testing.

### *Physical fitness measurements*

Height and weight were measured as described in Aandstad, Hageberg [14] and Dyrstad, Soltvedt [18]. The scale was calibrated before each test period. Height was measured only during the first test period. BMI was calculated by dividing weight (kg) by height (m) squared. Body fat (BF), fat free mass (FFM) and skeletal muscle mass (SMM) were measured using bioelectrical impedance analysis as described previously (1).

Maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2max}$ ) was measured directly in a mobile test laboratory, according to the procedures and with the same equipment as explained previously [14, 18]. The test was performed on a calibrated treadmill using an automatic predefined stepwise protocol with a constant incline of 5.2 %. Initial speed was set individually (8-13 km·h<sup>-1</sup>) so that fatigue would be expected to occur within 4-7 minutes of running. Initial running speed was kept similar for all four test periods. All subjects completed a familiarization trial at T1 and a ~20 minute warm up procedure before each test. Time to exhaustion (TTE) was registered during the test and heart rate (HR) was monitored (S 610, Polar Electro OY, Kempele, Finland) along with respiratory exchange ratio (RER). A blood sample was taken from the fingertip three minutes post test and analyzed for peak blood lactate concentration [BLa<sub>peak</sub>]. The main criterion for accepting the  $\dot{V}O_{2max}$  test was that the subject reached a plateau towards the end of the test. Plateau was achieved when the last two  $\dot{V}O_2$  values differed by less than 2 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> between the two last approved measurements or when a drop in the last approved measurement occurred. If the main criterion was not met, the test was still accepted if both RER<sub>peak</sub> and the lactate value were  $\geq 1.1$  and 8.0 mmol, respectively. Due to technical errors in the  $\dot{V}O_2$  analyzer, 101 tests at T2 were not accepted and consequently excluded from the analysis.

Muscular strength/power were assessed by vertical jump and medicine ball throw. In the vertical jump, the task was to jump as high as possible. The starting position was upright with the dominant side of the body next to a wall. The dominant arm was raised straight up as high as possible to mark the standing height with a middle finger covered in black shoe polish. The ankles and knees were flexed and arms were swung to enhance the propelling upward movement of the body. The difference between the reached height mark and the jump height mark was measured in centimeters with a tape measure. Three test trials were performed and the best result



was recorded. In the medicine ball throw the task was to throw the ball as far as possible. The starting position was upright with the feet placed shoulder-width apart behind a tape mark on the floor. The arms were flexed while the hands were holding a 6-kg medicine ball against the center of the chest. The ankles, knees and hips were flexed and arms were forcefully extended to enhance the propelling forward movement of the ball. The feet were not allowed to lose contact with the floor or touch the tape mark on the floor during the throw. The spot where the ball hit the floor was recorded to the nearest 0.5 m using tape marks on the floor as guidance. Three test trials were performed and the best result was recorded.

Muscular endurance was assessed by tests of push-ups and pull-ups. The starting position for push-ups was a straight body with the chest and cheek touching the floor. The upper body was raised until the arms were straight. For the pull-ups test two different versions were used for men and women. The starting position for men was hanging vertically from a bar using an overhand grasp and with straight arms and legs. The body was raised until the chin was over the bar. The starting position for women was hanging horizontally from a bar using an overhand grasp and with straight arms and legs. The heels were placed on a bench to achieve a horizontal starting position. The body was raised until the chest touched the bar. The maximum number of repetitions for push-ups and pull-ups were counted.

#### *Statistical analysis*

Visual inspection of the histograms showed that all variables were normally distributed. Anthropometric data are presented as means with standard derivations (SD), while developments between T1 and T4 are presented as mean differences with 95% confidence intervals (95% CI). We used multilevel mixed-effects linear regression to examine the development in physical fitness between the four test periods. The dependent variables were all the physical fitness variables presented while the independent variable was time. When the analyses were stratified by sex, age or academy, we adjusted the analyses for the other two variables (e.g. when we stratified the analyses by sex, we adjusted the analyses for academy and age). To investigate if the change were different between academies and the sexes, we added the two way interaction terms (test\*sex and test\*academy). Missing data analysis included comparisons of baseline values for subjects included in the analysis against those lost to follow-up. An independent samples t-test was used in this regard. Significance level

was set at  $P < 0.05$ . Statistical analysis was performed in STATA SE 13.1 (Stata Corp, College Station, TX, USA) and IBM SPSS Statistics version 21 (IBM Co., Armonk, NY, USA).

## RESULTS

All changes reported in this chapter represent mean change from T1 to T4. Subjects that were included in the analyses had similar physical fitness values at baseline as those who were lost to follow-up. Mean ( $\pm$  SD) age at T1 was  $23 \pm 3$  years for male cadets and  $23 \pm 2$  years for female cadets.

Baseline anthropometric characteristics are presented in **Table I**. Male cadets increased FFM by 0.7 kg (95% CI = 0.4, 1.1), BF by 0.8 % points (95% CI = 0.3, 1.3) and BMI by 0.5 kg/m<sup>2</sup> (95% CI = 0.4, 0.7). Female cadets increased FFM by 1.3 kg (95% CI = 0.6, 2.0), BF by 1.2 % points (95% CI = 0.1, 2.2) and BMI by 1.0 kg/m<sup>2</sup> (95% CI = 0.6, 1.4). These changes in SMM were nonsignificant for both female and male participants.

Male cadets increased their performance vertical jump by 5.6% ( $p < 0.001$ ), medicine ball throw by 3.3% ( $p < 0.001$ ), pull-ups by 20.2% ( $p < 0.001$ ) and push-ups by 3.6% ( $p = 0.037$ ). Female cadets increased their performance in medicine ball throw by 9.3% ( $p < 0.001$ ), while they did not change their performance in vertical jump, push-ups and pull-ups (**Table II**).

Male cadets decreased absolute  $\dot{V}O_{2\max}$  by 2.5% ( $p < 0.001$ ) and  $\dot{V}O_{2\max}$  related to bodyweight by 4.6% ( $p < 0.001$ ), see **Table III**. Female cadets decreased  $\dot{V}O_{2\max}$  related to bodyweight by 4.8% ( $p = 0.002$ ), while absolute  $\dot{V}O_{2\max}$  remained unchanged.

We found a significant interaction between sex and BMI, indicating that male and female cadets differed in their development in this variable. Female cadets had a 0.5 kg/m<sup>2</sup> (95% CI = 0.1, 0.9,  $p = 0.019$ ) higher increase in BMI than male cadets

The cadets' physical fitness variables stratified by academy are shown in **Table IV**. We found significant interactions between academy and FFM, BMI and pullups. Air Force cadets had an increase in FFM that was 1.6 kg higher than both Army cadets (95% CI = 0.5, 2.6,  $p = 0.004$ ) and Navy cadets (95% CI = 0.5, 2.8,  $p = 0.006$ ). For BMI, Air Force cadets had an increase that was 0.8 kg/m<sup>2</sup> higher than both Army cadets (95% CI = 0.3, 1.4,  $p = 0.001$ ) and Navy cadets (95% CI = 0.2, 1.3,  $p = 0.005$ ).

Additionally, Navy cadets increased their pull-ups performance by 1.7 repetitions (95% CI = 0.1, 3.4,  $p = 0.041$ ) more than Air Force cadets.

## DISCUSSION

Over the three-year education in the military academies, we found that the cadets gained body mass, increased their muscular endurance and muscular strength, while they had a small reduction in cardiorespiratory endurance. Male cadets increased less in BMI compared to female cadets. Furthermore, we found that cadets from the three academies developed differently for some variables. Air Force cadets had a higher mean increase in FFM and BMI than both Army and Navy cadets, while Navy cadets had a higher mean increase in pull-ups than Air Force cadets.

Earlier findings suggest that cadets' physical fitness is relatively stable during their three-four years of academy education. Aandstad, Hageberg [14] followed 30 male Norwegian Air Force cadets and concluded that neither anthropometrical variables nor  $\dot{V}O_{2max}$  changed significantly during the three-year study period. Maric, Krsmanovic [12] included 120 cadets from the Military Academy in Belgrade and investigated a four year development in pull-ups, push-ups, horizontal jumps, 1,600 m running and infantry obstacle running. They concluded that physical fitness and physical skills did not change, or improved only marginally. Although the present study reported change, it may be argued that the size of change found from T1 to T4 was too small to contradict Aandstad, Hageberg [14] and Maric, Krsmanovic [12]. Having a BMI equal to or higher than 30 is classified as obesity [19]. At baseline only three cadets met this criterion and at T4 the number was reduced to one cadet. Considering the number of drop-outs at T4, the share of obese cadets seems to be stable despite the mean BMI increase found in this study. Furthermore, we found a relatively small increase in FFM and BF, while SMM remained unchanged. Male cadets increased their muscular endurance by 1.8 (95% CI = 1.4, 2.3) pull-ups and 1.3 (95% CI 0.1, 2.4) push-ups, while there was no change for female cadets. Considering the academies physical grading system, the mean male baseline values would be equivalent to the grade 4.0 (6.0 is the highest score) for both pull-ups and push-ups, if using values rounded to the nearest full repetition [20]. Since the distance between grade 4.0 and 4.5 is two pull-ups and three push-ups it could be argued that the increase in muscular endurance was small. Male and female cadets

had a reduction in relative  $\dot{V}O_{2\max}$  by 4.6 % ( $p < 0.001$ ) and 4.8 % ( $p = 0.001$ ), respectively. However, in absolute  $\dot{V}O_{2\max}$  female cadets had no change, while male cadets had a 2.5 % ( $p < 0.001$ ) reduction. Although these results may seem discouraging, the present study showed that the level of physical fitness in cadets is high. This cadet population had higher  $\dot{V}O_{2\max}$  and more favorable body composition than Norwegian home guard personnel [21] and Finnish conscripts [7]. Moreover, our studied cadets had lower BMIs, performed better in push-ups and had higher  $\dot{V}O_{2\max}$  values than the overall Finnish military population [22]. The latter study included 7179 male soldiers, representing about 95 percent of all Finnish military professionals. Findings of similar BMI and  $\dot{V}O_{2\max}$  values among male Norwegian Air Force cadets [14], similar FFM and pull-ups values among male British Army cadets [16] and similar  $\dot{V}O_{2\max}$  values among male U.S Military cadets [23] makes it tempting to believe that findings in the present study were comparable to other cadet populations. However, divergence does exist and it should be noted that variation of measurement methods and physical fitness tests make comparisons difficult.

The only variable that showed significant difference in development between males and females during the three-year education was BMI. The female cadets entered the academy with a 1.8 kg/m<sup>2</sup> ( $p < 0.001$ , data not shown) lower BMI than their male counterparts and at T4 the difference was no longer significant. The lack of difference in physical fitness development between male and female cadets in the present study supports the notion that “there are no significant gender specific differences in physiological adaptation processes due to physical training” [24]. However, this is to some degree in contrast with earlier findings. Daniels, Wright [23] included eleven male and seven female U.S Military Academy cadets in a two year study and concluded that arm- and shoulder strength increased in males but was unchanged in females. A six week study by Daniels, Kowal [25] including 29 male- and 26 female U.S Military Academy cadets reported a significant increase in  $\dot{V}O_{2\max}$  among females while  $\dot{V}O_{2\max}$  among males did not change. Furthermore, Harwood, Rayson [16] included 68 male- and 38 female British Army cadets in a 44 week long study and reported greater improvements in 1.5 mile running and pull-ups among females than males.

FFM, BMI and pull-ups developed significantly differently between the cadets at the different academies during the three-year education. These differences might in part be explained by different baseline values. Air Force cadets entered the academy with a

5.8 kg ( $p < 0.001$ , data not shown) lower FFM and a 1.2 kg/m<sup>2</sup> ( $p = 0.002$ , data not shown) lower BMI compared to Army cadets. The higher increase in FFM and BMI for Air Force cadets coincides with findings in the present study showing that cadets with initially lower values in physical fitness variables had a larger, or better, development compared with cadets with initially higher values (data not shown). This suggests that it is difficult to further increase the fitness level in well-trained groups, compared to less trained groups, which is supported by previous studies [18, 26]. However, Air Force cadets had a higher FFM and BMI increase than Navy cadets and Navy cadets had a higher pull-ups increase than Air Force cadets without seeing differences in baseline values. Different training cultures and differences in individual training may have caused the development differences seen between the academies and the sexes. However, the present study did not specifically investigate causalities for change in physical fitness.

There are several strengths with this study. We cover all main areas of physical fitness which allows for a wide understanding of the overall picture compared to studies that investigate some of the elements of physical fitness. Cardiorespiratory endurance was measured using a direct  $\dot{V}O_{2max}$  test which is considered the “gold standard” for measuring cardiorespiratory endurance. Also, for the  $\dot{V}O_{2max}$  test all cadets completed habituation tests prior to T1, and similar test protocols, equipment and experienced test leaders were used for maximal oxygen tests at all measurement points. This secures valid and reliable measurements. Previous studies often investigate cadets' physical fitness development over a short period of time [16, 27]. There are findings that suggest that military personnel vary in fitness development in different phases of their service [18], and cadets should therefore be monitored or tested over longer periods of time. The three-year long longitudinal design in the present study allows for investigation of both year-to-year changes and for changes in the entire course of education. Lastly, we found only three studies reporting physical fitness or related variables with a larger cadet population than in the present study [27-29], but only one included several academies; all of these studies have incidence rate, type and/or risk factors for injury as main outcome.

Some limitations need to be considered. First, physiology testing guidelines recommend that exercise professionals give time for habituation [30], a form of non-associative learning, where a response to a stimulus decreases with repeated exposures

[31]. Several studies also support the notion that an increase in muscular strength may occur due to neural adaptation. Neural adaptation, including learning and coordination, may be greatest in the early stages of a new training regime and may occur after only one session [32, 33]. Military cadets in this study should be familiar with push-ups and pull-ups, but we cannot be certain if the increase in muscular endurance and muscular strength is due to the lack of habituation tests and/or neural adaptation. Second, although we included female cadets in the study, they only make up ten percent of the included sample. From T1 to T4 the number of push-ups increased by 3.4 and 14.4 percent for male and female cadets, respectively. Still, only male cadets had a significant change. We therefore recognize that the low number of female subjects in this study increases the risk of making statistical type II errors. Third, the total number of cadets available was reduced by 47 percent from T1 to T4, which is a considerable dropout rate. However, when mean baseline values were compared between those who were included in the longitudinal analysis and those lost to follow-up, no significant differences were found for any of the physical fitness variables. Lastly, although we arguably tested the key variables in physical fitness we have not covered coordination, balance and flexibility as mentioned by Knapik [8]

The findings from this study show that Norwegian military cadets in general have high physical fitness, when compared to other groups of military personnel. It is a challenge to improve physical fitness in groups with high fitness levels, therefore the academies should clarify whether their ambition is to maintain or improve the cadets' physical fitness. If the goal of the training program is to improve physical fitness, we suggest a focus on individualization and/or ability groups. Ability groups and individualization may increase learning, increase motivation, prevent injury and increase the chance of improvement for both high-leveled and low leveled-groups [9, 34, 35]. Furthermore, the academies may consider dedicating more credits to tests related to physical fitness variables. At the Norwegian Academies, grades given in physical fitness related subjects are often largely based on non-physical performance [36, 37]. This may discourage the cadets from reaching their physical potential.

We conclude that male cadets increased FFM, BF, BMI and all muscular endurance- and muscular strength variables during their three-year academy education. Cardiorespiratory endurance decreased, while SMM remained unchanged. Female cadets increased FFM, BF, BMI and medicine ball throw.  $\dot{V}O_{2max}$  related to bodyweight decreased, while absolute  $\dot{V}O_{2max}$ , SMM, vertical jump, push-ups and pull-ups remained

unchanged. From T1 to T4, male cadets increased BMI less than female cadets. In the same period, Air Force cadets had the highest increase in FFM and BMI, while Navy cadets increased pull-ups more than Air Force cadets

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors wish to thank Knut Eirik Dalene (Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway) for substantial contribution to the statistical analysis, the cadets at the academies for participating in the study and the sports officers for assisting the testing.

## **Funding**

This study was supported financially by the Norwegian Defense University College, department of Norwegian School of Sport Sciences/Defense institute, the Royal Norwegian Air Force Academy, the Norwegian Military Academy, the Royal Norwegian Naval Academy and the Norwegian School of Sports Sciences. The views expressed here belong to the authors and do not necessarily reflect the views or policies of the funders.

## **Footnotes**

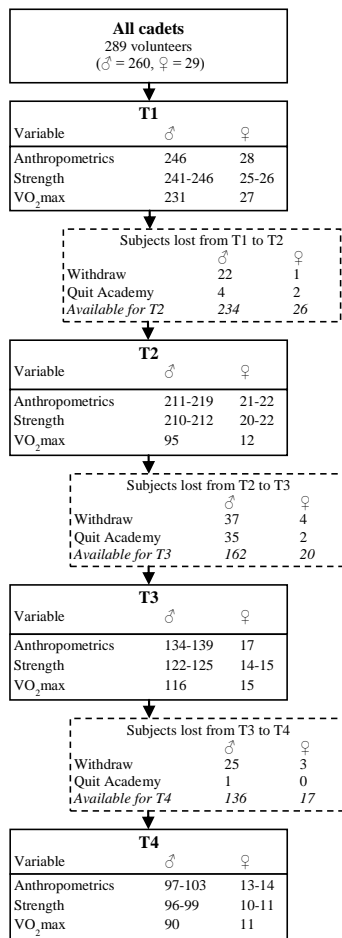
The authors report no conflicts of interest.

## References

1. Koury, J.C., et al., *Aerobic Conditioning Might Protect Against Liver and Muscle Injury Caused by Short-Term Military Training*. J Strength Cond Res, 2016. **30**(2): p. 454-60.
2. Rintala, H., et al., *Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots*. Mil Med, 2015. **180**(12): p. 1233-8.
3. Havenetidis, K. and T. Paxinos, *Risk factors for musculoskeletal injuries among Greek Army officer cadets undergoing Basic Combat Training*. Mil Med, 2011. **176**(10): p. 1111-6.
4. Taylor, M.K., et al., *Physical fitness influences stress reactions to extreme military training*. Mil Med, 2008. **173**(8): p. 738-42.
5. Levy, J.C., et al., *Incidence of foot and ankle injuries in West Point cadets with pes planus compared to the general cadet population*. Foot Ankle Int, 2006. **27**(12): p. 1060-4.
6. Kaufman, K.R., S. Brodine, and R. Shaffer, *Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention*. Am J Prev Med, 2000. **18**(3 Suppl): p. 54-63.
7. Mattila, V.M., et al., *Physical fitness and performance. Body composition by DEXA and its association with physical fitness in 140 conscripts*. Med Sci Sports Exerc, 2007. **39**(12): p. 2242-7.
8. Knapik, J.J., *The importance of physical fitness for injury prevention: part I*. J Spec Oper Med, 2015. **15**(1): p. 123-7.
9. Knapik, J.J., et al., *Temporal changes in the physical fitness of US Army recruits*. Sports Med, 2006. **36**(7): p. 613-34.
10. Hiermeyer, M., *The height and BMI values of West Point cadets after the Civil War*. Econ Hum Biol, 2010. **8**(1): p. 127-33.
11. Gazdzinska, A., et al., *[The prevalence of overweight and obesity vs. the level of physical activity of aviation military academy students]*. Med Pr, 2015. **66**(5): p. 653-60.
12. Maric, L., et al., *The effectiveness of physical education of the Military Academy cadets during a 4-year study*. Vojnosanit Pregl, 2013. **70**(1): p. 16-20.
13. Kusano, M.A., P.M. Vanderburgh, and P. Bishop, *Impact of body size on women's military obstacle course performance*. Biomed Sci Instrum, 1997. **34**: p. 357-62.
14. Aandstad, A., et al., *Change in anthropometrics and aerobic fitness in Air Force cadets during 3 years of academy studies*. Aviat Space Environ Med, 2012. **83**(1): p. 35-41.
15. Ruffing, J.A., et al., *Determinants of bone mass and bone size in a large cohort of physically active young adult men*. Nutr Metab (Lond), 2006. **3**: p. 14.
16. Harwood, G.E., M.P. Rayson, and A.M. Nevill, *Fitness, performance, and risk of injury in British Army officer cadets*. Mil Med, 1999. **164**(6): p. 428-34.
17. Cosman, F., et al., *Determinants of stress fracture risk in United States Military Academy cadets*. Bone, 2013. **55**(2): p. 359-66.
18. Dyrstad, S.M., R. Soltvedt, and J. Hallen, *Physical fitness and physical training during Norwegian military service*. Mil Med, 2006. **171**(8): p. 736-41.
19. WHO, *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation*. 2000: Geneva.



20. Forsvaret. *Physical demands*. 2016; Available from: <https://forsvaret.no/karriere/krav/fysiske-krav>.
21. Aandstad, A., et al., *Anthropometrics, body composition, and aerobic fitness in Norwegian home guard personnel*. J Strength Cond Res, 2014. **28**(11): p. 3206-14.
22. Kyrolainen, H., et al., *Physical fitness, BMI and sickness absence in male military personnel*. Occup Med (Lond), 2008. **58**(4): p. 251-6.
23. Daniels, W.L., et al., *The effect of two years' training on aerobic power and muscle strength in male and female cadets*. Aviat Space Environ Med, 1982. **53**(2): p. 117-21.
24. NATO, *Optimizing Operational Physical Fitness*. 2009.
25. Daniels, W.L., et al., *Physiological effects of a military training program on male and female cadets*. Aviat Space Environ Med, 1979. **50**(6): p. 562-6.
26. Ahtiainen, J.P., et al., *Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men*. Eur J Appl Physiol, 2003. **89**(6): p. 555-63.
27. Bijur, P.E., et al., *Comparison of injury during cadet basic training by gender*. Arch Pediatr Adolesc Med, 1997. **151**(5): p. 456-61.
28. Uhorchak, J.M., et al., *Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets*. Am J Sports Med, 2003. **31**(6): p. 831-42.
29. Heir, T., *Musculoskeletal injuries in officer training: one-year follow-up*. Mil Med, 1998. **163**(4): p. 229-33.
30. Winter, E., M., et al., *Sport and physiology testing guidelines*. Vol. 2. 2007, Oxon: Routledge.
31. Grissom, N. and S. Bhatnagar, *Habituation to repeated stress: get used to it*. Neurobiol Learn Mem, 2009. **92**(2): p. 215-24.
32. Folland, J.P. and A.G. Williams, *The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength*. Sports Med, 2007. **37**(2): p. 145-68.
33. Gabriel, D.A., G. Kamen, and G. Frost, *Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices*. Sports Med, 2006. **36**(2): p. 133-49.
34. Marcus, B.H., et al., *Efficacy of an individualized, motivationally-tailored physical activity intervention*. Ann Behav Med, 1998. **20**(3): p. 174-80.
35. Slavin, R.E. and N.L. Karweit, *Effects of Whole Class, Ability Grouped, and Individualized Instruction on Mathematics Achievement*. American Educational Research Journal, 1985. **22**(3): p. 351-367.
36. Forsvaret, *Study manual for the Air Force Academy, class 66*. 2015.
37. Forsvaret, *Army Academy study manual*. 2015.



**Figure 1:** Flowchart illustrating the number of subjects tested at the four measurement periods, including the number of subjects lost between each period. Not all available subjects were tested due to sickness, injury, travel or other reasons. Anthropometrics include weight, height, skeletal muscle mass, fat free mass, body fat and body mass index. Strength includes vertical jump, medicine ball throw, pull-ups and push-ups.

**TABLE I. BASELINE ANTHROPOMETRICS FOR MALE (N = 246) AND FEMALE (N = 28) CADETS**

Variable	Men	Women
Height (cm)	180.9 (6.1)	166.8 (5.5)
Weight (kg)	79.5 (9.1)	62.8 (8.4)
SMM (kg)	36.2 (3.2)	23.8 (2.6)
FFM (kg)	67.1 (6.5)	48.1 (5.4)
BF (%)	15.3 (3.9)	23.1 (3.1)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.3 (2.4)	22.5 (2.3)

SMM = skeletal muscle mass, FFM = fat free mass, BF = body fat, BMI = body mass index. Values are presented as mean (SD)

**TABLE II. STRENGTH PERFORMANCE IN CADETS AT BASELINE (T1) AND CHANGE COMPARED TO BASELINE AT THE END OF FIRST (T2), SECOND (T3) AND THIRD (T4) YEAR AT THE ACADEMY**

Variable		N	T1	$\Delta T2 - T1$	$\Delta T3 - T1$	$\Delta T4 - T1$
Vertical jump (cm)	Men	247	53.1 (52.4, 53.8)	2.0 (1.4, 2.6)	2.6 (1.9, 3.3)*	3.0 (2.3, 3.8)
	Women	28	41.3 (39.6, 43.1)	0.8 (-0.8, 2.4)	-0.3 (-2.1, 1.5)*	2.0 (-0.1, 4.1)
Medicine ball throw (m)	Men	247	6.06 (5.98, 6.13)	0.14 (0.08, 0.20)	0.28 (0.20, 0.35)	0.20 (0.12, 0.28)
	Women	28	4.09 (3.91, 4.27)	0.17 (0.03, 0.32)	0.13 (-0.03, 0.30)	0.38 (0.19, 0.56)
Pull-ups (reps.)	Men	246	8.9 (8.4, 9.4)	0.9 (0.5, 1.2)	1.3 (0.9, 1.7)	1.8 (1.4, 2.3)
	Women	27	15.1 (12.9, 17.3)	0.8 (-1.0, 2.6)	1.0 (-1.0, 3.0)	0.9 (-1.4, 3.2)
Push-ups (reps.)	Men	247	35.9 (34.7, 37.1)	-0.0 (-0.9, 0.8)	1.1 (0.0, 2.1)	1.3 (0.1, 2.4)
	Women	27	17.6 (15.3, 19.9)	2.3 (-0.1, 4.7)	2.3 (-0.4, 5.0)	3.0 (0.0, 6.0)

Values are presented as mean (95% CI). The analyses are adjusted for age and school.

\* Significant difference in development from the other sex

**TABLE III. CARDIORESPIRATORY ENDURANCE VARIABLES IN CADETS AT BASELINE (T1) AND CHANGE COMPARED TO BASELINE AT THE END OF FIRST (T2), SECOND (T3) AND THIRD (T4) YEAR AT THE ACADEMY**

Variable		N	T1	$\Delta T2 - T1$	$\Delta T3 - T1$	$\Delta T4 - T1$
$\dot{V}O_{2max}$ (L · min <sup>-1</sup> )	Men	238	4.47 (4.41, 4.54)	0.04 (0.00, 0.09)	-0.04 (-0.09, 0.00)	-0.11 (-0.16, -0.06)
	Women	28	3.00 (2.84, 3.17)	-0.03 (-0.12, 0.07)	-0.02 (-0.11, 0.06)	-0.01 (-0.10, 0.08)
$\dot{V}O_{2max}$ (ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	Men	238	56.6 (56.0, 57.2)	-0.5 (-1.1, 0.1)	-1.8 (-2.4, -1.2)	-2.6 (-3.2, -2.0)
	Women	28	47.8 (46.6, 49.0)	-0.1 (-2.4, 0.6)	-1.2 (-2.5, 0.1)	-2.3 (-3.7, -0.9)
Time to exhaustion (s)	Men	242	323 (318, 328)	-3 (-8, 2)	-17 (-23, -11)	-15 (-22, -8)
	Women	28	300 (286, 314)	-5 (-21, 10)	-4 (-22, 13)	-6 (-26, 13)
HR <sub>peak</sub> (bpm)	Men	243	196 (195, 197)	-2 (-3, -1)	-3 (-4, -3)	-4 (-5, -3)
	Women	26	196 (194, 198)	-1 (-3, 1)	-3 (-5, -1)	-5 (-7, -2)
[BLa <sub>peak</sub> ] (mmol · L <sup>-1</sup> )	Men	243	9.42 (9.22, 9.61)	-0.06 (-0.26, 0.14)	0.10 (-0.14, 0.34)	0.00 (-0.26, 0.26)
	Women	28	8.33 (7.88, 8.77)	-0.20 (-0.77, 0.39)	0.14 (-0.51, 0.80)	-0.37 (-1.08, 0.34)
RER <sub>peak</sub>	Men	239	1.16 (1.15, 1.17)	0.00 (-0.01, 0.01)	-0.01 (-0.02, 0.00)	0.01 (0.00, 0.02)
	Women	28	1.15 (1.13, 1.17)	-0.01 (-0.04, 0.02)	0.02 (-0.01, 0.05)	0.00 (-0.03, 0.03)

HR = Heart rate, BLa = Lactate, RER = Respiratory exchange ratio. Values are presented as mean (95% CI). The analyses are adjusted for age and school.  
 \* Significant difference in development from the other sex

**TABLE IV. PHYSICAL FITNESS VARIABLES IN ARMY-, NAVY- AND AIR FORCE CADETS AT BASELINE (T1) AND CHANGE COMPARED TO BASELINE AT THE END OF THE THIRD (T4) YEAR AT THE ACADEMY**

Variable	Army cadets (n = 113-118)		Navy cadets (n = 90-97)		Air Force cadets (n = 63-64)	
	T1	Δ T4 - T1	T1	Δ T4 - T1	T1	Δ T4 - T1
SMM (kg)	36.4 (35.8, 37.0)	-0.1 (-0.5, 0.3)	34.4 (33.8, 35.0)	-0.2 (-0.6, 0.2)	32.9 (32.2, 33.6)	0.6 (0.0, 1.2)
FFM (kg)	67.7 (66.5, 68.9)	0.5 (0.0, 1.0)	64.2 (63.0, 65.4)	0.5 (-0.1, 1.1)	61.9 (60.5, 63.3)	2.2 (1.4, 3.1)*
BF (%)	15.3 (14.7, 16.0)	0.7 (0.1, 1.3)	16.2 (15.4, 16.9)	1.0(0.3, 1.8)	17.3 (16.2, 18.4)	1.2 (0.3, 2.2)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.6 (24.2, 25.0)	0.4 (0.2, 0.6)	23.9 (23.5, 24.4)	0.6 (0.3, 0.8)	23.4 (22.9, 23.9)	1.2 (0.9, 1.5)*
Vertical jump (cm)	53.2 (52.1, 54.2)	3.1 (2.2, 4.1)	50.3 (49.1, 51.5)	3.1 (1.8, 4.3)	52.2 (50.8, 53.6)	2.1 (0.3, 3.9)
Medicine ball throw (m)	6.1 (6.0, 6.2)	0.2 (0.1, 0.3)	5.6 (5.5, 5.7)	0.3 (0.2, 0.5)	5.8 (5.6, 6.0)	0.2 (0.1, 0.4)
Pull-ups (reps.)	8.9 (8.2, 9.6)	1.9 (1.3, 2.4)	9.9 (9.0, 10.9)	2.0 (1.2, 2.8) <sup>#</sup>	10.0 (8.9, 11.2)	0.6 (-0.5, 1.7)
Push-ups (reps.)	36.1 (34.5, 37.7)	1.1 (-0.4, 2.5)	33.0 (31.0, 34.9)	1.8 (-0.3, 3.8)	31.8 (29.5, 34.2)	0.8 (-2.1, 3.7)
VO <sub>2max</sub> (L · min <sup>-1</sup> )	4.54 (4.445, 4.63)	-0.13 (-0.19, -0.07)	4.18 (4.08, 4.29)	-0.09 (-0.17, -0.01)	4.07 (3.93, 4.20)	-0.05 (-0.14, 0.05)
VO <sub>2max</sub> (ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	56.8 (56.0, 57.6)	-2.5 (-3.3, -1.7)	54.8 (53.9, 55.8)	-2.5 (-3.6, -1.4)	54.4 (53.3, 55.5)	-3.2 (-4.4, -1.9)

SMM = skeletal muscle mass, FFM = fat free mass, BF = body fat, BMI = body mass index. Values are presented as mean (95% CI). The analyses are adjusted for age and sex.

\* Significant difference in development from the other two cadet groups

<sup>#</sup> Significant difference in development from Air Force cadets



