



Er det forskjell i fysisk respons og restitusjon mellom kvinner og menn etter krevende militære feltøvelser?

Hilde K. Teien
Rita Tansø
Kristine Gulliksrud
Svein Martini
Thomas A. Valnes¹
Marius Raustøl²
Anders Aandstad³
Olav Vikmoen⁴

¹Hærstaben (HST) / Hærens Våpenskole (HVS)

²Norges idrettshøgskole (NIH), Institutt for idrettsmedisin

³Forsvarets Høgskole (FHS)

⁴Norges idrettshøgskole (NIH), Institutt for fysisk prestasjonsevne

Er det forskjell i fysisk respons og restitusjon mellom kvinner og menn etter krevende militære feltøvelser?

Hilde K. Teien
Rita Tansø
Kristine Gulliksrud
Svein Martini
Thomas A. Valnes¹
Marius Raustøl²
Anders Aandstad³
Olav Vikmoen⁴

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)

¹Hærestaben (HST) / Hærens Våpenskole (HVS)

²Norges idrettshøgskole (NIH), Institutt for idrettsmedisin

³Forsvarets Høgskole (FHS)

⁴Norges idrettshøgskole (NIH), Institutt for fysisk prestasjonsevne

18. juni 2020

Emneord

Fysisk stress
Fysiologisk virkning
Soldater
Militære øvelser
Allmenn verneplikt
Fysisk prestasjonsevne

FFI-rapport

20/01738

Prosjektnummer

1549

Elektronisk ISBN

978-82-464-3267-0

Engelsk tittel

Is there differences in physical response and recovery between women and men after demanding military field exercises?

Godkjenner

Øyvind Voie, *forskningsleder*
Janet M. Blatny, *forskningsdirektør*

Dokumentet er elektronisk godkjent og har derfor ikke håndskreven signatur.

Opphavsrett

© Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Publikasjonen kan siteres fritt med kildehenvisning.

Sammen drag

Krevende militære feltøvelser kjennetegnes av et høyt fysisk aktivitetsnivå, ofte kombinert med utilstrekkelig matinntak og søvn. Tidligere forskning har vist at slike øvelser fører til tap av både kroppsvekt, kroppsfett og muskelmasse, og dessuten endringer i blodmarkører og en stor nedgang i fysisk prestasjonsevne. Nesten all tidligere forskning er utført på menn, og med kjønnsnøytral førstegangstjeneste i Forsvaret er det behov for mer kunnskap om hvordan kvinner reagerer på slike øvelser. I tillegg vet vi i dag lite om hvordan restitusjonen hos begge kjønn er etter slike øvelser. Denne rapporten tar for seg resultatene fra to feltstudier utført under en moderat- og en svært krevende militær feltøvelse. Hensikten var å se på menn og kvinners akutte respons og restitusjon. For å svare på problemstillingen ble kroppssammensetning, blodmarkører og fysisk prestasjonsevne målt hos deltakerne før og i tiden etter feltøvelsene.

Den moderat krevende feltøvelsen førte til en nedgang i kroppsvekt og kroppsfett hos begge kjønn. Det var ingen endringer i muskelmassen. Kroppsvekten var gjenopprettet i løpet av 72 timer for kvinnene, men ikke helt gjenopprettet hos mennene. Begge kjønn hadde redusert kroppsfett etter 72 timers restitusjon. Det var ingen kjønnsforskjeller i disse endringene. Det var små eller ingen endringer i blodmarkører.

Den svært krevende feltøvelsen gav en nedgang i kroppsvekt og kroppsfett for begge kjønn, mens bare menn tapte muskelmasse. Nedgangen i kroppsvekt og muskelmasse var større hos menn enn kvinner. Alle endringer i kroppssammensetning var restituert innen en uke. Det var kraftig endring i blodmarkører med blant annet reduksjon i anabole hormoner som veksthormon, og en økning i stresshormon og muskelskadeprotein. De fleste blodmarkører var restituert etter en uke, men stresshormonet kortisol var fremdeles forhøyet etter to uker hos kvinner.

Den eneste endringen i fysisk prestasjonsevne under den moderat krevende feltøvelsen var en nedgang i eksplosiv styrke i underkroppen hos menn, som fortsatt var redusert etter 72 timer restitusjon. Det var ingen kjønnsforskjeller i endring i prestasjonsevne under denne øvelsen.

Under den svært krevende feltøvelsen var den eksplosive styrken i både underkroppen og overkroppen og evnen til å utføre kortvarig intenst arbeid (anaerob kapasitet) redusert hos begge kjønn. Styrken i overkroppen og anaerob kapasitet var restituert innen to uker, mens styrken i underkroppen fortsatt var redusert. Den reduserte prestasjonsevnen etter to uker var større hos menn enn kvinner.

En svært krevende feltøvelse førte til endringer i kroppssammensetning, blodmarkører og fysisk prestasjonsevne hos begge kjønn. Responsene var for det meste like mellom kjønnene, men mennene tapte mer muskelmasse og restituerte eksplosiv styrke i beina tregere enn kvinner. En moderat krevende øvelse førte til en liten endring i kroppssammensetning og blodmarkører og kun små endringer i prestasjon, og det var ingen kjønnsforskjeller. Dette viser at de negative fysiologiske endringene i kroppen etter feltøvelser kan reduseres betydelig med nok hvile og mat.

Summary

Demanding military field exercises are characterized by very high activity levels often, combined with insufficient food intake and sleep. Previous research has shown that such exercises lead to loss of both body mass, body fat and muscle mass, as well as changes in blood biomarkers and detrimental decline in physical performance. Previous research includes almost only men, and with gender-neutral conscription in the Armed Forces, more knowledge is needed on how women respond on such exercises. In addition, there is little knowledge about how both sexes recover after such exercises. This report includes the results from two different field studies conducted during a moderately and an extremely demanding military field exercise. The purpose was to investigate the acute response and restitution in men and women. To answer the objectives, body composition, blood biomarkers and physical performance were measured before and in the period after the field exercises.

The moderately demanding field exercise lead to a decline in body mass and body fat in both sexes. There were no changes in muscle mass. The women had recovered their body mass after 72 hours, but not the men. Both sexes had reductions in body fat after 72 hours restitution, with no sex differences. There were small or no changes in blood biomarkers.

The extremely demanding field exercise lead to a decline in body mass and body fat in both sexes, but only the men lost muscle mass. The decline in body and muscle mass was greater in men than in women. All changes in body mass were recovered after one week. There were major changes in blood biomarkers, among others a reduction in anabolic hormones such as growth hormone, and an increase in stress hormone and in muscle damage protein. After one week, most of the blood biomarkers were recovered except the stress hormone cortisol, which stayed elevated in women after two weeks.

In the moderately demanding field exercise, the only change in the physical performance was a decline in the lower-body explosive strength in men, which was still reduced after 72 hours recovery. There were no sex differences in physical performance during this exercise.

During the extremely demanding field exercise, the explosive strength in lower and upper body, as well as the ability to perform intense short-term activity (anaerobe capacity) were reduced in both sexes. The upper-body strength and the anaerobe capacity were recovered after two weeks, but the lower-body strength was still reduced. Men had a larger reduction in performance than women.

An extremely demanding field exercise led to changes in body composition, blood biomarkers and physical performance in both sexes. The responses were mostly equal between the sexes, but the men lost more muscle mass and recovered the explosive lower-body strength slower than women. A moderately demanding exercise led to small changes in body composition and blood biomarkers and only minor changes in performance, and there were no sex differences. This shows that the negative physiological changes in the body after field exercises can be significantly reduced with enough rest and food.

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Summary | 4 |
| Innhold | 5 |
| Forord | 7 |
| 1 Innledning | 8 |
| 1.1 Problemstillinger | 9 |
| 2 Bakgrunn | 10 |
| 2.1 Relevante fysiologiske kjønnsforskjeller | 10 |
| 2.2 Effekter av krevende feltøvelser | 11 |
| 2.3 Restitusjon etter krevende øvelser | 12 |
| 3 Metode | 13 |
| 3.1 Ethiske forhold | 13 |
| 3.2 Overordnet oversikt over studiene | 13 |
| 3.3 Metoder Studie I | 13 |
| 3.3.1 Deltakere og eksperimentelt design | 13 |
| 3.3.2 Feltøvelsen | 14 |
| 3.3.3 Kroppssammensetning | 16 |
| 3.3.4 Blodprøver | 17 |
| 3.3.5 Fysiske tester | 18 |
| 3.4 Metoder Studie II | 21 |
| 3.4.1 Deltakere og eksperimentelt design | 21 |
| 3.4.2 Feltøvelsen | 22 |
| 3.4.3 Kroppssammensetning | 23 |
| 3.4.4 Blodprøver | 23 |
| 3.4.5 Fysiske tester | 23 |
| 3.5 Statistiske analyser | 24 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Resultater og diskusjon | 26 |
| 4.1 | Feltøvelsen – type øvelse, matinntak, energiforbruk og energiomsetning | 26 |
| 4.1.1 | Studie I | 26 |
| 4.1.2 | Studie II | 26 |
| 4.1.3 | Diskusjon | 26 |
| 4.2 | Kjønnforskjeller i kroppssammensetning og fysisk prestasjonsevne før feltøvelsene | 27 |
| 4.2.1 | Kroppssammensetning | 27 |
| 4.2.2 | Fysisk prestasjonsevne | 28 |
| 4.3 | Endring av kroppssammensetning underveis i øvelsene og i restitusjonen | 30 |
| 4.3.1 | Studie I | 30 |
| 4.3.2 | Studie II | 32 |
| 4.3.3 | Diskusjon | 34 |
| 4.4 | Endring av prestasjon underveis i øvelsene og i restitusjonen | 36 |
| 4.4.1 | Studie I | 36 |
| 4.4.2 | Studie II | 37 |
| 4.4.3 | Diskusjon | 38 |
| 4.5 | Endring av blodparametere | 41 |
| 4.5.1 | Studie I | 41 |
| 4.5.2 | Studie II | 41 |
| 4.5.3 | Diskusjon | 42 |
| 5 | Konklusjon – praktiske konsekvenser og anbefalinger | 44 |
| 6 | Planlagt forskning og utvikling | 46 |
| | Vedlegg | 47 |
| | Referanser | 72 |
| | Definisjoner | 77 |
| | Forkortelser | 80 |

Forord

Denne rapporten er en del av arbeidet tilknyttet det tidligere FFI-prosjektet 1418 «Allmenn verneplikt – evaluering av regimer for seleksjon, belastninger og restitusjon», avdeling Totalforsvar. En av delaktivitetene hadde fokus på å undersøke effekten av krevende feltøvelser på både menn og kvinner og om det finnes kjønnsforskjeller i responsen til slike øvelser. I tillegg ble det undersøkt hvor lang tid det tar å gjenopprette normale nivåer etter slike øvelser. Resultater fra to ulike militære feltøvelser er beskrevet og diskutert i denne rapporten. Disse er tidligere beskrevet separat og detaljert i to masteroppgaver [1, 2] og en fagfellevurdert artikkel [3].

Tidligere FFI-ansatt og post-doktor Olav Vikmoen startet å skrive rapporten under FFI-prosjektet 1418. Rapporten er slutført som en del av arbeidet under FFI-prosjektet 1549 «Menneskelig yteevne i kaldværsoperasjoner». Takk til medforfattere for deres bidrag. Takk til Adrienne Hatch, Nicholes Armstrong, Marques Wilson, Cassandra Rousayne ved US Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM) Military Nutrition Division for deres bidrag med datainnsamling og Ingjerd Thrane ved FFI for blodprøvetaking og prosessering under Studie I. Takk til Magnhild Skare ved Forsvarets Høgskole (FHS), Heidi Ramsdal-Ekle ved Norges Idrettshøgskole (NIH) og Nina Ronnes ved FFI avdeling Forsvarssystemer for hjelp med datainnsamling og Siri Enger, Tone Aarskog ved FFI for hjelp med blodprøvetaking og prosessering under studie II. En stor takk til professor Truls Raastad ved NIH for faglige innspill under begge studiene. Takk til ansatte ved Skjold- og Rena leir for all hjelp og støtte til å gjennomføre studiene. Til slutt en stor takk til alle forsøksdeltagerne som takket ja til å delta i studiene i en svært travel hverdag.

Kjeller, 18. juni 2020

Hilde Kristin Teien

1 Innledning

I mange av Forsvarets avdelinger brukes krevende militære feltøvelser bestående av høyt aktivitetsnivå, ofte kombinert med lite mat og søvn, som en viktig del av treningen [4-8]. Tidligere nasjonal og internasjonal forskning viser at slike øvelser kan ha stor påvirkning på kroppens fysiologi og prestasjonsevne hos mannlige soldater [4-6, 9-16]. I tillegg til dette vil slike øvelser utført i kaldt vær være ekstra krevende, både med tanke på den ekstra belastningen kulden gir, men også økt risiko for kulderelaterte skader ved stort energiunderskudd. Det mangler kunnskap om kvinners respons på krevende militære feltøvelser og hvorvidt det finnes kjønnsforskjeller i responsen ved slike øvelser. Etter en økende andel kvinner i Forsvaret (ca. 19 % [17]) er kunnskap om hvordan slike øvelser påvirker prestasjonsevne og fysiologiske systemer hos kvinner sentralt for en suksessfull integrering av flere kvinner, og for å sikre at de ivaretas på en helsemessig forsvarlig måte.

Det mangler videre kunnskap om restitusjonen etter krevende militære øvelser både hos menn og kvinner. Økt kunnskap om disse faktorene er viktig med tanke på å optimalisere fremtidige trenings- og ernæringsregimer og restitusjonstiltak for soldater av begge kjønn. Dette for å sikre hurtig gjenvinning av fysisk og mental yteevne, unngå vedvarende nedbrytnings- og betennelsesreaksjoner i muskulatur, samt redusere infeksjonsrisiko. Slike tiltak vil være spesielt viktige for profesjonelle soldater, siden de raskt må gjenvinne prestasjonsevnen for å takle gjentatte krevende militære oppdrag. I tillegg vil det være viktig for optimal langtidsutvikling av soldaters prestasjonsevne å sikre soldater og militært personells helse gjennom førstegangstjeneste og videre militærtjeneste.

Selv om mange studier viser store endringer i kroppssammensetning og nedgang i prestasjon etter militære feltøvelser, er det andre studier som ikke viser dette [14]. Dette skyldes sannsynligvis at øvelsene ikke er like krevende, har et lavere aktivitetsnivå, mer tilgang på mat og søvn, eller en kombinasjon av alle disse faktorene. Det gjennomføres flere ulike øvelser i forsvarsgrenene. Ulikt innhold på feltøvelsene gir sannsynligvis en veldig ulik restitusjonsprosess i etterkant. Derfor er det interessant å se på forskjellen i responsen mellom de mest fysisk krevende øvelsene i forhold til de mindre fysisk krevende øvelsene, som baserer seg mer på militær taktisk trening enn fysisk trening. Kunnskap om hvordan ulike øvelser påvirker soldatene og restitusjonen i etterkant vil være viktig informasjon i forbindelse med planlegging av øvelsenes innhold og utforming. I tillegg, gi informasjon om hvordan Forsvaret optimalt kan benytte seg av ulike typer øvelser gjennom treningsåret for soldatene.

Denne rapporten tar for seg resultatene fra to studier utført ved to ulike militære feltøvelser for førstegangstjenestegjørende, henholdsvis Krigsskolens (KS) føringsøvelse¹ ved anvendelse av

¹ Krigsskolens føringsøvelse er en øvelse hvor kadetter fra Krigsskolen overtar kommando over 2. Bn og bekler i alle befals- og offisersfunksjoner fra lagfører til bataljonssjef under en infanterifeltøvelse. Det skarpe befalet og offiserer i 2. Bn inngår som veiledere for kadettene.

2. bataljon (Bn) i Skjold leir, og opptaksøvelsen til jeger²- og fallskjermjegertroppen³ ved Forsvarets spesialkommando (FSK) på Rena.

Et viktig formål med denne rapporten er å sammenligne effekten av to feltøvelser med ulikt nivå av multifaktorielt stress, og om det er noen kjønnsforskjeller i fysiske responser og restitusjon.

1.1 Problemstillinger

Studiene hadde følgende problemstillinger:

- Er det kjønnsforskjeller i de negative fysiologiske og prestasjonsmessige effektene av krevende militære feltøvelser?
- Hvordan restituerer kroppen de første ukene etter krevende militære feltøvelser, og er det kjønnsforskjeller i restitusjonsprosessen?
- Er det forskjell i responsen og restitusjonen for ulike typer feltøvelser, og er kjønnsforskjellene større eller mindre avhengig av type øvelse?

² Jegertroppen er en ren kvinnelig jegertropp ved FSK.

³ Fallskjermjegertroppen er en ren mannlig fallskjermjegertropp ved FSK.

2 Bakgrunn

2.1 Relevante fysiologiske kjønnsforskjeller

Det finnes flere fysiologiske kjønnsforskjeller som kan påvirke fysisk prestasjonsevne og evnen til å lykkes i militære oppdrag. De fleste forskjellene gir menn en fysisk fordel, mens noen kan tenkes å favorisere kvinner. Menn i 20-årene er i snitt høyere og tyngre enn jevnaldrende kvinner [18, 19]. De har i tillegg mer muskelmasse i både overkroppen og beina [18-20]. Kvinner legger på seg mer fett under puberteten og har mer kroppsfett sammenlignet med menn [19, 21].

Disse forskjellene i kroppssammensetning er med på å bidra til forskjellene mellom kjønnene i fysisk prestasjonsevne og er grunnen til at menn i snitt er 40–55 % sterkere enn kvinner [19, 21]. Menn kan utvikle større muskulær effekt og ca. 50 % høyere maksimal anaerob effekt enn kvinner [21]. Data fra de fysiske testene på sesjon viser at menn er opptil 70 % sterkere i overkroppen og opptil 45 % sterkere i beina [22]. Data for førstegangstjenestegjørende i FSK viser at tilsvarende tall for disse var 35 % og 23 % [3]. Dette kan tyde på at forskjellene mellom godt trente kvinner og menn er mindre enn forskjellene i befolkningen generelt og at forskjellene mellom kvinner og menn kan variere i ulike avdelinger i Forsvaret. Det er likevel lite tilgjengelig data på kjønnsforskjeller i fysisk form i ulike spisse avdelinger i Forsvaret. Forskjellene mellom kjønnene reduseres når de relateres til kroppsvekt og muskelmasse, men de blir ikke borte [19].

Flere studier på egen maksimal styrke viser at kvinner er mer motstandsdyktige mot utvikling av muskulær tretthet enn menn [19, 21, 23, 24]. Årsaken til dette er ikke klarlagt fullt ut, og det er sannsynligvis relatert til at mindre muskelmasse og muskelkraft fører til mindre avklemming av blodtilførselen til muskulaturen, og et lavere energiforbruk, som forlenger tid til utmattelse. Det relateres også til kvinners høyere evne til fettforbrenning og en høyere andel type 1-fibrer (aerobe fibrer) [19, 21, 25]. Når kvinner og menn jobber på samme absolutte motstand er menn mer utholdende enn kvinner [19, 21].

Kvinner har ca. 15–30 % lavere relativt maksimalt oksygenopptak (VO_2 -maks) enn menn. Dette skyldes faktorer som mindre hjertevolum [21], lavere blodvolum og hemoglobinmasse [26] og lavere hemoglobinkonsentrasjon. Hjertets minuttvolum og blodets oksygeninnhold er derfor lavere hos kvinner. Lavere VO_2 -maks er en av grunnene til at kvinner presterer dårligere enn menn i typiske kondisjonsidretter. Det finnes likevel en overlapp, og godt trente kvinner presterer bedre enn moderat trente menn [19].

Relativt forbruk av næringsstoffer (energisubstrater) under fysisk arbeid som ligger litt under maksimalt arbeid (submaksimalt arbeid) er forskjellig mellom menn og kvinner [27, 28]. Kvinner forbruker relativt sett mer fett og mindre karbohydrat enn menn under submaksimale utholdenhetsaktiviteter [23, 28]. Kvinner ser også ut til å forbruke mindre aminosyrer enn menn under aktivitet [28]. Under restitusjonen kan dette se ut til å være motsatt, og kvinner har blitt rapportert å forbruke relativt sett mer karbohydrat enn menn [27].

Kvinneres større evne til fettforbrenning kan ha glykogensparende effekt, og sammen med deres lavere fysiske trettbarhet kan dette tenkes å gi kvinner en fordel under langvarige submaksimale aktiviteter som lange marsjer [19]. Basert på dette har flere studier undersøkt om kjønnsforskjellene i prestasjon blir mindre ved økende konkurransevarighet. Studiene gir litt forskjellige resultater hvor noen viser at forskjellene mellom kjønnene reduseres med økende varighet på distansene [24, 29], mens andre ikke finner dette [30, 31].

2.2 Effekter av krevende feltøvelser

Tidligere studier viser at mannlige soldater som deltar i fysisk krevende øvelser med 5–8 dagers varighet har et energibehov på opptil 7000 kcal pr døgn [4, 5, 11, 16]. I forbindelse med slike øvelser er det målt et gjennomsnittlig tap av kroppsvekt på 3–10 %, tap av kroppsfett på 7–28 % og tap av muskelmasse på 2–6 % [4, 6, 9, 13, 16]. I tillegg til endringer i kroppsvekt har krevende feltøvelser vist seg å redusere den fysiske prestasjonsevnen. Dette inkluderer blant annet redusert aerob kapasitet [11], redusert anaerob kapasitet [11, 12], redusert maksimal- og eksplosiv muskelstyrke [5, 6, 9, 13-15] og redusert prestasjonsevne i fysiske militære oppgaver [9]. I tillegg er det observert økt nedbrytning av kroppsprotein, betennelsesreaksjoner i muskulatur, muskelcelleskade, samt hormonelle, biokjemiske og immunologiske forandringer i blod [5, 7, 13, 14, 32, 33].

Sammenhengen mellom endringene som oppstår er kompleks og de nøyaktige mekanismene bak endret kroppssammensetning og redusert prestasjonsevne er uklar. Likevel har noen av de hormonelle endringene, spesielt økningen i kortisol, funnet å korrelere med tap av kroppsvekt [34], tap av muskelmasse [13] og overbelastning [35].

Den store reduksjonen i muskelmasse kan være relatert til nedgang i anabolske (oppbyggende) hormoner og økning i katabolske (nedbrytende) hormoner, siden tidligere studier rapporterer om en stor nedgang i testosteron og insulinlignende vekstfaktor-1 (IGF-1), og en økning i kortisol, etter feltøvelser [6, 13, 16]. Det har også blitt spekulert i om den reduserte fysiske prestasjonsevnen kan assosieres med muskelskade [16] siden studier også rapporterer om stor økning i muskelskade markøren kreatinkinase (Creatine kinase (CK)) etter krevende feltøvelser [5, 16]. Økning i CK er også vanlig under rekruttutdanning [36].

Tidligere studier som har sett på effekter av fysisk krevende militære feltøvelser har nesten utelukkende vært utført med mannlige soldater, og kunnskapen om hvordan slike øvelser påvirker kvinnelige soldater er lite kjent. Hoyt et al. [4] sammenliknet seks kvinner og ti menn i forbindelse med Krigsskolens syv dager lange stridskurs for kadetter. På tross av at det ikke ble rapportert om noen forskjeller i prosentvis nedgang i kroppsvekt, var en større andel av tapet av kroppsvekt fettfri masse hos menn enn hos kvinner (henholdsvis 53 og 41 %). I tillegg tapte menn mer fettfri masse i absolutte verdier enn kvinner. Studien viste også at kvinnene hadde større fettforbrenning per kg fettfri masse og at fettforbrenning stod for en større andel av den totale energiometningen enn hos menn. Dette kan være en forklaring på at kvinner tapte mindre fettfri masse [4]. Årsaken kan også være at kvinnene gjennomførte en større andel fysisk arbeid på en lavere intensitet enn menn, der fettoksidering er en større energibidragster [37].

En høyere fettforbrenning ved submaksimale belastninger hos kvinner støttes av idrettsmedisinske studier [38, 39], og antas å henge sammen med østrogenproduksjon [40]. Det kan derfor tenkes at kvinner kan ha en bedre evne til å begrense tapet av fettfri masse under krevende militære feltøvelser enn menn. På bakgrunn av dette kan det tenkes at kvinner har mindre reduksjon i prestasjonsevnen, siden total muskelmasse er en viktig faktor både for maksimal- og eksplosiv styrke [41, 42] og anaerob kapasitet [43]. Dessverre ble ikke endringer i prestasjon målt i studien til Hoyt et al. [4].

2.3 Restitusjon etter krevende øvelser

På tross av at effektene av krevende militære feltøvelser på fysisk prestasjonsevne og fysiologiske endringer er godt kartlagt hos menn, er restitusjonen av disse etter slike situasjoner lite undersøkt. Kunnskap om restitusjonsprosessen er viktig både med tanke på optimalisering av trening, kosthold, planlegging av nye øvelser, militære operasjoner og eventuelle restitusjonstiltak.

En studie gjennomført under Krigsskolens stridskurs viste at alle målte hormoner hadde returnert til normalen innen 23 dager etter øvelsen, med unntak av skjoldbruskkjertelhormonet trijodotyranin (T3). T3 var forhøyet hos kadettene med størst belastning under stridskurset [44]. En amerikansk studie fant at både fysisk prestasjonsevne og anabole hormoner var tilbake til normalen fem uker etter en 62 dagers krevende feltøvelse [6]. Det samme gjaldt fettfri masse, mens fettmasse og kroppsvekt hadde steget betydelig i forhold til før øvelsen. Restitusjonen i disse studiene ble kun målt med én test og den ble gjennomført forholdsvis lenge etter øvelsene var avsluttet. Disse studiene gir dermed ingen informasjon om restitusjonsforløpet de første dagene etter krevende militære øvelser.

En nylig studie gjennomført under opptaksuken til marinejegerkommandoen (MJK) fulgte restitusjonsprosessen i timene og dagene etter øvelsen i mer detalj [16]. Her ble det rapportert en betydelig forsinkelse i restitusjonen av den fysiske prestasjonsevnen sammenlignet med endringene i kroppssammensetning og målte hormoner. Denne øvelsen er likevel betydelig hardere enn de fleste feltøvelser i Forsvaret og studien inkluderte kun menn. Forskjeller i stoffskifte, både under og etter aktivitet, kan føre til at optimale kostholdstrategier for raskest mulig restitusjon kan være delvis forskjellig mellom menn og kvinner. Selv om hurtig inntak av karbohydrater og protein etter fysisk aktivitet er like viktig for både kvinner og menn i restitusjonsfasen er det pekt på at å opprettholde et stabilt fettinntak over tid (30 %) er spesielt viktig for kvinnelige idrettsutøvere og spesielt innen utholdenhetsidretter [27]. Dette for å bygge opp igjen fettlagrene inne i musklene (intramuskulære fettlagrene), som blir forbrukt i større grad under aktivitet hos kvinner enn menn. Videre er det vist at kvinnelige utøvere etter treningsøkter kommer hyppigere i negativ nitrogenbalanse (det vil si at inntaket av proteiner er mindre enn forbruket, slik at vevsprotein brytes ned), har dårligere evne til å kvitte seg med overskuddsvarme og har et raskere fall i arterielt blodtrykk (blodtrykket i arteriene) [27]. Det kan derfor tenkes at restitusjonsforløpet er forskjellig mellom menn og kvinner og at optimale restitusjonstiltak er forskjellig.

3 Metode

Alle metodene er tidligere detaljert beskrevet i to masteroppgaver [1, 2] og en fagfellovurdert artikkel [3]. Vi har likevel valgt å beskrive metodene i denne rapporten.

3.1 Ethiske forhold

Prosjektene ble søkt og godkjent av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, Sør-Øst-Norge (REK sør-øst) (Vedlegg C). Innsamling av prøver og data og håndtering av prøvemateriale ble utført i henhold til standard prosedyrer for å sikre pålitelige og valide resultater. Data ble behandlet anonymisert. Deltakelse i begge studiene var frivillig og samtykke ble innsamlet for alle deltakerne i studiene (Vedlegg A). Studien ble utført etter retningslinjene i Helsinki-deklarasjonen.

3.2 Overordnet oversikt over studiene

For å svare på problemstillingene ble det gjennomført to ulike feltstudier i 2017. Den første studien ble gjennomført i forbindelse med feltøvelsen «KS føringsøvelse» ved 2. bataljon i Skjold leir i april–mai 2017, der deltakerne ble testet før og i tre døgn etter øvelsen, videre kalt Studie I. Den andre studien ble gjennomført i forbindelse med opptaksøvelsen til de to vernepliktige troppene ved Forsvarets Spesialkommando (FSK) i Rena leir i juli–august 2017. Her ble de som søkte opptak til FSK testet før og i to uker etter den veldig krevende opptaksuka. Denne studien blir videre kalt Studie II.

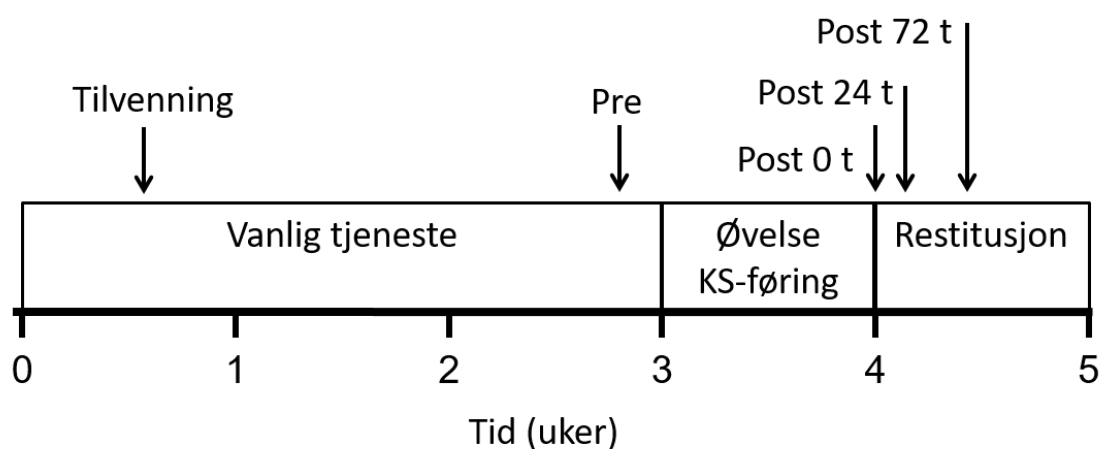
3.3 Metoder Studie I

3.3.1 Deltakere og eksperimentelt design

Deltakerne ble rekruttert fra alle førstegangstjenestegjørende i 2. bataljon noen uker i forkant av forskningsprosjektet, og de ble gitt grundig informasjon om prosjektet av forsøksteamet (Figur B.1 og Figur B.2). Totalt 14 kvinner og 19 menn meldte seg frivillig til å være med i studien og gjennomførte pre-tester 2–3 dager før (pre). Etter øvelsen var 13 kvinner og 18 menn fortsatt med. Disse gjennomførte alle testene rett i etterkant (post 0 timer) og 24 timer etter (post 24 timer) etter den militære feltøvelsen, mens 10 kvinner og 16 menn gjennomførte tester 72 timer etter at øvelsen ble avsluttet (post 72 timer).

Kroppssammensetning, blodmarkører og fysiske tester (eksplosiv styrke i beina, anaerob prestasjon og kondisjon) ble testet på deltakerne pre, post 0 t, post 24 t og post 72 t. Øvelsen varte i ca. fem døgn og underveis i øvelsen ble det målt energiomsetning med akselerometer på dominant håndledd (Phillips ActiCal, Amsterdam, Nederland) og registrert matinntak. Studiens design kan ses i Figur 3.1.

Alle testdagene, utenom post 0 t, startet med oppmøte fastende tidlig på morgenen i tidsrommet kl. 06.00–08.00, hvor det ble gjennomført blodprøvetaking og måling av kroppssammensetning. Deretter spiste deltakerne frokost før gjennomføring av de fysiske testene. De fysiske testene ble gjennomført i rekkefølgen svikthoppstest, evakueringstest (EVAK-test) og kondisjonstest (bip-test). For tidspunktet rett etter den militære øvelsen (post 0 t) ble målingene av kroppssammensetning og blodprøver gjort rett etter at øvelsen ble avsluttet og de fysiske testene 2–4 timer etter. Deltakerne ble instruert til å ikke innta mat nært opptil blodprøvetakingen og måling av kroppssammensetning denne dagen, men å spise i perioden før de fysiske testene. Se delkapittel 3.3.5 side 18 for beskrivelse av testene.



Figur 3.1 Figuren illustrerer designet i Studie I – den moderat fysisk krevende øvelsen. Studien ble gjennomført i forbindelse med øvelsen «KS føringsøvelse» ved 2. bataljon ved Skjold leir i april–mai 2017.

3.3.2 Feltøvelsen



Figur 3.2 Bilder fra ulike militæraktiviteter under den moderat krevende feltøvelsen.

Feltøvelsen varte i underkant av fem døgn og ble gjennomført i april måned. Øvelsen ble gjennomført i vinterklima og bestod av tradisjonelle infanterioperasjoner til fots og med bruk av lette terrenggående beltekjøretøy [1].

Type fremkomstmiddel og soldatutrustning var avhengig av soldatfunksjon, hvilket kompani den enkelte tilhørte og fase i øvelsen. Noen bilder fra øvelsen er vist i Figur 3.2.

3.3.2.1 *Matinntak*

Deltagerne fikk utdelt valgfri mengde stridsrasjoner av typen Arktisk 1300 kcal standard (Drytech A/S, Tromsø, Norge) i forkant av øvelsen og ved én etterforsyning under øvelsen (Figur 3.3). Soldatene skrev ned hvor mye de tok med seg. De spiste så mye de ønsket av stridsrasjonene og etter øvelsen leverte de inn mat som ikke var spist til registrering. De ble instruert til å ikke medbringe noe mat selv, og heller ikke bytte mat med andre. Hvis de til formodning kom til å spise mat som ikke var en del av utleverte stridsrasjoner, ble de instruert til å skrive ned innholdet. Samlet matinntak (energiinntak) under øvelsen ble beregnet for hver deltaker ved at man summerte energiinnholdet i utlevert mat, og trakk fra energiinnholdet i maten som ble levert inn. Energiinnhold fra annen mat ble hentet fra matvaretabellen [45]. For å beregne gjennomsnittlig energiinntak per døgn ble totalt energiinntak delt på 4,5 døgn.



Figur 3.3 *Det ble utdelt valgfri mengde med feltrasjoner (FR) under Studie I – den moderat krevende feltøvelsen.*

3.3.2.2 *Energiforbruk og energiomsetning*

Energiforbruket under hele øvelsen ble beregnet ved hjelp av akselerometre (Phillips ActiCal, Amsterdam, Nederland) som deltakerne bar på ikke-dominant håndledd (Figur 3.4). Algoritmen for utregning av aktivitetsenergiomsetning er ikke tilgjengelig fra produsenten. I programmet ble kroppsvekt satt til veid kroppsvekt pluss en tredjedel av vekten til veid ekstern stridsutrustning. Dette for å ta høyde for at deltakerne ikke bar på det tunge utstyret til enhver tid. Vekten av stridsutrustningen ble gjennomført før øvelsen med to gulv-vekter for et lite utvalg menn og kvinner (på henholdsvis Mettler Toledo, ChangZhou og Mettler Toledo Spider 2, Grefensee, Kina). Etter øvelsen ble total energiomsetning beregnet for hvert døgn ved å legge til hvilestoffskiftet (basalenergiomsetning) som ble beregnet etter formelen Basal Metabolic Rate

(BMR) = 21.6 x Lean Body Mass (LBM) (kg) + 370 [46]. Gjennomsnittlig energiomsetning per døgn ble beregnet ved å benytte gjennomsnittet fra døgn 2 til 4 i øvelsen.



Figur 3.4 Bildene viser akselerometret Actical som ble benyttet til å registrere aktivitetsnivået under Studie I – den moderat krevende feltøvelsen: A) Actical sensoren og B) en deltager med Actical-sensoren på ikke-dominant hånd.

3.3.3 Kroppssammensetning

Kroppsvekt, muskelmasse og fettmasse ble målt med bioelektrisk motstandanalyse (InBody 720, Biospace Co., Ltd, USA) (Figur 3.5). Målingene ble gjennomført etter instruksen fra produsenten, hvorav deltakerne stod helt i ro i undertøy uten sokker og sko på elektrodene og holdt i elektrodehåndtakene. Deltakerne hadde fått beskjed om å ikke være aktive eller spise og drikke fra de stod opp til målingen, og gå på toalettet rett før målingen. De stod oppreist de siste fem minuttene før målingen ble gjennomført.

InBody 720 underestimerer fettandelen med ca. 2 % [47, 48].



Figur 3.5 Bildene illustrerer måling av kroppssammensetning med bioelektrisk motstandsanalyse (Inbody 720).

3.3.4 Blodprøver

Blodprøver ble tatt om morgenen i samme tidsrom som måling av kroppssammensetning. Fullblod ble blandet og sto i romtemperatur i 30 minutter før det ble sentrifugert ved 1300 g i 10 minutter. Serum ble pipettert av og frosset ned for så å bli lagret ved $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ til det ble analysert. Det ble analysert for kortisol (analytisk variasjonskoeffisient: 6.8 %), testosteron (6.7 %) og CK (3.9 %) ved Fürst medisinske laboratorium (Oslo, Norge) og IGF-1 (6.0 %) ved Hormonlaboratoriet (Oslo, Norge).



Figur 3.6 Blodprøvetaking fra en armvene. Blodprøvetakingen ble gjennomført fastende i tidsrommet kl. 06.00–08.00.

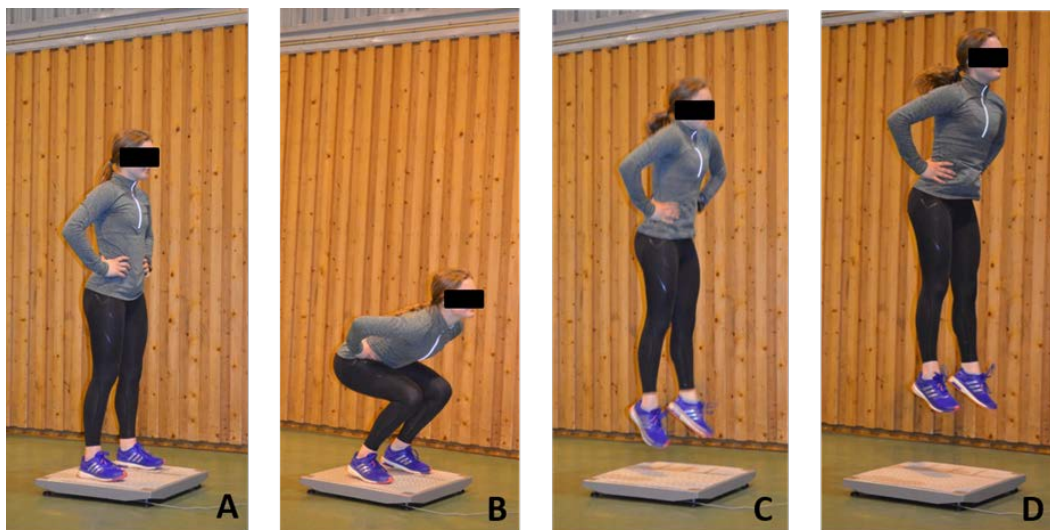
3.3.5 Fysiske tester

De fysiske testene ble gjennomført i en innendørs idrettshall. Eksplosiv styrke i beina ble målt med svikthopp, anaerob prestasjon ved en evakueringstest (EVAK-test) [49], og kondisjon ved bip-test [50]. Opplæring og tilpasning til alle testene ble gjennomført for deltagerne noen uker i forkant av pretesten. Under tilpasningen ble testene forklart og instruert, og alle deltakerne fikk testet disse ut i praksis uten registrering av resultatene.

Oppvarmingen besto av fem minutter rolig løping, etterfulgt av fem minutter med en gradvis økning i intensiteten og til sist tre til fem stigningsdrag. Deltakerne gjorde først svikthoppstesten etterfulgt av EVAK-testen. Bip-testen ble gjennomført etter EVAK-testen i grupper på 8–10 deltakere med egen oppvarming i forkant, på samme vis som før svikthoppstesten. Alle hadde minst 30 minutters pause fra avsluttet EVAK-test til bip-testen.

3.3.5.1 Svikthoppstest

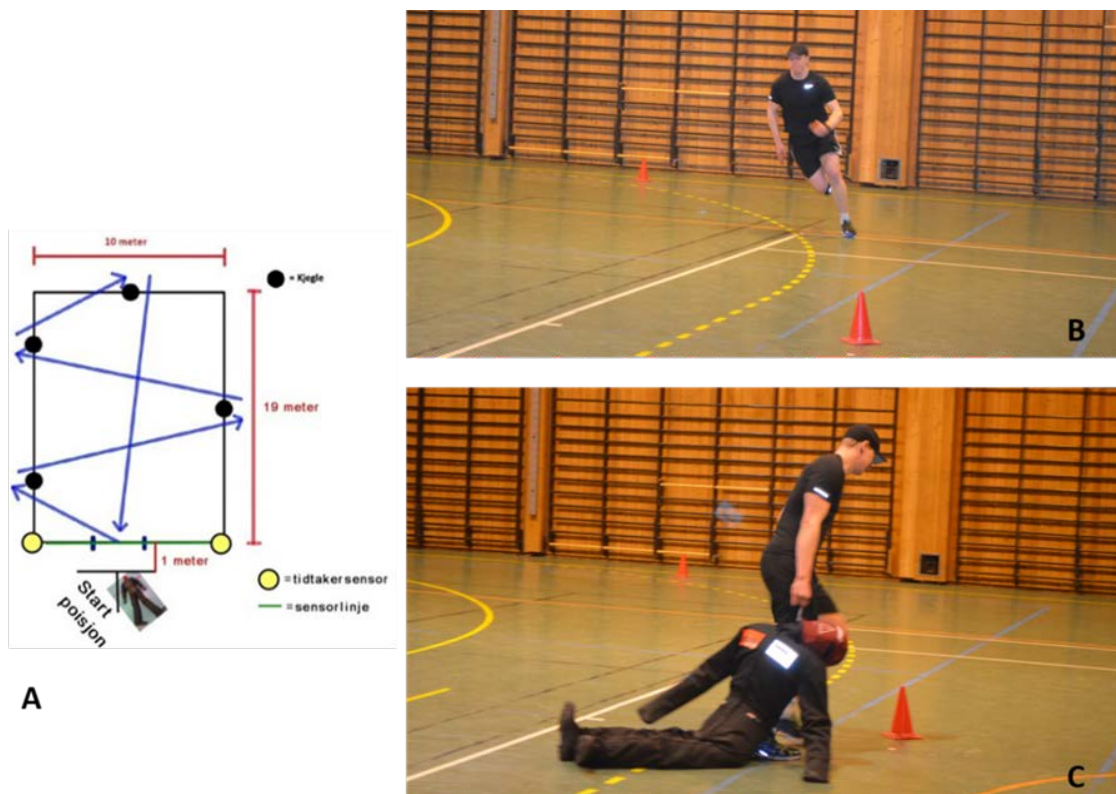
Den eksplosive styrken i strekkapparatet i beina ble det målt med svikthopp på kraftplattform (Force plattform FP8, HUR labs Oy, Tampere, Finland) (Figur 3.7). Kraftplattformen ble kalibrert for hver testdag. Det ble gjennomført tre til fire hopp. Var det siste hoppet det høyeste ble det gjennomført flere hopp til det ble oppnådd en utflating i hopp høyde. Det var 30–60 sekunders pause mellom hoppene. Hoppet med størst hopp høyde ble brukt i statistiske analyser. Variasjonskoeffisienten for test og retest av hopp høyde i våre studier er 4 % [16].



Figur 3.7 Bildeserie som illustrerer utførelsen av svikthopp på kraftplattform: A) Stående stilling med beina i skulderbredde og armer på hoften, B) på kommando svikt i valgfri dybde, C) og D) vertikalt hopp med maksimal innsats.

3.3.5.2 EVAK-testen

EVAK-testen bestod av to runder i en fastsatt løype og ble løpt sammenhengende med maksimal innsats (Figur 3.8 A). Under den første runden løp deltakerne uten ytre belastning (Figur 3.8 B), mens i den andre runden dro de en dukke som veide 50 kg for kvinner og 70 kg for menn (Ruth Lee London, England) (Figur 3.8 C). Tiden ble registrert med fotoceller (Brower timing systems, Utah, USA). Deltakerne startet testen på eget initiativ etter klarsignal fra testleder. Etter første runde løp deltakerne inn mot dukken, tok tak i et innsydd håndtak i nakken og dro dukken med seg på andre runden. Deltakerne ble instruert til å løpe med maksimal hastighet hele veien uten å spare krefter til siste del av testen. Kraftig verbal oppmuntring ble gitt av testleder under hele testen. Variasjonskoeffisienten til test og retest av EVAK-testen er oppgitt å være 4 % [49].



Figur 3.8 Bildene viser illustrasjon av evakueringstesten (EVAK-testen): Figur A viser sikksakk-løypen med kjegler. Deltagerne skal løpe så fort de kan i to runder innenfor banen på 10 x 20 meter, først en runde uten evakueringsdukke og deretter plukke opp dukken og løpe en runde med dukken. Start og mål var mellom to kjegler på midten av den ene kortsiden. Det var plassert en kjegle på venstre langsiden ved 5 meter og 15 meter, og en på høyre langsiden ved 10 meter. Kjeglen på kortsiden, lengst unna start/mål, var plassert midt mellom hver ytterkant av banen, ved 19 meter i rett linje fra start/mål. Dukkan ble plassert på skrå mot venstre med hode pekende fremover. Figur B viser mannlig deltager under første runden uten dukken og figur C viser mannlig deltager med dukken under andre og siste runde.

Mengde laktat (melkesyre) i blodet ble målt ca. 2 minutter etter målgang med en håndholdt laktatmåler (Lactat Scout +, Senslab GmbH, Leipzig, Tyskland). Blodprøven ble tatt med et lite stikk i en finger. Ved laktatnivå under 7 eller over 18 mmol/l i blodet ble prosedyren gjentatt i en ny finger.

3.3.5.3 *Bip-testen*

Utførelse av bip-testen ble gjennomført på en oppmålt bane (Figur 3.9) med en start-hastighet på 8 km/t. Hastigheten ble styrt av et lydsignal (bip). Lydsignalet ble spilt av over tilkoblet høyttaler, med applikasjonen Bleep fitness test, Aspectica Ltd, på mobiltelefon. Registrert resultat var nivå og antall hele strekninger på nivået som ble fullført. VO₂-maks ble beregnet fra prediksjonsverktøy til Wood [51] som baseres på studien til Ramsbottom et al. [52].



Figur 3.9 *Bildene illustrerer bip-testen gjennomført før og etter Studie I – den moderat krevende feltøvelsen. I denne testen løper deltagerne på en bane med 20 meter mellom oppmerket startstrek og snu-strek. En høyttaler piper jevnlig, og deltakerne må rekke over til 20 meters streken før neste pip. Hvert minutt vil farten øke ved at det blir kortere tid mellom pipene. Her er det om å gjøre å holde ut lengst mulig og deltakerne må presse seg hardt mot slutten. Figur A viser deltakere som akkurat har startet, Figur B viser deltakerne som snur etter 20-meterslinjen ved ribbeveggen og Figur C viser deltagerne løpe tilbake til startstrek og snu med foten på startstreken.*

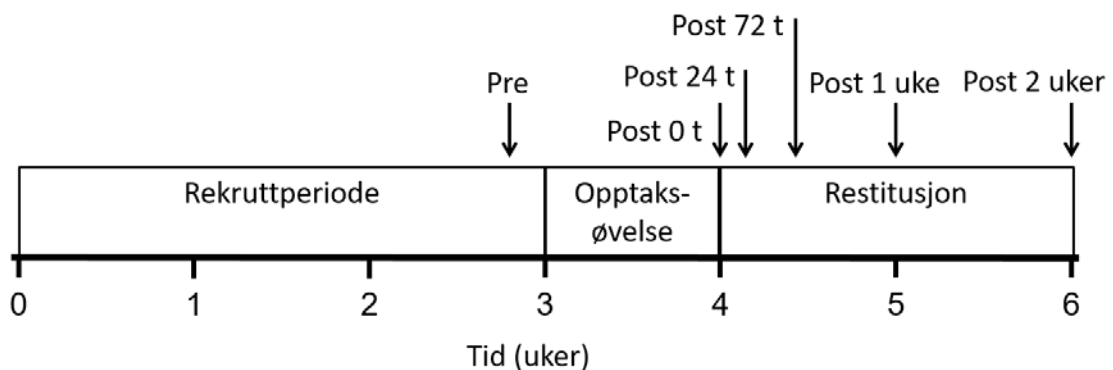
3.4 Metoder Studie II

3.4.1 Deltakere og eksperimentelt design

Deltakerne ble rekruttert fra førstegangstjenestegjørende som deltok i den årlige seleksjonsprosessen til fallskjermjeger- og jegertroppen hos FSK. Fallskjermjegertroppen er åpen for begge kjønn (men til nå har bare menn blitt tatt opp), mens jegertroppen er åpen kun for kvinner.

Førstegangstjenestegjørende som søker seg til de to vernepliktige troppene hos FSK har gått gjennom sesjon og deretter gjennom en grovseleksjon. De som kommer seg gjennom grovseleksjonen blir med i seleksjonsprosessen. Den består av en tre ukers rekruttperiode, hvor de læres opp i grunnleggende militære ferdigheter og våpenbruk etterfulgt av en veldig krevende opptaksøvelse. Under denne øvelsen vil de fleste av rekruttene trekke seg eller bli ekskludert fra prosessen. Totalt meldte 114 menn og 26 kvinner seg frivillig til å være med i studien. Alle 140 gjennomførte fysiske tester (se delkapittel 3.4.5 side 23), målinger av kroppssammensetning (delkapittel 3.4.3) og blodprøvetaking (delkapittel 3.4.4) to til tre dager før opptaksøvelsen, betegnet pretester videre i rapporten. Ut av disse gjennomførte 23 menn og 12 kvinner opptaksøvelsen og ble videre inkludert i studien. Disse gjennomførte alle testene post 0 t, post 24 t, post 72 t og 1 uke (post 1 uke) og 2 uker (post 2 uker) etter at øvelsen ble avsluttet (Figur 3.10).

Ved hver testdag ble kroppssammensetning og blodprøver gjennomført på morgenen før frokost i tidsrommet klokken 06.00–08.00, mens de fysiske testene ble gjennomført 2–4 timer etter frokost. Unntaket var når kroppssammensetning ble målt rett etter at de kom inn fra øvelsen (mellom klokken 09.00–11.00) og de fysiske testene 3–5 timer senere (post 0 t). Blodprøver ble ikke tatt post 0t på grunn av manglende muligheter for å standardisere testene.



Figur 3.10 Figuren illustrerer designet i Studie II – den svært fysisk krevende feltøvelsen. Studien ble gjennomført i forbindelse med opptaksøvelsen under den årlige seleksjonsprosessen til fallskjermjeger- og jegertroppen hos Forsvarets spesialkommando (FSK) ved Rena leir i juli–august 2017.

3.4.2 Feltøvelsen



Figur 3.11 Bildene viser tre eksempler på ulike militær aktiviteter under Studie II – den svært krevende feltøvelsen: A) marsjering med tung oppakning (ca. 20 kg), B) samspill og laging av båre, C) dytte militærkjøretøy opp en sandhaug.

Opptaksøvelsen er en svært krevende feltøvelse med varighet på ca. fem og en halv dag. Den er laget for å teste kandidatenes fysiske og mentale yteevne og utholdenhet i ekstreme situasjoner. Den består av store mengder fysisk aktivitet sammen med lite søvn og matinntak. Etter opptaksøvelsen fikk deltakerne to uker med restitusjon som besto av lett tjeneste. Aktivitetene er hovedsakelig marsjering med tung forpakning og diverse mentale og fysiske utfordrende oppgaver (Figur 3.11).

3.4.2.1 Matinntak

Deltakerne fikk utdelt hovedretten i en feltrasjon hver dag, med unntak av ved dag tre da mennene fikk noe mindre. Basert på tilbakemeldinger fra deltakerne og befalet ble all maten spist. Mengden søvn varierte fra en til seks timer per døgn.

3.4.2.2 Energiforbruk og energiomsetning

Opptaksøvelsen ble utført samtidig for begge kjønn, men separat. Det finnes derfor noen forskjeller mellom opptaket til mennene og kvinnene. For eksempel så hadde mennene noen lengre marsjer og noen mer krevende øvelser underveis enn kvinnene. For å få et objektivt mål på kjønnsforskjeller under øvelsen ble aktivitets energiomsetning under øvelsen målt med akselerometer hos 5 kvinner og 8 menn (ActiGraph wGT3X-BT, ActiGraph, Florida, USA) (Figur 3.12). Hvilestoffskiftet ble utregnet likt som under Studie I (delkapittel 3.3.2.2 side 15).

Vekten av oppakningen/sekkene ble veid like etter øvelsen (post 0 t) på InBody 720 for et lite utvalg (2 kvinner og 2 menn).



Figur 3.12 Bildet viser akselerometer sensoren ActiGraph som ble benyttet for å måle energiomsætningen under Studie II – den svært krevende feltøvelsen.

3.4.3 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning ble testet med InBody 720, som ved Studie I (delkapittel 3.3.3 side 16). Ved målingene 72 t etter opptaksøvelsen hadde mennene dessverre spist frokost på grunn av en misforståelse.

3.4.4 Blodprøver

Blodprøver ble samlet inn ved samme metode og analysert ved samme laboratorier som for Studie I (delkapittel 3.3.4 side 17).

3.4.5 Fysiske tester

De fysiske testene ble gjennomført etter en generell oppvarming og besto først av en test for eksplosiv styrke i beina ved bruk av svikthopp, deretter eksplosiv styrke i overkroppen ved medisinballstøt og til slutt anaerob kapasitet ved EVAK-testen. Den generelle oppvarmingen besto av løping på lav til moderat intensitet i ti minutter, med noen stigningsløp de siste minuttene.

Alle deltakerne gjennomførte ikke alle de fysiske testene etter opptaksøvelsen grunnet logistiske utfordringer, skader og sykdom. Deltakere som mistet mer enn to testdager, for en spesifikk test, ble ekskludert i analysene av denne testen. Manglende verdier ble kalkulert for deltakere som mistet kun en test. Dette førte til at det er 17 menn og 12 kvinner i dataene for svikthopp, 10 menn og 11 kvinner i EVAK dataene og 18 menn og 12 kvinner i medisinballstøt-dataene. Det var ingen signifikante forskjeller i fysisk prestasjonsevne mellom deltakerne som er med i datasettet og de ekskluderte før øvelsen.

3.4.5.1 Svikthopp

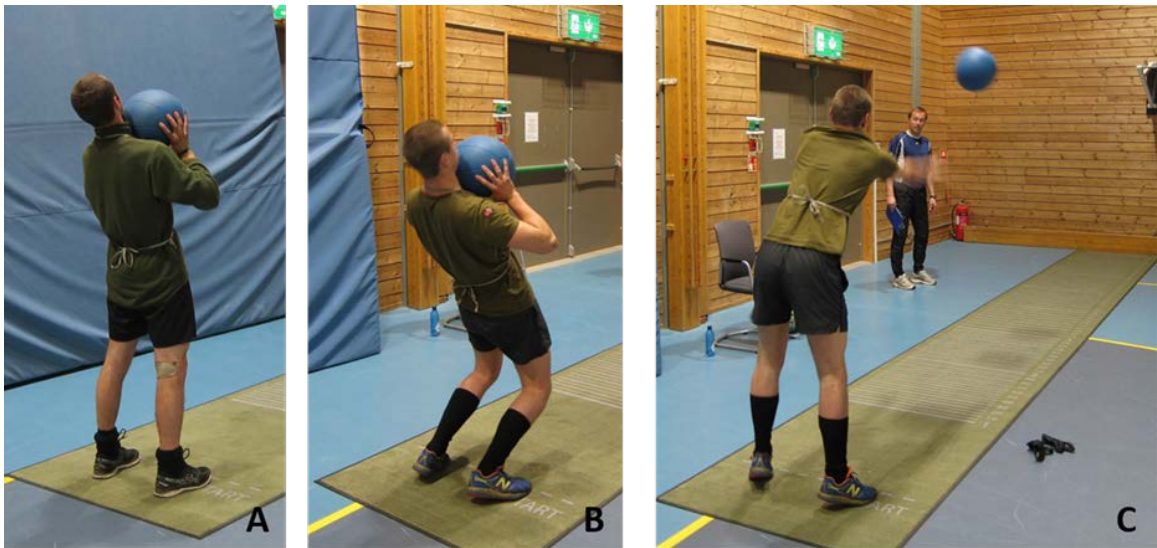
Svikthopp ble gjennomført på samme måte som under Studie I (delkapittel 3.3.5.1 side 18).

2.4.5.2 EVAK-testen

EVAK-testen ble gjennomført som under Studie I (delkapittel 3.3.5.2 side 19), men det ble i tillegg gjennomført en ekstra oppvarming til denne testen, der deltakerne fikk teste løypa og trene på å dra dukken, grunnet manglende tilvenning.

3.4.5.2 Medisinballstøt

Medisinballstøt ble gjennomført på en spesiallagd matte (Matteleverandøren AS, Krokkleiva, Norge) (Figur 3.13). Beina måtte være i kontakt med underlaget under hele støtet, men ellers var det ingen restriksjoner på teknikk og de kunne bruke beina og ryggen. Resultatene ble registrert som nærmeste 0,1 meter. Deltakerne fikk tre til fire forsøk hver. Det beste resultatet ble brukt i statistiske analyser. Variasjonskoeffisienten for medisinballstøt er 2 % [53].



Figur 3.13 Bildeserien illustrerer medisinballstøt som ble gjennomført på en spesiallagd matte med påtegnet måleskala: A) Deltakerne startet støtet i en stående posisjon med beina parallelle mens de holdt en 10 kg medisinball i brysthøyde og B–C) deltaker som støter medisinballen lengst mulig.

3.5 Statistiske analyser

Alle statistiske analyser, i Studie I og II, ble gjennomført i IBM SPSS (IBM SPSS Statistics, version 24, IBM Corp., Armonk, NY, USA) eller Microsoft Excel (Redmon, USA).

Et blandet ANOVA-design (*mixed design ANOVA*) med kjønn som mellom-subjektfaktor og tidspunkt som innen-subjektfaktor ble brukt for å undersøke 1) endringene under øvelsen og 2) restitusjonen for hvert kjønn og 3) interaksjon mellom kjønn og tid. En signifikant interaksjon ble fulgt opp med multiple tester med Bonferroni-korreksjon. Gruppeforskjeller i prosentvis endring fra pre-verdier ble undersøkt med multiple tester med Bonferroni-korreksjon for flere

sammenligninger. Forskjeller i fysiologiske variabler mellom kjønnene før studiene og mellom deltakere i Studie I og II ble undersøkt med uavhengige t-tester. Sammenhenger (korrelasjoner) ble undersøkt med Pearsons r. Signifikansnivået ble satt til p mindre enn 0,05.

Manglende verdier ble erstattet for deltakerne som ikke deltok på en av post-testene på grunn av sykdom, skader eller andre logistiske utfordringer. Disse verdiene ble kalkulert med å legge til den gjennomsnittlige prosentvise endringen (interpolert) for resten av gruppen (kjønn) fra den foregående testen. I Studie II gjaldt dette 3 menn og 2 kvinner i svikthoppdata, 5 menn og 3 kvinner i EVAK-dataene og 4 menn og 2 kvinner i medisinalstøtdataene. En mann og en kvinne fikk regnet ut manglende verdi på kroppssammensetningsdataene. I Studie I mistet 5 deltakere den siste testdagen (post 72 t) og alle disse fikk regnet ut manglende verdier på alle testene. Ingen deltaker fikk mer enn 1 manglende verdi regnet ut per test.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Feltøvelsen – type øvelse, matinntak, energiforbruk og energiomsetning

4.1.1 Studie I

I Studie I fikk deltagerne spise så mye de ville, øvelsen var lettere enn planlagt blant annet på grunn av føreforholdene, noe som førte til et moderat energiunderskudd. Mennene hadde signifikant høyere energiforbruket enn kvinnene, men fordelt på kilo kroppsvekt var det ingen forskjell mellom kjønnene (Tabell 4.1). Vekten på stridsutrustningen var lik for menn og kvinner og varierte mellom 30 og 60 kg.

4.1.2 Studie II

I Studie II fikk deltagerne utlevert 575 kcal hver dag, unntatt ved dag 3 da mennene kun fikk 375 kcal), øvelsens fysiske belastning ses tydelig på det store energiforbruket som førte til et stort energiunderskudd (Tabell 4.1). Mennene i Studie II hadde et signifikant høyere energiforbruk enn kvinnene. Ved å dele energiforbruket på kroppsvekten er det lik belastning på kjønnene. Akselerometerdataene viste også at det ikke var noen kjønnsforskjeller i gjennomsnittlig tid i ro og tid i henholdsvis lett og moderat til kraftig aktivitet. Vekten på sekkene var like for menn og kvinner og varierte mellom 20 og 40 kg.

Tabell 4.1 Energiomsetning hos deltagerne under feltøvelsene.

| | Studie I | | Studie II | |
|--|-------------------------|------------|--------------------------|-------------|
| | Menn | Kvinner | Menn | Kvinner |
| Energiinntak (kcal/dag) | 2864 ± 631 | 2381 ± 796 | 525 ± 89 ^a | 575 ± 0 |
| Energiforbruk (kcal/dag) | 3881 ± 573 ^a | 3145 ± 374 | 7235 ± 408 ^a | 6072 ± 357 |
| Energiforbruk fordelt på kroppsvekt (kcal/dag/kg) | 46,8 ± 5,8 | 46,0 ± 5,5 | 90,4 ± 4,8 | 88,9 ± 3,9 |
| Energiunderskudd (kcal/dag) | -1016 ± 963 | -764 ± 721 | -6710 ± 408 ^a | -5497 ± 357 |

Merknader: Studie I: menn: $n = 18$ og kvinner: $n = 13$. Studie II: menn: $n = 8$ og kvinner: $n = 5$. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik, og ^a = signifikant forskjell mot kvinner, $p < 0,05$.

4.1.3 Diskusjon

Både energiinntaket og energiforbruket var forskjellig i de to studiene, der Studie II hadde omtrent dobbelt så stor daglig energiomsetning, i tillegg til at øvelsen varte nesten dobbelt så lenge som Studie I. Siden energiinntaket var betydelig lavere under Studie II enn under Studie I var den negative energibalansen 6 til 7 ganger større under Studie II. Det var også betydelig mindre søvn under Studie II. I tillegg ble Studie I lettere enn normalt grunnet gode vær- og føreforhold. Dette viser med stor tydelighet at forskjellen på øvelsene var veldig stor og gir godt

grunnlag for å sammenligne effekten av to ulike øvelser, undersøke mulig kjønnsforskjeller i responsen til ulike typer øvelser og om eventuelle kjønnsforskjeller er uavhengig av øvelsens egenart.

4.2 Kjønnsforskjeller i kroppssammensetning og fysisk prestasjonsevne før feltøvelsene

4.2.1 Kroppssammensetning

4.2.1.1 Studie I

Før øvelsen hadde mennene i Studie I 21 % høyere kroppsvekt og 41 % større muskelmasse enn kvinnene, mens kvinnene hadde 33 % større fettmasse enn mennene (Tabell 4.2). Mennene hadde større andel muskelmasse enn kvinnene, mens kvinnene hadde høyere andel fettmasse (fettprosent) enn mennene.

4.2.1.2 Studie II

I Studie II hadde mennene 17 % høyere kroppsvekt og 35 % større muskelmasse enn kvinnene, mens kvinnene hadde 61 % større fettmasse enn mennene (Tabell 4.2). Mennene hadde også lavere andel fettmasse og høyere andel muskelmasse enn kvinnene.

Tabell 4.2 Tabellen viser kroppssammensetningen til deltakerne før feltøvelsene.

| | Studie I | | | Studie II | | |
|------------------------------|--------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Menn | Kvinner | Menn/ Kvinner (%) | Menn | Kvinner | Menn/ Kvinner (%) |
| Alder (år) | 19,9 ± 0,6 | 19,8 ± 0,8 | 101 | 19,3 ± 1,8 | 19,4 ± 1,5 | 99,5 |
| Høyde (cm) | 180 ± 7 ^a | 168 ± 5 | 107 | 183 ± 6 ^a | 172 ± 5 | 106 |
| Kroppsvekt (kg) | 82,9 ± 11,0 ^a | 68,6 ± 9,1 | 121 | 79,5 ± 6,3 ^a | 67,7 ± 5,5 | 117 |
| Muskelmasse (kg) | 41,3 ± 5,4 ^a | 29,3 ± 3,6 | 141 | 43,1 ± 3,8 ^a | 32,0 ± 1,9 ^b | 135 |
| Fettmasse (kg) | 10,8 ± 4,3 ^a | 16,2 ± 4,0 | 66,8 | 4,2 ± 1,4 ^{ab} | 10,8 ± 3,7 ^b | 39,4 |
| Fettprosent (%) | 12,9 ± 3,8 | 23,4 ± 3,2 | – | 5,4 ± 1,8 | 15,6 ± 4,6 | – |
| Andel muskelmasse (%) | 49,9 ± 2,2 | 42,9 ± 1,9 | – | 54,2 ± 1,1 | 47,4 ± 2,8 | – |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre, alle med p < 0,05.

4.2.1.3 Diskusjon

Resultatene i Studie I og II som er større kroppsmasse og muskelmasse for menn sammenliknet med kvinner, og større fettmasse for kvinner enn menn er som forventet og er i tråd med både befolkningsundersøkelser i Norge [54] og tidligere studier for soldater [55].

Det er signifikante forskjeller i kroppssammensetningen mellom deltakerne i Studie I og II. Både kvinner og menn har litt større muskelmasse og en betydelig lavere fettmasse i Studie II enn i Studie I. De mannlige deltakerne i Studie I hadde like stor fettmasse som de kvinnelige deltakerne i Studie II. I denne sammenhengen bør det nevnes at fettmassen til deltakerne i Studie II er veldig lav og både mennene og kvinnene lå i nedre sjikt i hva som regnes som normalt kroppsfett, som nødvendigvis ikke er bare heldig. Grunnen til den lave fettprosenten hos deltakerne i Studie II kan være at søkermassen til de to vernepliktige troppene ved FSK muligens består av flere personer som er tidligere aktive innen typiske kondisjonsidretter der utøverne ofte har lav fettprosent. En annen svært viktig grunn kan være at vi målte deltakerne etter en tre ukers krevende rekruttperiode der de allerede hadde tapt betydelige mengder fettmasse, slik at deres normale fettmasse er høyere enn det som rapporteres her. En tredje årsak kan være at personellet som søker og møter til opptaksprøver ved FSK (Studie II) er kjent med opptakskravene, og vet at både opptaket og tjenesten de søker opptak til er særdeles krevende og belastende. Opptakskandidater som møter til opptak er derfor sannsynligvis bedre fysisk trent og derav vil de sannsynligvis også ha mindre kroppsfett og høyere muskelmasse enn normale førstegangstjenestegjørende. I tillegg underestimerer InBody-maskinen fettprosenten med ca. 2 % [47, 48].

4.2.2 Fysisk prestasjonsevne

4.2.2.1 Studie I

Mennene i Studie I hadde 18 % høyere maksimalt oksygenopptak og 53 % større maksimal effekt. De hoppet 39 % høyere enn kvinnene i svikhopp, og på tross av 20 kg tyngre dukker løp mennene EVAK-testen 7,5 % raskere enn kvinnene (Tabell 4.3).

4.2.2.2 Studie II

Mennene i Studie II hoppet 34 % høyere og hadde 44 % større maksimal effekt, støtet medisnball 32 % lenger og løp EVAK-testen 5,7 % raskere enn kvinnene (Tabell 4.3).

Tabell 4.3 Tabellen gir oversikt over fysisk prestasjonsevne og estimert VO₂-maks hos deltakerne før feltøvelsene.

| | Studie I | | | Studie II | | |
|---|-------------------------|------------|--------------------|--------------------------|------------|--------------------|
| | Menn | Kvinner | Menn / kvinner (%) | Menn | Kvinner | Menn / kvinner (%) |
| EVAK-testen (s) | 42,0 ± 2,9 ^a | 45,4 ± 2,3 | 92,5 | 43,0 ± 2,5 ^a | 45,6 ± 2,5 | 94,3 |
| Svikthopp høyde (cm) | 41,1 ± 6,0 ^a | 29,5 ± 3,8 | 139 | 38,7 ± 4,6 ^a | 29,0 ± 3,6 | 134 |
| Maksimal effekt ved svikthopp (Watt) | 4459 ± 849 ^a | 2919 ± 408 | 153 | 3813 ± 511 ^{ab} | 2650 ± 384 | 144 |
| Medisinballstøt (m) | – | – | – | 4,8 ± 0,5 ^a | 3,7 ± 0,3 | 132 |
| Estimert VO₂-maks (ml/(kg*min)) | 54,6 ± 4,3 ^a | 46,2 ± 4,8 | 118 | – | – | – |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: EVAK-testen: menn: n = 10 og kvinner: n = 11, Svikthopp: menn: n = 17 og kvinner: n = 12 og medisinballstøt: menn: n = 18 og kvinner: n = 12. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre, alle med p < 0,05.

4.2.2.3 Diskusjon

I likhet med Studie I, hadde mennene i Studie II høyere prestasjonsevne enn kvinnene. Vi fant at mennene hadde bedre kondisjon (målt ved et høyere oksygenopptak), større anaerob kapasitet og større muskelstyrke både i beina og i overkroppen enn kvinnene. Disse funnene er som forventet og i tråd med andre studier på anaerob kapasitet [56-62] og styrke [63-66].

Muskelstyrken er blant annet avhengig av muskeltverrsnittet, som forklarer noe av denne forskjellen. Da vi tok med alle de 140 deltakerne som gjennomførte pre-tester under Studie II fant vi en stor positiv sammenheng mellom muskelmasse og maksimal effekt i svikthopp (r = 0,818) og medisinballstøt (r = 0,854), dette viser at størrelsen på muskelmassen er viktig for muskelstyrken.

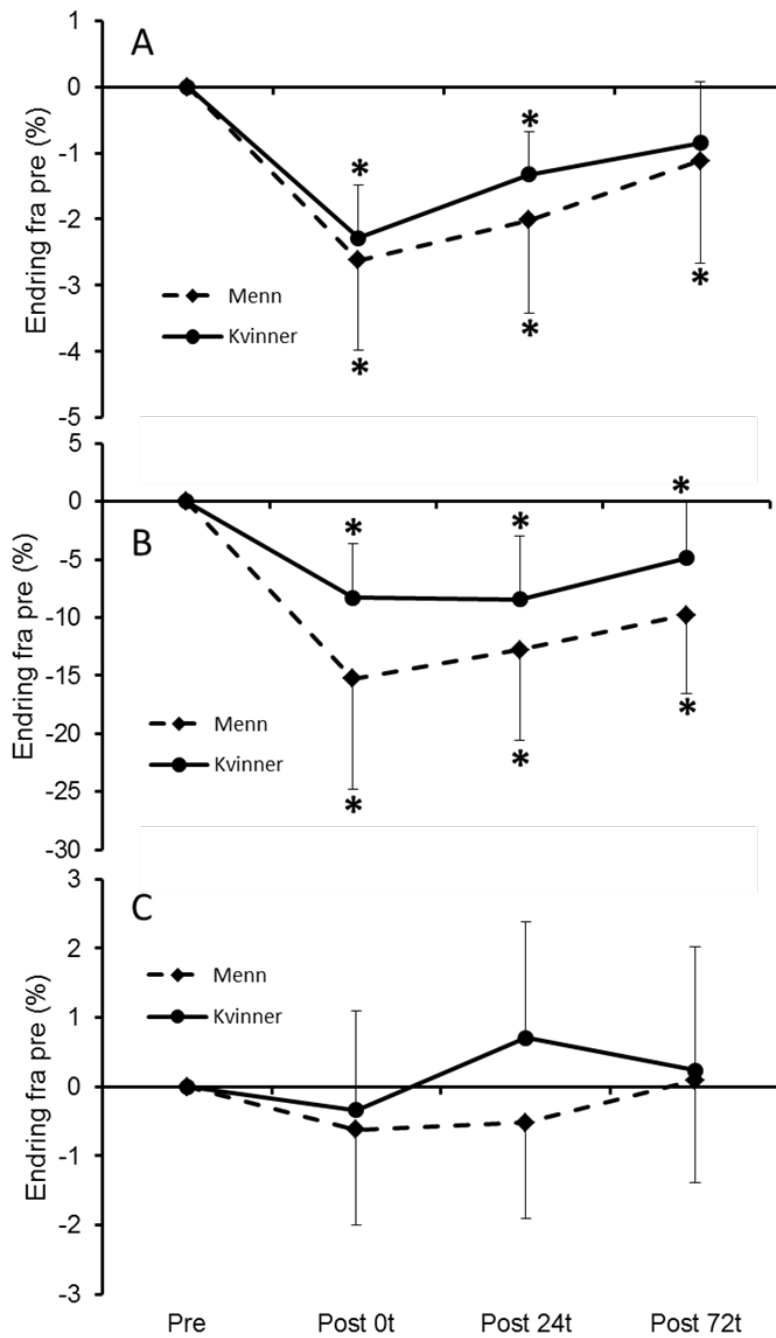
I begge studiene ble de samme testene brukt for både anaerob prestasjon og eksplosiv styrke i beina. Basert på kroppssammensetningen og at jeger- og fallskjermjegergruppen er regnet som to svært prestisjefylte tropper, der bare de mest egnede kommer så langt som til selve feltøvelsen, var det forventet at deltakerne i Studie II presterte bedre på disse testene enn deltakerne i Studie I. Likevel var det ingen forskjell mellom disse. Det kan være flere årsaker til dette. En forklaring er at fysisk prestasjonsevne bare er en av mange seleksjonsfaktorer for Jeger- og fallskjermjegergruppen. I tillegg skal vi også huske at deltakerne i Studie I gikk mot slutten av sin tjeneste og hadde fått mer erfaring i militære feltøvelser. Et annet viktig moment er at i Studie II ble testingen gjennomført etter tre harde uker med rekruttskole, noe som kan ha ført til nedgang i prestasjon. Prestasjonsevnen til deltakerne i disse testene er nok derfor litt under deres normalnivå i Studie II. Det må også tas hensyn til at testene ble utført på ulike

lokalisasjoner og i ulike haller som kan påvirke spesielt EVAK-testen. For eksempel kan det ha vært ulik friksjon i hallgulvet som kan påvirke sluttiden i EVAK-testen.

4.3 Endring av kroppssammensetning underveis i øvelsene og i restitusjonen

4.3.1 Studie I

Under Studie I var det ingen signifikante forskjeller mellom kjønnene i endringen av hverken kroppsvekt, muskelmasse eller fettmasse under øvelsen eller i etterkant i restitusjonsperioden (Tabell D.1 og Figur 4.1). Begge kjønn reduserte kroppsvekten under øvelsen. Kroppsvekten økte tilbake mot vekten før øvelsen fra etter øvelsens slutt til 72 timer etter for begge kjønn, men kun kvinnene var tilbake til samme vekt post 72 timer. Mennene hadde fortsatt lavere kroppsmasse etter 72 timer i forhold til før øvelsen. Både kvinner og menn reduserte fettmassen under øvelsen. Begge kjønn økte fettmassen tilbake mot verdien før øvelsen i restitusjonsperioden, men etter 72 timer hadde både kvinnene og mennene fortsatt redusert fettmasse. Det var ingen signifikante endringer av muskelmassen mellom noen av tidspunktene for noen av kjønnene.



Figur 4.1 Figurene viser prosentvise endringer i kroppssammensetning under Studie I hos menn (stiplet linje) og kvinner (heltrukken linje): A) endringer i kroppsmasse, B) endringer i fettmasse og C) endringer i muskelmasse. *Signifikante endringer fra pre ($p < 0,05$).

4.3.2 Studie II

Under Studie II reduserte både menn og kvinner kroppsvekten fra før til etter øvelsen med henholdsvis 6,5 kg og 2,7 kg. Denne reduksjonen i kroppsvekt var signifikant større hos menn enn kvinner ($p < 0,001$) (Tabell D.1 og Figur 4.2).

Menn tapte kroppsvekt både på grunn av tap av muskelmasse og tap av fettmasse. Resten av tapt kroppsvekt kan forklares med tap av kroppsvann som tyder på dehydrering.

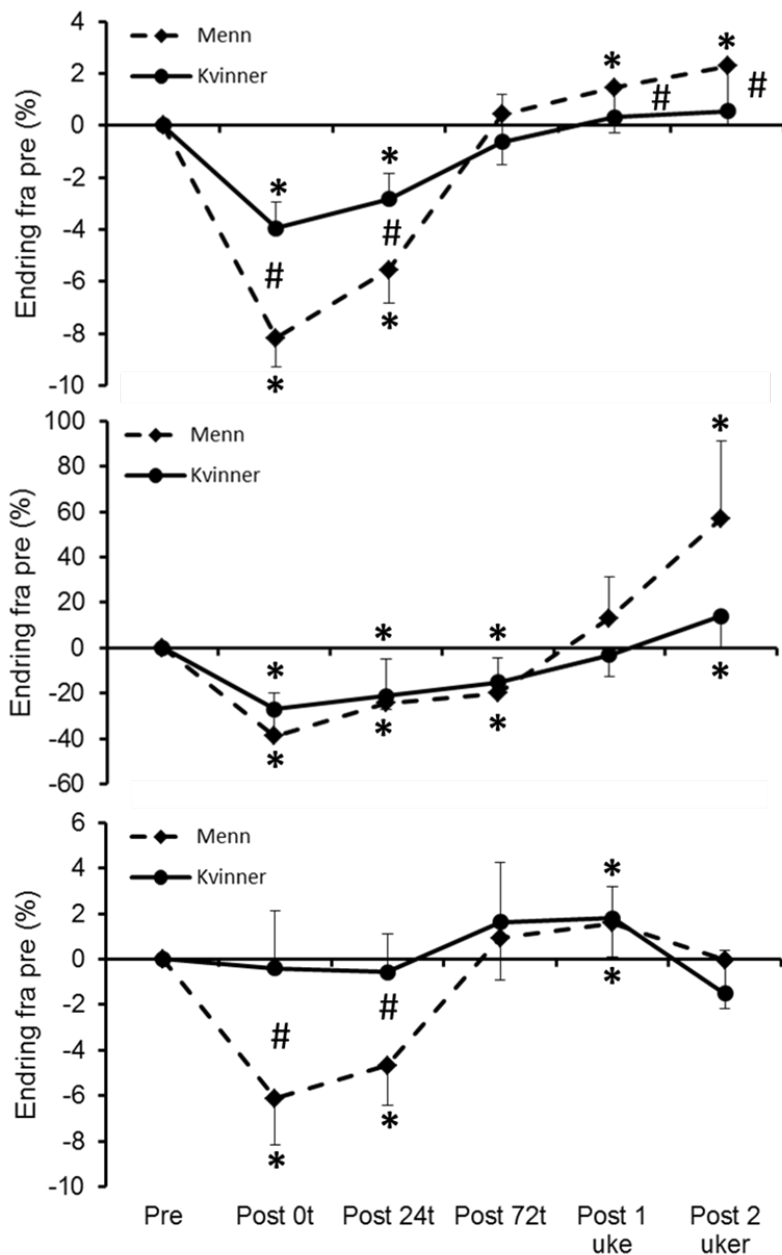
Hele tapet av kroppsvekt hos kvinner kunne forklares ved tap av fettmasse, siden de ikke tapte hverken muskelmasse eller kroppsvann. Tapet av muskelmasse var signifikant større hos menn enn kvinner både i absolutt og prosentvis endring ($p < 0,001$). Kvinner og menn hadde like stor prosentvis nedgang i fettmasse, men kvinner tapte mer fettmasse enn menn i absolutte verdier ($p < 0,001$).

Hos mennene fant vi at den halvdelen av mennene med lavest fettmasse før øvelsen tapte mer muskelmasse enn den halvdelen med høyest fettmasse. Det var en sterk korrelasjon mellom fettmasse før øvelsen og tap av muskelmasse under øvelsen hos menn ($r = 0,648$, $p < 0,01$).

Restitusjon av kroppsvekt og muskelmasse de første 24 timer etter øvelsen var beskjedne, men etter 72 timer var både menn og kvinner tilbake til kroppsvekten og muskelmassen de hadde før øvelsen.

En og to uker etter øvelsen hadde kroppsvekten til mennene økt sammenlignet med før øvelsen. Kvinnene hadde ingen økning og forskjellen i endring fra før øvelsen var signifikant forskjellig mellom kjønnene ($p < 0,05$).

Begge kjønn hadde lavere fettmasse 24 timer etter øvelsen enn før øvelsen, men var tilbake på pre-verdier etter 1 uke. Etter 2 uker hadde både menn og kvinner en økt fettmasse sammenlignet med før. Denne økningen var signifikant større for mennene.



Figur 4.2 Figurene viser prosentvise endringer i kroppssammensetning under Studie II hos menn (stiplet linje) og kvinner (heltrukken linje): A) endringer i kroppsmasse, B) endringer i fettmasse og C) endringer i muskelmasse. *Signifikante endringer fra pre ($p < 0,05$), #prosentvise endringer fra pre er forskjellig mellom menn og kvinner ($p < 0,05$).

4.3.3 Diskusjon

Det var små endringer i kroppssammensetningen som ble funnet under Studie I. Endringene er betydelig lavere enn for Studie II og lavere enn de fleste andre studiene som har undersøkt effekten av krevende øvelser [4, 6, 13, 14]. De små endringene i kroppssammensetning i Studie I sammenlignet med andre skyldes sannsynligvis at øvelsen ikke var veldig krevende og hadde lav belastning. I tillegg hadde soldatene god tilgang på mat. Forskjellene mellom effekten av øvelsene kan derfor i stor grad forklares med ulik negativ energibalanse. Energiunderskuddet under Studie I var forholdsvis beskjedent og førte til en relativt liten nedgang i kroppsvekt. Det var likevel overraskende at de ikke tapte muskelmasse etter øvelsen, siden de hadde et betydelig tap av kroppsvekt. Tidligere studier på krevende feltøvelser rapporterer vanligvis tap av muskelmasse [4, 6, 9, 13, 14] hos menn. Årsaken til at de ikke tapte muskelmasse er ikke klar, men en forklaring er øvelsens innhold og det faktum at soldatene i Studie I før øvelsen startet hadde en høyere og mer normal andel kroppsfett enn deltakerne i Studie II. Dette indikerer at om øvelsen ikke er for fysisk krevende og soldatene i tillegg har kroppsfett over et visst nivå, så kan mesteparten av kroppsvekten de taper, ved å være i energiunderskudd, hovedsakelig tas fra kroppsfett. Soldatene kan dermed unngå et tap av muskelmasse, noe som vil være gunstig for å opprettholde fysisk prestasjonsevne.

Et annet interessant funn er at de tydelige kjønnsforskjellene i endringer i kroppssammensetning i Studie II ikke var tilstede i Studie I. Dette tyder på at en eventuell fordel kvinner har med mindre tap av muskelmasse etter militære feltøvelser først gjør seg gjeldene når øvelsene blir mer krevende. Hvor krevende øvelsen må være er derimot usikkert siden vi i denne studien har undersøkt to svært forskjellige øvelser. Likevel er det naturlig å tenke seg at øvelsen må være såpass krevende, og med et stort nok energiunderskudd, til å føre til betydelige endringer i kroppssammensetning og nedgang i muskelmasse hos menn.

Endringene i kroppssammensetningen som ble funnet etter Studie II er betydelig større enn for Studie I, med en nedgang i kroppsvekt og fettmasse for begge kjønn og en nedgang i muskelmasse kun hos mennene. Det er få studier som inkluderer kvinner og det er derfor liten mulighet til å sammenligne med andre studier. Reduksjonen i kroppsvekt, fett- og muskelmasse hos mennene i Studie II er omtrent de samme [4, 16, 67] eller større enn [9, 14, 15] det som er rapportert i tilsvarende studier der feltøvelsene er av tilsvarende varighet. Forskjellen mellom studier kan sannsynligvis forklares med forskjeller i energiinntak og -forbruk til deltakerne under øvelsene. Funnene er generelt at øvelser med stor nedgang i kroppsvekt og muskelmasse inkluderer veldig krevende feltøvelser som fører til høyt energiforbruk sammen med liten mattilgang, slik som under Studie II.

I Studie II fant vi relativt store kjønnsforskjeller i endringen av kroppssammensetning etter feltøvelsen. Mennene tapte betydelig mer kroppsvekt enn kvinnene og dette skyldtes utelukkende et større tap av muskelmasse. Dette støttes opp av funn fra en tidligere studie under Krigsskolens stridskurs, som rapporterte at menn tapte mer absolutt kroppsmasse enn kvinner som følge av større tap av muskelmasse [4]. En av de store negative konsekvensene etter krevende militære feltøvelser er tap av muskelmasse. Det er dermed veldig interessant at vi fant

så store kjønnsforskjeller. Funnene fra Studie II tyder på at kvinner kan ha en fordel i forhold til menn etter svært krevende øvelser når det gjelder tap av muskelmasse.

Grunnen til et større tap av muskelmasse hos menn enn kvinner i Studie II er uklart og kan ikke besvares utfra designet brukt i denne studien. Likevel er det mulig å spekulere. Det er først naturlig å vurdere om den separate gjennomføring av øvelsen for menn og kvinner kan forklare forskjellene. Øvelsene er som tidligere beskrevet holdt separert for menn og kvinner, og selv om innholdet i utgangspunktet er likt så finnes det noen forskjeller. Blant annet er det estimerte energiforbruket ca. 20 % større hos menn enn kvinner (6700 kcal per dag versus 5500 kcal per dag) i absolutte verdier. Normalisert for kroppsvekt var det ikke lenger noen kjønnsforskjell som tyder på at øvelsen ikke var like tung relativt sett. Det skal likevel nevnes at målingene av energiforbruk med akselerometer har visse svakheter som gjør at de absolutte verdiene må tolkes med forsiktighet og bare brukes til å vurdere forskjeller mellom kjønnene. En annen måte å estimere kjønnsforskjeller i negativ energibalanse er ved å kalkulere energibalansen ut ifra endringene i kroppssammensetningen [68]. Da finner vi at menn har hatt ca. 30 % større negativ energibalanse enn kvinner.

Uansett hvilket av disse estimatene som brukes tyder det på at mennene har vært i større energiunderskudd enn kvinnene i Studie II og dette kan være med på å forklare hvorfor de tapte mer kroppsvekt enn kvinner. Det forklarer likevel ikke hvorfor kvinner bare tapte fettmasse, mens menn tapte både muskelmasse og fettmasse.

En mulig grunn for dette kan være den nevnte større evnen til å forbrenne fett på bekostning av karbohydrater og proteiner hos kvinner enn menn under submaksimalt arbeid. Dette har blitt rapportert både i laboratoriestudier hos idrettsutøvere [28, 69] og under militære feltøvelser [4]. Det kan tenkes at denne evnen til å ha høyere fettforbrenning gjorde at kvinnene klarte å dekke en større andel av energiunderskuddet ved å forbrenne fett og dermed spare muskelmasse sammenlignet med menn.

En annen mulig forklaring er det veldig lave nivået av fettmasse mennene hadde før øvelsen. Det kan ha ført til en fortrinnsvis muskelproteinforbrenning under øvelsen, fordi når fettmassen blir veldig lav og når et kritisk nivå unngår kroppen at energiunderskuddet dekkes fra fett. Dette styrkes av den sterke sammenhengen mellom fettmasse før start og tap av muskelmasse under øvelsen hos menn, og at halvdelen menn med lavest fettmasse før øvelsen tapte mer muskelmasse enn den andre halvdelen [3]. Mangelen på sammenheng mellom fettmasse før øvelsen og endring i muskelmasse hos kvinnene kan skyldes at kvinnene hadde høyere fettprosent før øvelsen og at denne sammenhengen ikke eksisterer ved høyere fettprosent. Det kan også være at sammenhengen ikke finnes, siden kvinnene ikke taper muskelmasse grunnet sin evne til fettforbrenning. Når ikke muskelmasse tapes vil det heller ikke kunne være grunnlag for noen korrelasjon. Disse dataene er uansett veldig viktige fra et praktisk synspunkt, siden de tyder på at å ha en høyere fettmasse opp til et visst nivå vil beskytte mot store tap av muskelmasse under svært krevende feltøvelser, spesielt hos menn. For å sikre at Forsvaret har optimal ytelse til enhver tid kan det være gunstig at de sørger for at soldatene har høy nok fettmasse før fysisk harde øvelser eller utplasseringer.

En tredje årsak kan være forskjell på intensiteten i det fysiske arbeidet på øvelsen. Dersom de mannlige soldatene gjennomførte en større andel fysisk arbeid på høyere intensitet enn kvinnene, kan dette ha ført til et netto større tap av muskelproteiner på grunn av økt produksjon av glukose gjennom glukoneogenesen. I prosessen kreves aminosyrer som kan tilføres fra degradering av muskelprotein, og derav kan muskelnedbrytingen blir større.

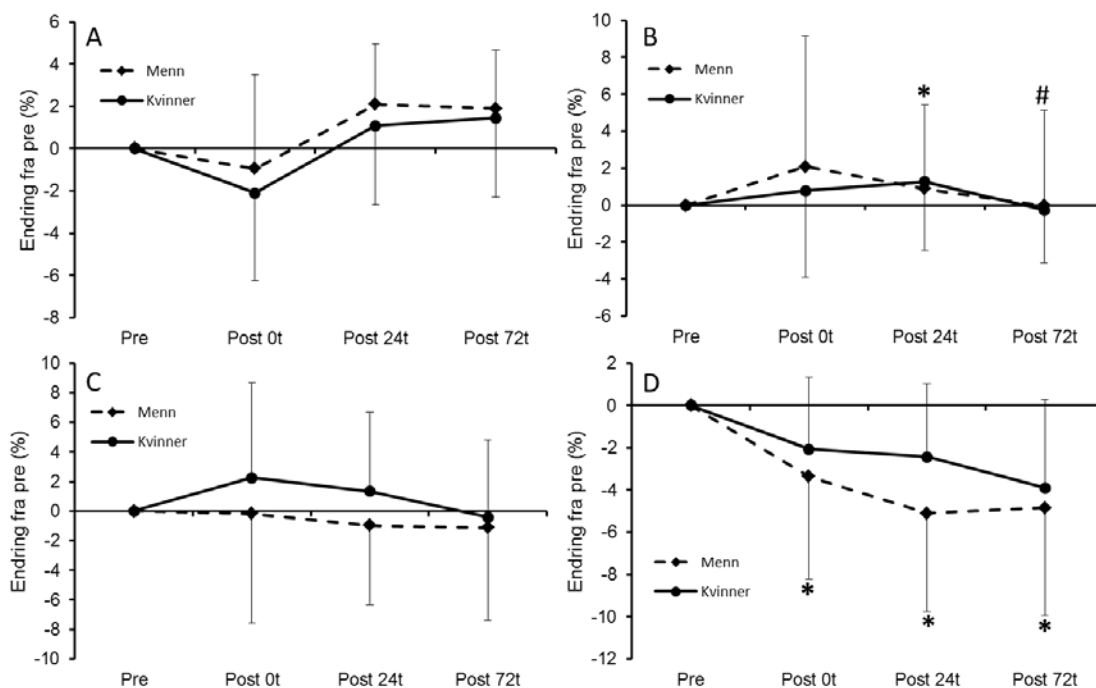
Alle endringer i kroppssammensetning under Studie II var restituert etter en uke. Denne raske restitusjonen er i samsvar med funn fra en lignende studie gjennomført på opptaksøvelsen til marinejegerkommandoen [16]. All nedgang i muskelmasse hos mennene var restituert etter 72 timer. Dette virker litt overraskende og det kan spekuleres i om dette skyldes en rask restitusjon av glykogenlagre som vil påvirke målingen av muskelmasse [16], men manglende tap av muskelmasse hos kvinnene argumenterer mot dette. En annen mulig forklaring er at mennene ved en misforståelse hadde spist like før målingen 72 timer etter øvelsen, noe som også vil påvirke resultatet.

Begge kjønn, men spesielt mennene hadde økt sin fettmasse sammenlignet med før øvelsen to uker etter øvelsen. Dette fenomenet har også blitt beskrevet fem uker etter den 8 uker lange US Army Ranger School [6]. Forfatterne mente dette delvis skyldtes et veldig stort inntak av energi i perioden etter øvelsen, spesielt fettholdige matvarer. Dette kan nok være med på å forklare noe av økningen i Studie II, siden soldatene ble oppfordret til å spise store mengder mat i perioden etter feltøvelsen. I tillegg er det viktig å huske på at kroppsvekten og fettmassen før Studie II nok var kunstig lav som følge av den harde rekruttperioden (som tidligere beskrevet i avsnitt 3.4.1 side 21) og at den økte fettmassen etter to uker nok også representerer en tilbakegang mot mer normale verdier.

4.4 Endring av prestasjon underveis i øvelsene og i restitusjonen

4.4.1 Studie I

I Studie I var det ingen signifikante forskjeller mellom kjønnene i endringen av fysisk prestasjonsevne for de fysiske testene rett etter øvelsen og i restitusjonsperioden i etterkant av øvelsen (Figur 4.3 og Tabell D.2). Mennene hadde en reduksjon i maksimal effekt i svikthopp ($p < 0,05$) under øvelsen som fortsatt var redusert 72 timer senere. Mennene økte beregnet VO_2 -maks fra før øvelsen til 24 timer etter øvelsen selv om det ikke var noen endring under selve øvelsen ($p < 0,05$). Hopp høyden i svikthopptesten eller tid på EVAK-testen endret seg ikke signifikant mellom noen av tidspunktene, for noen av kjønnene.



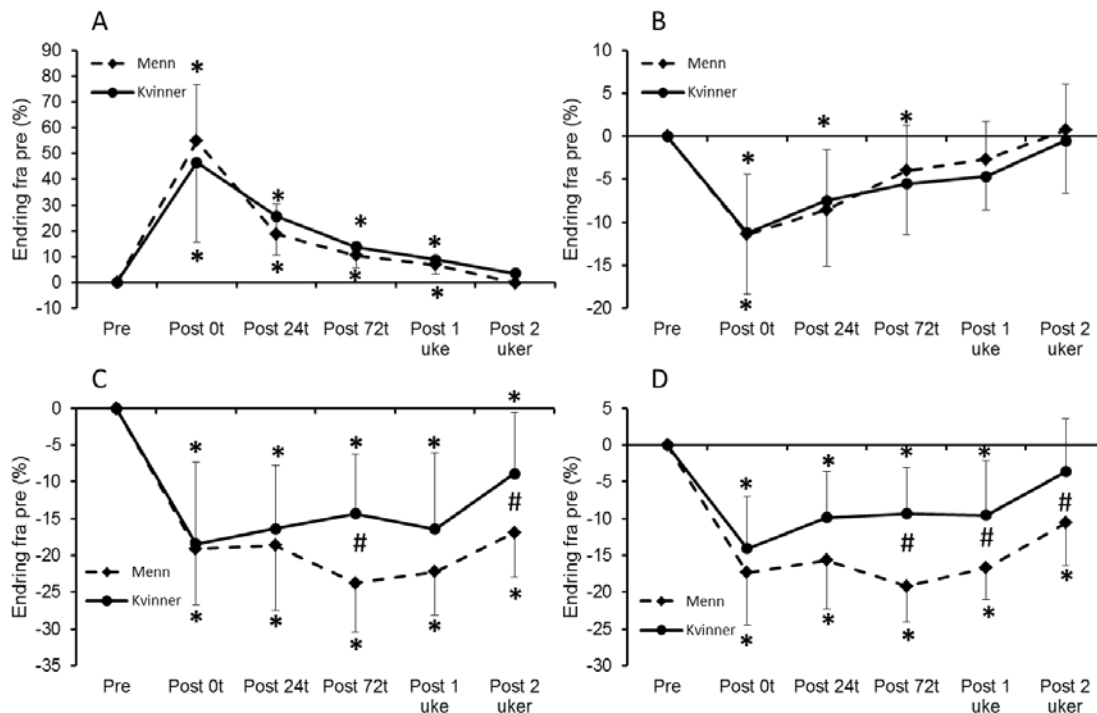
Figur 4.3 Figurene viser prosentvise endringer i fysiskprestasjon under Studie I hos menn (stiplet linje) og kvinner (heltrukken linje): A) endringer av bip-test nivå, B) endringer av EVAK-tid, C) endringer av hopp høyde og D) endringer av maksimal effekt. *Signifikante endringer fra pre ($p < 0,05$), # prosentvise endringer fra pre er forskjellig mellom menn og kvinner ($p < 0,05$).

4.4.2 Studie II

I Studie II ble hopp høyden redusert for begge kjønn etter feltøvelsen, reduksjonen var lik mellom kjønnene. Restitusjonen gikk sakte for begge kjønn og to uker etter øvelsen hoppet mennene og kvinnene fortsatt lavere enn før øvelsen. Den prosentvise nedgangen i hopp høyde var signifikant større for mennene 72 timer og 2 uker etter øvelsen enn for kvinnene, som indikerer at kvinnene restituerte seg raskere enn mennene. I tillegg hadde mennene et signifikant tap av prestasjon mellom 24 og 72 timer etter øvelsen som ikke kvinnene hadde. Endringene i maksimal effekt under svikhopp fulgte samme mønster som hopp høyden (Figur 4.4 og Tabell D.2).

Begge kjønn hadde en signifikant økning i tid for gjennomføringen av EVAK-testen i Studie II. Mennene hadde en gjennomsnittlig økning på 55 %, mens kvinnene hadde en gjennomsnittlig økning på 47 %. Hverken menn eller kvinner var tilbake til verdiene før øvelsen før etter to uker, og det var ingen kjønnsforskjeller i endringene.

Både menn og kvinner reduserte støtlengden i medisinalstøt. Begge kjønn var tilbake til verdiene før øvelsen etter en uke og det var ingen kjønnsforskjell i endringen.



Figur 4.4 Figurene viser prosentvise endringer i fysisk prestasjonsevne under Studie II hos menn (stiplet linje) og kvinner (hel linje): A) endringer i EVAK-test, B) endringer i medisinballstøt, C) endringer i hopphøyde og D) endringer av maksimal effekt. *Signifikante endringer fra pre ($p < 0,05$), #prosentvise endringer fra pre er forskjellig mellom menn og kvinner ($p < 0,05$).

4.4.3 Diskusjon

Studie I førte til veldig små endringer i fysisk prestasjonsevne sammenlignet med de fleste tidligere studier som har sett på effekten av krevende militære feltøvelser [5, 9, 11-16]. Årsaken til dette er nok som diskutert tidligere at øvelsen ikke var veldig fysisk krevende og at soldatene hadde god tilgang på mat. Dette viser at hvis øvelsen ikke er for belastende og soldatene får nok hvile og mat, så kan militære feltøvelser gjennomføres uten å gi store negative konsekvenser for fysisk prestasjonsevne i etterkant. I tillegg kan det gi god trening av andre militære ferdigheter. Den lille økningen i fysisk prestasjon på bip-test 24 timer etter øvelsen for menn er vanskelig å forklare. En forklaring er at øvelsen har gitt en liten treningseffekt. Aktiviteter som langvarig gange med tungt utstyr kan ha en intensitet oppimot mer tradisjonelle kondisjonsøker. Videre kan selvsagt en tilpasningseffekt ha oppstått, hvor deltakerne «lærte» å hente ut sitt maksimale kondisjonspotensiale (presset seg maksimalt) først etter tredje gjennomføring av testen. Dette til tross for gjennomført tilvenning og to tester tidligere. Kvinner hadde ikke samme økning og dette sannsynliggjør at det er andre årsaker til økningen.

Selv om Studie I generelt førte til små endringer i fysisk prestasjon, var det en nedgang i maksimal effekt under svikthopp hos mennene, som ikke viste antydning til restitusjon i løpet

av de 72 timene etter øvelsen. Dette funnet må ikke ignoreres og kan sannsynligvis påvirke fysisk militær prestasjon negativt. Det må imidlertid påpekes at kvinnene ikke hadde denne nedgangen. Sammenlignet med Studie II er det et interessant funn at det kun var endring i den eksplosive styrken i beina i fysisk prestasjonsevne under Studie I. Samtlige av de fysiske egenskapene var kraftig redusert i etterkant av Studie II. I tillegg brukte deltagerne lang tid på å restituere seg. Hopp høyde og eksplosiv styrke i underkroppen skilte seg ut med ekstra lang restitusjonstid. Til sammen tyder disse to studiene på at den eksplosive styrken i beina er svært utsatt for nedgang i fysisk prestasjon etter deltagelse i militære feltøvelser. Dette er også rapportert i tidligere studie utført under opptaksuka til MJK [16].

Generelt var reduksjonene i fysisk prestasjonsevne i Studie II større enn det som har blitt rapportert i de fleste studier både for eksplosiv styrke i beina, [5, 9, 13, 14], anaerob prestasjon [9, 12, 15] og eksplosiv styrke i overkroppen [9]. Hovedgrunnen til den store reduksjonen i denne studien er at øvelsen er mer krevende og med et høyere aktivitetsnivå enn øvelsene benyttet i andre studier. Støtte for dette er gitt ved at prestasjonsnedgangen i studien er veldig lik prestasjonsnedgangene etter opptaksuka til MJK som er en veldig lik øvelse [16]. Det var ingen kjønnsforskjeller i nedgangen i noen av de fysiske egenskapene under Studie II. Dette er overraskende siden det var store forskjeller mellom kjønnene i nedgang i muskelmasse. Videre er det kjent at muskelmassen er viktig for flere aspekter av fysisk prestasjonsevne. Likevel tyder det på at det er andre årsaker enn endringer i muskelmasse som er viktigere for nedgangen funnet i fysisk prestasjonsevne etter deltagelse i krevende feltøvelser. Dette diskuteres nærmere i avsnittet nedenfor. Hadde øvelsen vart lenger, som ved mange militær oppdrag og -operasjoner, kan vi spekulere om forskjellene i endring i muskelmasse kunne påvirket endringene i fysisk prestasjonsevne, og muligens ført til lavere nedgang i prestasjonsevne hos kvinner. Dette bør undersøkes i fremtidige studier.

Den store nedgangen i fysisk prestasjonsevne kan få store konsekvenser for evnene til å utføre fysiske deler av oppdrag, og dermed gå betydelig utover stridsevnen. Både eksplosiv styrke og anaerob kapasitet har blitt rapportert å være viktig for evnen til å gjennomføre stridsspesifikke militære oppgaver [9]. Den anaerobe kapasiteten (evnen til å utføre kortvarig meget intenst arbeid), målt ved EVAK-test, ble for eksempel redusert med ca. 50 % hos begge kjønn. En stor andel av reduksjonen var tilbake til normalen etter 24 timer, men den store nedgangen er dramatisk og kan få store konsekvenser for utføring av militære oppgaver under militær oppdrag. Anaerob kapasitet er veldig viktig i alle maksimale innsatser fra 20 sekunder til ca. 4 minutter som for eksempel stridsteknikk. En tropps evne til å gjennomføre slike manøvrer vil dermed være betydelig redusert ute på krevende oppdrag og øvelser. Dette vil igjen redusere sjansen for å lykkes med oppdraget. Størrelsen på glykogenlagrene i muskulaturen er veldig viktig for den anaerobe kapasiteten [70]. En mulig årsak til den store nedgangen i anaerob kapasitet er at glykogenlagrene i muskulaturen er tomme. Dette støttes av at evnen til å produsere melkesyre (laktat) var veldig redusert rett etter øvelsen. Videre at den anaerobe kapasiteten og evnen til å produsere laktat restituerte kraftig i løpet av et døgn med normalt kosthold. Dette viser at et viktig tiltak for å motvirke nedgangen i anaerob kapasitet under øvelsene er å sørge for at soldatene får i seg tilstrekkelig med karbohydrat, spesielt i døgnet før eventuelle planlagte fremrykninger.

Det ser ut til at den eksplosive styrken i beina har størst negativ påvirkning av slike fysisk krevende øvelser, som tidligere beskrevet. På tross av at nedgangen i anaerob kapasitet rett etter øvelsen var større enn reduksjonen i eksplosiv styrke, tok det betydelig lenger tid å restituere eksplosiv styrke i beina. Den var ikke tilbake til normalen 2 uker etter øvelsen. Langvarig restitusjon av eksplosiv styrke i beina er også funnet etter opptaksøvelsen til MJK [16].

For eksplosiv styrke i beina var det tydelige kjønnsforskjeller i restitusjonsfasen, der kvinner restituerte bedre enn menn både etter 72 timer og to uker etter øvelsen. At kvinner restituerte raskere i eksplosiv styrke enn mennene er interessant, og viser at kvinner takler slike øvelser like godt eller bedre enn menn.

Før feltøvelsen i Studie II hoppet kvinnene ca. 26 % lavere enn mennene, men dette var redusert til ca. 18 % to uker etter øvelsen. Dette viser at menn til enhver tid presterte bedre enn kvinnene i hoppstesten, men at kjønnsforskjellene blir mindre i etterkant av svært fysisk krevende øvelser. Vi har ikke tall i Studie II på når kvinner og menn var kommet tilbake til nivået før øvelsen, og kan derfor ikke si noe om hvor mye lenger tid det eventuelt tok for menn var tilbake på nivået før øvelsen. Kanskje begge kjønn må ha en periode med fysisk trening, for å bygge seg opp igjen, og komme tilbake til sitt normale nivå.

Det er uklart hva som er de fysiologiske mekanismene bak den langvarige nedsatte eksplosive styrken, og dermed hva som skyldes kjønnsforskjellene i restitusjonen av denne. Tidligere studier har spekulert i om endringer i kroppssammensetning og hormoner kan forklare endringene i prestasjon [6, 11, 13, 34]. Imidlertid tyder ikke våre funn på dette, fordi kroppssammensetningen og endringer i hormoner var tilbake til pre-verdier innen en uke. I tillegg, på tross av store kjønnsforskjeller i endring av kroppssammensetning, var det ingen forskjell mellom kvinner og menn i endring i fysisk prestasjonsevne under øvelsen.

Hamarsland et al. [16] har tidligere foreslått at skader på strukturene som er ansvarlig for muskelsammentrekninger i muskelfibrene er en viktig mekanisme for nedgangen i prestasjon funnet etter opptaksuken til MJK. Vi fant som beskrevet en økning i muskelprotein CK i blodet i Studie II. Dette viser at det var skader på muskelfibrene i vår studie. Sekundært fall i hopp høyde i perioden mellom 24- og 72 timer hos mennene er en viktig årsak til at de restituerte senere enn kvinnene. Tidligere har et slik sekundært kraftfall nettopp blitt relatert til muskelskade og den tilhørende betennelses reaksjonen [71]. Det er likevel uklart hvordan dette er forskjellig mellom menn og kvinner. Videre var det ingen kjønnsforskjell i CK utviklingen i denne tidsperioden.

Som beskrevet over så tyder våre funn fra Studie I og II og en studie ved MJK [16] at militære feltøvelser har både en større og en mer langvarig negativ effekt på den eksplosive styrken enn andre fysiske egenskaper. Dette tyder på at fysiologiske faktorer som er viktige for evnen til å skape kraft ved høye kontraksjonshastigheter, er mer redusert og restituerer saktere enn faktorer som er viktige for kraftutvikling under kontraksjoner av lav hastighet. En slik faktor er fibertype-sammensetningen. Dette kunne blitt forklart hvis de negative effektene av øvelsene er større i type 2-fibrene kontra type 1-fibrene eller at slike øvelser førte til en fibertype overgang fra type 2 til type 1-fibre. Det finnes dessverre ingen studier som undersøker hvordan militære

feltøvelser påvirker muskelfibertypene, og det der derfor uklart hvordan musklene blir påvirket av krevende militær trening.

Basert på resultatene etter disse to militære feltøvelsene ser det ut til at eventuelle kjønnsforskjeller i utvikling av fysisk prestasjon under og i etterkant av slike øvelser kun vil forekomme under svært krevende feltøvelser. Dette fordi det ikke var mulig å se noen kjønnsforskjeller i etterkant av feltøvelsen i Studie I. Det er usikkert hvor fysisk krevende øvelsen må være før det påvises raskere restitusjon hos kvinner.

4.5 Endring av blodparametere

4.5.1 Studie I

Mennene i Studie I hadde normale testosteronnivåer før øvelsen (Tabell D.3). Disse ble redusert med ca. 20 %, men var tilbake til pre-verdier etter 72 timer med restitusjon. Kvinnene hadde et lavt testosteronnivå før øvelsene og det var ingen endringer i nivået underveis. Det var ingen endringer i kortisol for mennene gjennom testperioden, mens kvinnene hadde en nedgang på ca. 18 % under øvelsen som var tilbake til pre-verdier etter 24 timer (Tabell D.4). Kvinnene hadde generelt høyere kortisolnivåer enn mennene. Det var ingen forskjell mellom menn og kvinner i IGF-1-nivåer på noe tidspunkt under studien (Tabell D.5). Både menn og kvinner reduserte IGF-1-nivåene fra før til rett etter øvelsen med henholdsvis 23 % for menn og 17 % for kvinner. Det var ingen restitusjon av IGF-1-nivåene for noen av kjønnene og de var fortsatt redusert med ca. 23 % for menn og ca. 22 % for kvinner 72 timer etter øvelsen. Det var ingen signifikant endring av CK for hverken kvinner eller menn under øvelsen (Tabell D.6). Videre var det ikke noen signifikant endring i evnen til å produsere laktat for noen av kjønnene under øvelsen i Studie I (Tabell D.7).

4.5.2 Studie II

Testosteronnivåene hos mennene før feltøvelsen i Studie II var veldig lave, sannsynligvis på grunn av høy belastning under rekruttperioden (Tabell D.3). Likevel ble nivåene ytterligere redusert under øvelsen og var 58 % redusert 24 timer etter og 20 % redusert 72 timer etter øvelsen. Deretter var det en rask restitusjon og nivåene steg til henholdsvis 87 % og 113 % en og to uker etter øvelsen. Testosteronnivåene til kvinnene var lave og viste ingen endring.

I Studie II var kortisolnivåene høyere hos mennene enn kvinnene før øvelsen (Tabell D.4). Kortisol økte hos mennene med 26 % og hos kvinnene med 166 % etter øvelsen. Hos mennene var kortisolnivåene tilbake til pre-verdien etter 72 timer, mens de forble forhøyet hos kvinnene og var fortsatt 153 % høyere etter to uker sammenlignet med pre-verdien. Økningen i kortisol var større hos kvinnene enn hos mennene.

Kvinnene hadde høyere IGF-1-nivåer sammenlignet med mennene før øvelsen i Studie II (Tabell D.5). Både kvinner og menn reduserte IGF-1 under øvelsen og nivåene var henholdsvis

41 % og 28 % lavere 24 timer etter øvelsen enn før øvelsen. Deretter steg verdiene og de var høyere enn ved pre etter både en uke og to uker med restitusjon.

I studie II hadde menn høyere CK-nivåer enn kvinnene før øvelsen (Tabell D.6). Både menn og kvinner hadde en stor økning i CK-nivåer 24 timer etter øvelsen med henholdsvis 353 % og 999 %. CK-nivåer over 5000 U/liter kan være et tegn på muskelskade. Ingen av deltakerne hadde CK-nivåer over 5000 U/liter før øvelsen, men 7 menn og 3 kvinner hadde høyere nivåer 24 timer etter øvelsen. CK var tilbake til pre-verdier etter 72 timer med restitusjon hos begge kjønn og var redusert til under pre-verdier etter en uke med restitusjon, og med en større reduksjon i menn.

Evnen til å produsere laktat var redusert med 54 % for mennene og 67 % for kvinnene rett etter øvelsen i studie II (Tabell D.7). Evnen til å produsere laktat økte under restitusjonsperioden, men to uker etter øvelsen så var den fortsatt redusert med 20 % hos mennene og 40 % hos kvinnene.

4.5.3 Diskusjon

Vi fant en nedgang i de anabole hormonene testosteron og IGF-1 etter Studie I, men i betydelig mindre grad enn ved Studie II. Videre fant vi ingen signifikant økning i CK. Dette er som forventet siden belastningen under Studie I var betydelig lavere enn under Studie II. Det er likevel verdt å merke seg at selv om feltøvelsen i Studie I er regnet som relativt lite anstrengende fører den til en betydelig nedgang i disse hormonene, som gjenspeiles i en reduksjon i kroppsvekt. Det var ingen endring i kortisolverdiene hos menn, og kvinnene hadde faktisk en liten nedgang under øvelsen. Likevel er det verdt å merke seg at kvinnene i Studie I hadde generelt høyere kortisolnivåer enn menn. Dette er et spennende funn, spesielt med tanke på at vi fant samme forskjell i Studie II. Dette bør følges opp videre.

Endringene i blodmarkører i forbindelse med Studie II var betydelig større enn under Studie I og viser tydelig hvor krevende denne øvelsen var og i hvilken katabolsk tilstand deltakerne var i under øvelsen. Det var en kraftig reduksjon i de anabolske hormonene testosteron (menn) og IGF-1 (begge kjønn) samtidig med en stor oppgang i det katabolske stresshormonet kortisol. Disse endringene er som forventet etter en så krevende øvelse og i samsvar med det som er funnet etter tidligere studier på stridskurset hos Hærens krigsskole [7, 72, 73], opptaket til marinejegerkommandoen [16] og etter U.S. Army Ranger Course [13]. De store endringene i disse hormonene skyldes hovedsakelig den store negative energibalansen og i mindre grad søvnangel [34].

Økningen i muskelproteinet CK i blodet i Studie II viser at deltakerne hadde skader på muskelfibrene. De store individuelle forskjellene skyldes mest sannsynlig ulik trening og fysisk form før rekruttperioden og feltøvelsen. Noen av deltakerne hadde trent langrenn, mens andre sykling, styrketrening og dans etc. (muntlig meddelelse fra deltakerne). Økningen i CK kan i tillegg til muskelskade skyldes økt energi-turnover under fysisk aktivitet. Det er kjent at utrente har større økning i CK enn trente [74]. Videre rapporterer Kenney et al. [36] at økning i CK er vanlig under militær grunntrening.

De anabole hormonene økte i forhold til pre-verdien to uker etter feltøvelsen. En forklaring er at nivåene før Studie II allerede var redusert i forhold til normalnivå, som følge av gjennomføring av tre uker lang og krevende rekruttperiode. Den store økningen i anabole hormoner etter to uker med restitusjon skyldes derfor sannsynligvis en tilbakegang mot normalnivåer.

Kortisol hadde et motsatt forløp hos mennene enn testosteron og gikk ned etter to ukers hvile sammenlignet med pre-verdier. Dette skyldes nok igjen at pre-verdiene var uvanlig høye grunnet den krevende rekruttperioden. Hos kvinnene derimot holdt kortisolnivåene seg vedvarende høyt gjennom hele restitusjonsperioden og økningen fra før øvelsen var betydelig større enn hos mennene. Grunnen til den økte vedvarende kortisolen hos kvinner kan ikke besvares med målingene gjort i denne studien. Det er likevel et interessant funn som bør følges opp i fremtidige studier, siden høyt vedvarende kortisol kan ha flere negative effekter for kroppen, som for eksempel dårligere immunforsvar og økt risiko for øvre luftveisinfeksjoner [32] som forkjølelse, bronkitt, ørebetennelse, bihulebetennelse og halsinfeksjoner [75]. Økning i kortisol kan også gi redusert søvnkvalitet som igjen kan påvirke prestasjonsevnen.

5 Konklusjon – praktiske konsekvenser og anbefalinger

I denne rapporten har vi dokumentert og sammenlignet effekten av to veldig ulike militære feltøvelser på endringer i kroppssammensetning, blodmarkører og fysisk prestasjonsevne. I den svært fysisk krevende øvelsen (Studie II), fant vi en stor nedgang i muskelmasse hos mennene, og i tillegg en stor nedgang i fysisk prestasjonsevne hos begge kjønn. Prestasjonsevnen restituerte veldig sakte og var fremdeles ikke tilbake til pre-verdier etter to uker med restitusjon. Vi anbefaler at det bør tas hensyn til denne langvarige nedsatte prestasjonsevnen i planleggingen av militær trening og hyppigheten på øvelsesfrekvensen for svært krevende øvelser. En hyppig øvelsesfrekvens kan få negative konsekvenser for utviklingen av fysisk prestasjonsevne over tid, og kan øke belastningsskaderisikoen. Dette kan redusere fysiske ferdigheter som er avgjørende for stridsevnen, og derav påvirke den operative evnen negativt for avdelinger i Forsvaret som har høye fysiske arbeidskrav i fred, krise og krig.

Målingene viste at endringene i kroppssammensetning var tilbake til pre-verdier i løpet av en uke etter feltøvelsen i den svært krevende øvelsen. I tillegg var fettmassen økt i forhold til pre-verdier etter to uker med restitusjon. Selv om årsaken er diskutert å mest sannsynligvis være det lave fettnivået hos deltakerne før øvelsen startet, kan det tenkes at det også skjer mer varige negative endringer i det metabolske systemet. Dette er ikke undersøkt etter gjentagende militære øvelser, men det er undersøkt i studier på havseilaser der seilere er ute i 10–30 dager per etappe med 14–30 dagers pause mellom hver etappe. Etappene består av et høyt aktivitetsnivå, med lite mat og søvn. Disse kan derfor være sammenlignbare med langvarige militære øvelser. I studiene på havseilaser er det rapportert tegn på utvikling av metabolsk syndrom; med økt blodglukose, økt blodtrykk og økt mengde fett rundt magen (bukfett) [76].

De store reduksjonene i fysisk prestasjonsevne etter deltagelse i svært krevende feltøvelser viser at den fysiske kapasiteten til soldater i avdelinger som gjennomfører slike øvelser regelmessig må være høy. Resultatene tyder på at det i disse avdelingene bør legges inn en sikkerhetsmargin ved fastsetting av fysiske krav til en militær stilling og funksjon. Dette for at soldatene skal klare å utføre fysisk krevende oppgaver under skarpe oppdrag i fred, krise og krig, og er i tråd med anbefalinger gitt av internasjonale forskere og NATO [77].

Resultatene fra Studie II viser at kroppssammensetning, kroppsvekt og blodmarkører er dårlige markører for soldatenes fysiske yteevne under krevende øvelser og den påfølgende restitusjonsfasen. Evalueringen av soldatenes fysiske kapasitet i restitusjonsfasen etter slike øvelser bør derfor inneholde en fysisk test. Vi foreslår svikthopp som en egnet test, siden den er lett å gjennomføre på store grupper og er sensitiv for endringene som skjer. Denne testen er også anbefalt av andre [13, 16].

Til tross for en stor reduksjon i fysisk prestasjon etter feltøvelsen i den svært krevende feltøvelsen (Studie II) var det ingen reduksjon i prestasjonsevnen eller endring i kroppssammensetningen etter feltøvelsen i den moderat krevende feltøvelsen (Studie I), og

dermed ikke behov for restitusjon. Dette illustrerer tydelig at krevende feltøvelser kan redusere den fysiske prestasjonen, men hvis soldatene får nok mat og hvile under øvelsene kan dette forhindres i stor grad. Dette er det som beskrevet over viktig å ta hensyn til i planlegging av øvelser. Hvis det ikke er et mål å trene på å takle krevende forhold med kraftig energiunderskudd og lite søvn bør det så langt det lar seg gjøre, uten å gå utover de militære treningsaspektene, legges til rette for at soldatene kan få i seg tilstrekkelig med mat og hvile. Forskning viser at det å «trene» på søvnunderskudd kun fører til ytterligere søvnunderskudd og dårligere yteevne. Det er viktig å vite hvordan kroppen reagerer på søvnmangel, men det er ellers kun negative konsekvenser av å gi soldatene for lite søvn under trening og øvelser [78, 79]. Siden flere studier og erfaring viser at soldater på slike øvelser spiser for lite mat, selv når dette er tilgjengelig, bør ledere fokusere på at soldatene spiser nok for å sørge for at de er i tilnærmet energibalanse. En lavere nedgang i fysisk prestasjon som restituerer raskere vil legge til rette for å trene og utvikle de fysiske egenskapene over tid. Gjentatte øvelser med nedgang i fysisk prestasjon og lang restitusjonstid vil derimot gjøre det vanskelig å få en positiv utvikling av fysiske egenskaper gjennom den militære tjenesten.

En viktig del av denne undersøkelsen var å se på hvordan kvinner responderte på krevende feltøvelser. Kvinner hadde, som forventet, et lavere fysisk prestasjonsnivå enn menn på de fysiske testene, men det var ingen ting i våre data som tyder på at kvinner hadde større negativ effekt av krevende feltøvelser enn menn. Om noe, så klarte kvinner seg bedre i forhold til sitt utgangspunkt, med lavere tap av muskelmasse og raskere restitusjon av eksplosiv muskelstyrke etter den svært krevende feltøvelsen. Ved en lettere øvelse var det ingen tegn til kjønnsforskjeller i responsen til øvelser.

6 Planlagt forskning og utvikling

Allerede våren 2018 gjennomførte FFI en ny oppfølgingsstudie (samarbeidsstudie med Cyberingeniørskolen, Høyskolen i Innlandet (HINN), NIH og FHS) under en ti dager lang krevende feltøvelse for å undersøke mulige mekanismer bak den langvarige restitusjonen i eksplosiv styrke i underkroppen hos menn og kvinner. I studien ble det blant annet tatt muskelbiopsier før og etter feltøvelsen for å undersøke endringer i markører for proteinsyntese og proteinnedbryting (autofagi) og andre relevante biopsianalyser. Lander [80] rapporterer at foreløpige funn av muskelbiopsianalyser er ingen endringer i markører i proteinsyntese. Det var imidlertid en økning i en av markørene for økt autofagi, men dataene var uklare [80-82]. Biopsianalyser ved NIH pågår fremdeles. Det planlegges å skrive to til tre fagartikler fra denne studien.

Statistiske analyser av endringer i jernstatus hos både kvinner og menn etter deltagelse i to påfølgende svært krevende militære feltøvelser er under arbeid. Vi planlegger med å rapportere resultatene i en FFI-rapport og/eller fagfelleverdert tidsskrift.

Det er kjent at det er en utfordring for menn og kvinner å få i seg nok mat under deltagelse i militære øvelser og operasjoner. En tidligere studie som manipulerer matinntak og energiforbruk hindrer tap av kroppsvekt [83]. Har menn og kvinner for lite matinntak så vil det på sikt føre til redusert yteevne [84] og risiko for helseskader. FFI planlegger å utføre en pilotstudie hvor hovedmålet er å utvikle dagens feltrasjon og protokoller for inntak av næring. Å sikre tilstrekkelig næringsinntak vil bringe soldatene i energibalanse og øke yteevnen, i tillegg kunne ha en positiv effekt på beskyttelse mot kulde, noe som igjen kan redusere risikoen for kaldværskader.

Foreløpige data fra en kontrollert ernæringsstudie (Hennigar et al., under utarbeidelse) er også at energibalanse har positiv effekt på opptak fra tarmen og jernstatus.

Pilotstudien er et forprosjekt til en større ernæringsstudie som planlegges å gjennomføres i 2021 i samarbeid med US Army Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM) Military Nutrition Division.

Vedlegg

Liste over vedlegg

- A Informert samtykke
- B Forsøksteam
- C REK-godkjenninger
- D Tabeller med oversikt over resultat

A Informert samtykke

A.1 Informasjonsskriv for Studie I – en moderat fysisk krevende feltøvelse

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

ER DET KJØNNSFORSKJELLER I RESTITUSJONEN AV FYSISK PRESTASJONSEVNE OG FYSIOLOGISKE MARKØRER ETTER EN KREVENDE MILITÆR FELTØVELSE?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt for å undersøke om det finnes kjønnsforskjeller i hvordan en fysisk krevende militær feltøvelse påvirker soldaters fysiologi og prestasjonsevne, og hvordan disse faktorene restituerer i dagene og ukene etter. Det vil også undersøkes effekten av å gjennomføre 2 krevende øvelser med kort mellomrom.

Tidligere studier har vist at fysisk krevende feltøvelser fører til flere fysiologiske endringer, bl.a. vektnedgang, tap av muskelmasse, forbigående betennelser i muskulaturen, hormonelle forandringer og nedsatt fysisk prestasjonsevne. Av naturlige årsaker er det nesten utelukkende menn som har deltatt i disse studiene og det mangler derfor forskning på hvordan kvinner responderer på slike øvelser. Med en økende kvinneandel i Forsvaret og innføringen av «Jegertroppen» i FSK er det viktig å undersøke effekten av slike øvelser hos kvinner, og om det finnes kjønnsforskjeller i responsen til slike øvelser. Det er forsket lite på hvor lang tid man trenger for å komme seg etter slike krevende øvelser, dvs., hvor lang tid det tar før de fysiologiske endringene er normalisert.

Du blir forespurt om å delta siden du er aktuell for å gjennomføre det fysisk og psykisk krevende opptaket til fallskjermjegertroppen og jegertroppen i FSK. Forskningsprosjektet gjennomføres av Forsvarets forskningsinstitutt i samarbeid med Norges Idrettshøgskole og Forsvarets Høgskole

HVA INNEBÆRER PROSJEKTET?

Til studien vil det rekrutteres vernepliktige som gjennomfører opptak til Fallskjermjegertroppen og Jegertroppen i FSK. Deltagelse i studien vil innebære at du i forbindelse med opptaksuken vil gjennomgå diverse tester. Før opptaket vil vi måle din kroppsvekt og kroppssammensetning og teste din eksplosive styrke (svikthopp på kraftplattform og medisinalstøt), anaerobe kapasitet (evakueringstest (EVAC-test)) og kondisjon (Beep-test), samt ta blodprøver av deg.

De som klarer å gjennomføre opptaket og blir tatt opp i fallskjermjegertroppen eller jegertroppen vil også gjennomføre de samme testene noen timer etter innkomst fra opptaket, 24 timer, 72 timer, 1 uke og 2 uker etter opptaket. I tillegg vil testene gjennomføres etter nok en krevende feltøvelse som starter ca. 2 uker etter opptaket. De som underveis faller fra opptaksprosessen blir tatt ut av studien.

Kroppssammensetningen vil bli målt ved hjelp av en maskin som kalles Inbody 720. Her står du på en plattform mens du holder i to håndtak. Et svakt strømfelt sendes gjennom kroppen (du merker ingenting) og basert på at ulikt kroppsvev har ulik motstand mot strøm vil denne kunne beregne hvor mye muskelmasse, fettmasse og beinmasse du har. Den finner i tillegg fettprosent.

Eksplosiv styrke i beina måles ved at du skal hoppe så høyt du kan på en spesiell plattform som måler hvor stor kraft du skaper mot bakken. Den regner da ut hvor høyt du hopper. Eksplosiv styrke i overkroppen måles ved medisinalstøt. Her skal du støte en 10 kg medisinalball lengst mulig.

Anaerob kapasitet måles ved en test vi kaller evakueringstest (EVAC-test). Dette er en test som skal etterligne det å redde en skadet medsoldat. Du skal først løpe gjennom en sikksakk løype av kjegler alt du kan (se figuren). Du plukker så opp en evakueringsdukke som veier 70 kg for guttene og 50 kg for jentene som skal dras gjennom løypen

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 06.12.2016, versjon 3

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Det er ingen direkte fordeler for deg som enkeltperson ved å delta i studien. Du vil få kartlagt din respons på en krevende militær øvelse som kan være nyttig hvis du senere skal gjennomføre lignende øvelser. I tillegg får du testet din prestasjonsevne i ulike tester og målt din kroppssammensetning. Deltakelse i studien medfører minimal risiko. Den krevende feltøvelsen skal uansett gjennomføres som en del din førstegangstjeneste. Melder du deg frivillig vil du likevel få et par ekstra oppgaver som dine medsoldater slipper, bl.a. å avgi blodprøver, spyttprøve, svare på spørreskjemaer og fysiske tester. Selve blodprøvetagningen kan medføre noe ubehag og de fysiske testene kan oppleves anstrengende.

FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er fullstendig frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte Olav Vikmoen, 63807825, olav.vikmoen@ffi.no.

HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert.

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenningende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger gjennom en navneliste.

Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte. Informasjon om deg vil bli anonymisert eller slettet senest fem år etter prosjektslutt.

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 06.12.2016, versjon 3

HVA SKJER MED PRØVER SOM BLIR TATT AV DEG?

Prøvene som tas av deg analyseres kort tid etter prøvetakning og destrueres senest 2 måneder etter prøvetakning

FORSIKRING

Du er som ellers dekket av Forsvarets egne forsikringsordninger for vernepliktige soldater. For den delen som omfatter forskningsdeltakelsen er du også dekket av ordningen med Norsk pasientskadeerstatning.

GODKJENNING

Prosjektet er godkjent av Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (saksnr. hos REK: 2016/2230).

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 06.12.2016, versjon 3

SAMTYKKE TIL DELTAKELSE I PROSJEKTET

JEG ER VILLIG TIL Å DELTA I PROSJEKTET

Sted og dato

Deltakers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

Sted og dato

Signatur

Rolle i prosjektet

A.2 Informasjonsskriv for Studie II – en ekstremt fysisk krevende feltøvelse

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

ER DET KJØNNSFORSKJELLER I RESTITUSJONEN AV FYSISK PRESTASJONSEVNE OG FYSIOLOGISKE MARKØRER ETTER EN KREVENDE MILITÆR FELTØVELSE?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt for å undersøke om det finnes kjønnsforskjeller i hvordan en fysisk krevende militær feltøvelse påvirker soldaters fysiologi og prestasjonsevne, og hvordan disse faktorene restituerer i dagene og ukene etter. Det vil også undersøkes effekten av å gjennomføre 2 krevende øvelser med kort mellomrom.

Tidligere studier har vist at fysisk krevende feltøvelser fører til flere fysiologiske endringer, bl.a. vektnedgang, tap av muskelmasse, forbigående betennelser i muskulaturen, hormonelle forandringer og nedsatt fysisk prestasjonsevne. Av naturlige årsaker er det nesten utelukkende menn som har deltatt i disse studiene og det mangler derfor forskning på hvordan kvinner responderer på slike øvelser. Med en økende kvinneandel i Forsvaret og innføringen av «Jegertroppen» i FSK er det viktig å undersøke effekten av slike øvelser hos kvinner, og om det finnes kjønnsforskjeller i responsen til slike øvelser. Det er forsket lite på hvor lang tid man trenger for å komme seg etter slike krevende øvelser, dvs., hvor lang tid det tar før de fysiologiske endringene er normalisert.

Du blir forespurt om å delta siden du er aktuell for å gjennomføre det fysisk og psykisk krevende opptaket til fallskjermjegertroppen og jegertroppen i FSK. Forskningsprosjektet gjennomføres av Forsvarets forskningsinstitutt i samarbeid med Norges Idrettshøgskole og Forsvarets Høgskole

HVA INNEBÆRER PROSJEKTET?

Til studien vil det rekrutteres vernepliktige som gjennomfører opptak til Fallskjermjegertroppen og Jegertroppen i FSK. Deltagelse i studien vil innebære at du i forbindelse med opptaksuken vil gjennomgå diverse tester. Før opptaket vil vi måle din kroppsvekt og kroppssammensetning og teste din eksplosive styrke (svikhopp på kraftplattform og medisinalstøt), anaerobe kapasitet (evakueringstest (EVAC-test)) og kondisjon (Beep-test), samt ta blodprøver av deg.

De som klarer å gjennomføre opptaket og blir tatt opp i fallskjermjegertroppen eller jegertroppen vil også gjennomføre de samme testene noen timer etter innkomst fra opptaket, 24 timer, 72 timer, 1 uke og 2 uker etter opptaket. I tillegg vil testene gjennomføres etter nok en krevende feltøvelse som starter ca. 2 uker etter opptaket. De som underveis faller fra opptaksprosessen blir tatt ut av studien.

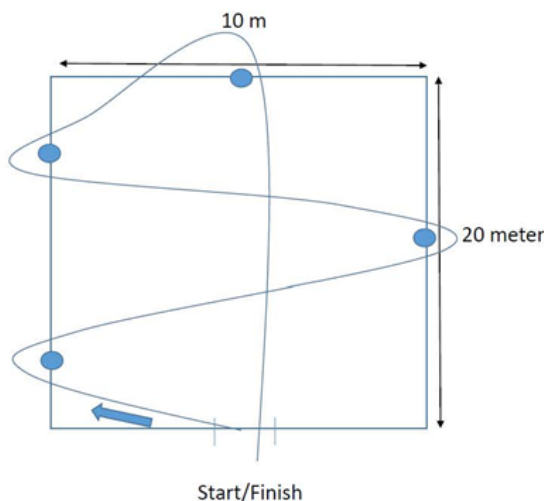
Kroppssammensetningen vil bli målt ved hjelp av en maskin som kalles Inbody 720. Her står du på en plattform mens du holder i to håndtak. Et svakt strømfelt sendes gjennom kroppen (du merker ingenting) og basert på at ulikt kroppsvev har ulik motstand mot strøm vil denne kunne beregne hvor mye muskelmasse, fettmasse og beinmasse du har. Den finner i tillegg fettprosent.

Eksplosiv styrke i beina måles ved at du skal hoppe så høyt du kan på en spesiell plattform som måler hvor stor kraft du skaper mot bakken. Den regner da ut hvor høyt du hopper. Eksplosiv styrke i overkroppen måles ved medisinalstøt. Her skal du støte en 10 kg medisinalball lengst mulig.

Anaerob kapasitet måles ved en test vi kaller evakueringstest (EVAC-test). Dette er en test som skal etterligne det å redde en skadet medsoldat. Du skal først løpe gjennom en sikksakk løype av kjegler alt du kan (se figuren). Du plukker så opp en evakueringsdukke som veier 70 kg for guttene og 50 kg for jentene som skal dras gjennom løypen

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

så fort som mulig. Totaltid på begge rundene blir ca 40-50 sekunder med maksimal innsats.



Figur 1. Figuren viser løypen man skal løpe 2 runder i EVAC testen. På den andre rundes dras en dokke gjennom løypen.

Aerob kondisjon måles ved hjelp av Beep-test. I denne testen løper du mellom to kjepler med 20 meters avstand. En høyttaler vil pipe jevnlig, og du må alltid rekke over til neste kjeple før neste pip. Hvert minutt vil farten øke ved at det blir kortere tid mellom pipene. Her er det om å gjøre å holde ut lengst mulig og man må presse seg hardt mot slutten. Beep-testen vil ikke gjennomføres ved testrunden rett etter opptaket.

Blodprøver vil tas fastende om morgenen før frokost dagene disse skal tas. De tas i armen slik som på de fleste legekantor.

Det vil også gjennomføres en spørreundersøkelse som har til hensikt å undersøke hvorvidt det er psykologiske og psykososiale forskjeller mellom de som blir tatt opp i henholdsvis fallskjermjegerropp og jegerropp, og de som ikke blir tatt opp. Du vil bli spurt om ulike motiver og strategier for prestasjon og mestring, og undersøkelsen tar 20-30 minutter å gjennomføre. Kvinnelige deltakere vil i tillegg bli bedt om å besvare et kort spørreskjema om menstruasjonssyklus og p-pillebruk.

Kvelden fredag 28. juli vil vi komme å holde et informasjonsmøte angående studien der mer detaljer vil bli gitt. Her vil dere for eksempel få vite tidspunkt for testene. Dette er kvelden før testene vil begynne, så det er fint om dere har tenkt gjennom om dere ønsker å være med og om det er ting dere lurer på. De første testene (testrunden før opptaket starter) vil gjennomføres 29-30. juli. Hver soldat skal bare testes en av disse dagene. Her vil det tas blodprøver om morgenen før frokost og fysiske tester senere på dagen. FSK støtter prosjektet, så dere vil få pause fra tjenesten når dere skal møte opp på test.

Under selve opptaket vil noen av dere blir bedt om å ha på seg et akselerometer på håndleddet. Dette veier bare 16 gram (ca som en klokke) og registrerer all aktivitet under øvelsen, slik at vi får et estimat på deres energiforbruk, søvnmønster og aktivitetsnivå.

Selve opptaket vil gjennomføres i regi av FSK og deltakelse i studien vil ikke påvirke gjennomføringen av selve opptaket eller påvirke deres muligheter for å bli tatt opp i fallskjermjegerroppen eller jegerroppen. Annet enn å bære akselerometer på håndleddet vil det ikke være noen testing under selve opptaksuken.

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

Blir du av FSK tatt ut av opptaket eller trekker deg fra opptaksprosessen vil din deltagelse i studien avsluttes. Opplysningene samlet inn om deg vil fortsatt kunne bli brukt i diverse analyser.

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Det er ingen direkte fordeler for deg som enkeltperson ved å delta i studien. Du vil få kartlagt din respons på en krevende militær øvelse som kan være nyttig hvis du senere skal gjennomføre lignende øvelser. Dette kan være veldig nyttig hvis du blir tatt opp i fallskjermjegergruppen eller jegergruppen som gjennomfører flere fysiske krevende øvelser i løpet av året. I tillegg får du testet din prestasjonsevne i ulike fysiske tester og målt din kroppssammensetning som mange synes er veldig spennende. I tillegg bidrar du til innsamling av viktig kunnskap. Deltakelse i studien medfører minimal risiko. Det vil likevel kreve litt av din tid, men testene vil som forklart gjennomføres i tjenestetiden. Noen synes blodprøvetagningen kan være noe ubehagelig og de fysiske testene kan oppleves anstrengende.

FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er fullstendig frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte Olav Vikmoen, 63807825, olav.vikmoen@ffi.no.

HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert.

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenner opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger gjennom en navneliste.

Prosjektleder har ansvar for den daglige driften av forskningsprosjektet og at opplysninger om deg blir behandlet på en sikker måte. Informasjon om deg vil bli anonymisert eller slettet senest fem år etter prosjektslutt.

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

HVA SKJER MED PRØVER SOM BLIR TATT AV DEG?

Prøvene som tas av deg analyseres kort tid etter prøvetakning og destrueres senest to måneder etter prøvetakning.

FORSIKRING

Du er som ellers dekket av Forsvarets egne forsikringsordninger for vernepliktige soldater. For den delen som omfatter forskningsdeltakelsen er du også dekket av ordningen med Norsk pasientskadeerstatning.

GODKJENNING

Prosjektet er vurdert av Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk og bedømt til å falle utenfor deres mandat, og kan derfor gjennomføres uten deres godkjenning. Spørreundersøkelsen er meldt til Personvernombudet for forskning ved FFI, som følger opp at forskerne ivaretar alle lovpålagte plikter for ivaretagelse av ditt personvern.

Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?, 23.06.2017, lang utgave

SAMTYKKE TIL DELTAKELSE I PROSJEKTET

JEG ER VILLIG TIL Å DELTA I PROSJEKTET

Sted og dato

Deltakers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

Sted og dato

Signatur

Rolle i prosjektet

B Forsøksteam

B.1 Forsøksteam for Studie I



Figur B.1 Fra venstre Nicholes Armstrong, Hilde K. Teien, Cassandra Rousayne, Olav Vikmoen, Kristine Gulliksrud, Thomas A. Valnes, Rita Tansø, Marques Wilson, Ingjerd Thrane, Adrienne Hatch og fotograf Svein Martini.



Figur B.2 Fra venstre Nicholes Armstrong, Marques Wilson, Kristine Gulliksrud, Olav Vikmoen, Svein Martini, Thomas A. Valnes, Adrienne Hatch og Cassandra Rousayne.

B.2 Forsøksteam under Studie II



Figur B.3 Fra venstre rad en) Rita Tansø, Kristine Gulliksrud, Nina Rones, Heidi Ramsdal-Ekle og rad to) Magnhild Skare, Anders Aandstad, Hilde K. Teien, Marius Raustøl, Olav Vikmoen.

C REK-godkjenninger

C.1 Studie I



| | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------------|----------------------------------|---|
| Region: REK sør-øst | Saksbehandler: Mariann Glenna Davidsen | Telefon: 22845526 | Vår dato: 14.02.2017 | Vår referanse: 2016/2230 REK sør-øst B |
| | | | Deres dato: 06.12.2016 | Deres referanse: |

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Olav Vikmoen
Forsvarets forskningsinstitutt

2016/2230 Er det kjønnsforskjeller i restitusjonen av fysisk prestasjonsevne og fysiologiske markører etter en krevende militær feltøvelse?

Forskningsansvarlig: Forsvarets forskningsinstitutt
Prosjektleder: Olav Vikmoen

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK sør-øst) i møtet 18.01.2017. Vurderingen er gjort med hjemmel i helseforskningsloven (hfl.) § 10, jf. forskningsetikkloven § 4.

Prosjektleders prosjektbeskrivelse

"Vernepliktige gjennomgår ofte langvarige militære øvelser med betydelig fysiske og mentale utfordringer. Slike påkjenninger fører til bl.a. tap av muskelmasse, redusert fysisk prestasjonsevne, skade på muskelceller og hormonelle endringer. Desverre så er tidligere studier innen dette feltet nesten utelukkende utført på mannlige soldater. Kunnskapen om effekten av slike øvelser hos kvinner er derfor mangelfull. I tillegg mangler det kunnskap om hvordan de negative konsekvensene av slike øvelser restituerer de første dagene etter øvelsen hos begge kjønn. Vi vil i denne studien sammenligne effekten av en krevende feltøvelse mellom menn og kvinner. I tillegg vil soldatene bli fulgt opp de første 3 dagene etter øvelsen for å kartlegge restitusjonen. Studien vil inkludere ca 40 vernepliktige (20 menn og 20 kvinner) fra 2. bataljon ved Skjold leir. Vi vil undersøke de før, rett etter, 24 timer etter og 72 timer etter en 4 dagers feltøvelse som soldatene skal gjennomføre vinteren 2017."

Komiteens vurdering

Dette prosjektet skal gjennomføres i forbindelse med forsvarets vinterøvelse. Deltakerne (vernepliktige) blir rekruttert i forkant av øvelsen, og rekrutteringsprosedyrene synes godt gjennomtenkt. Det skal rekrutteres 20 kvinner og 20 menn.

Deltakerne skal følges opp før, under og etter øvelsen med blodprøvetaking, spyttprøver og tester av fysisk og psykisk tilstand. Det skal ikke gjøres noen genetiske undersøkelser av materialet.

Fomålet med prosjektet vil være å sammenligne forskjeller hos kvinner og menn etter krevende øvelser i forsvaret samt gjøre en kartlegging av restitusjon. Det er ikke nødvendig å opprette en egen forskningsbiobank da materialet ikke skal oppbevares mer enn 2 mnd.

Samtykke

Alle deltakere skal avgi informert samtykke. Informasjons- og samtykkeskriv synes dekkende.

Komiteen har ingen forskningsetiske innvendinger til prosjektet, men vil bemerke at dersom analyser skal

Besøksadresse:
Gullhaugveien 1-3, 0484 Oslo

Telefon: 22845511
E-post: post@helseforskning.etikk.no
Web: <http://helseforskning.etikk.no/>

All post og e-post som inngår i saksbehandlingen, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer

Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff

overføres til USA (som nevnt i søknadsskjema) må dette søkes om i endringsmelding i forkant.

Vedtak

Komiteen godkjenner prosjektet i henhold til helseforskningsloven § 9 og § 33.

Godkjenningen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden.

Tillatelsen gjelder til 01.02.2018. Av dokumentasjonshensyn skal opplysningene likevel bevares inntil 01.02.2023. Opplysningene skal lagres avidentifisert, dvs. atskilt i en nøkkel- og en opplysningsfil. Opplysningene skal deretter slettes eller anonymiseres, senest innen et halvt år fra denne dato.

Forskningsprosjektets data skal oppbevares forsvarlig, se personopplysningsforskriften kapittel 2, og Helsedirektoratets veileder ”*Personvern og informasjonssikkerhet i forskningsprosjekter innenfor helse- og omsorgssektoren*”

Sluttmelding og søknad om prosjektendring

Prosjektleder skal sende sluttmelding til REK sør-øst på eget skjema, jf. hfl. § 12. Prosjektleder skal sende søknad om prosjektendring til REK sør-øst dersom det skal gjøres vesentlige endringer i forhold til de opplysninger som er gitt i søknaden, jf. hfl. § 11.

Klageadgang

Du kan klage på komiteens vedtak, jf. forvaltningslovens § 28 flg. Klagen sendes til REK sør-øst B. Klagefristen er tre uker fra du mottar dette brevet. Dersom vedtaket opprettholdes av REK sør-øst B, sendes klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag for endelig vurdering.

Komiteens avgjørelse var enstemmig.

Med vennlig hilsen

Grete Dyb
professor, dr. med.
leder REK sør-øst B

Mariann Glenna Davidsen
rådgiver

Kopi til:

- *Avdelingssjef Janet Martha Blatny, Forsvarets forskningsinstitutt*
- *Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) ved øverste administrative ledelse*

C.2 Studie II



| | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|--|
| Region: REK sør-øst | Saksbehandler: Anne S. Kavli | Telefon: 22845512 | Vår dato: 19.05.2016 | Vår referanse: 2016/632/REK sør-øst A |
| | | | Deres dato: 30.03.2016 | Deres referanse: |

Vår referanse må oppgis ved alle henvendelser

Truls Raastad
Norges idrettshøgskole

2016/632 Er det forskjeller i hvordan kvinnelige og mannlige soldater tolerer og tilpasser seg et fysisk krevende utdanningsprogram

Vi viser til søknad om forhåndsgodkjenning av ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden ble behandlet av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK sør-øst) i møtet 28.04.2016. Vurderingen er gjort med hjemmel i helseforskningsloven § 10, jf. forskningsetikkloven § 4.

Forskningsansvarlig: Norges idrettshøgskole
Prosjektleder: Truls Raastad

Prosjektbeskrivelse (redigert av REK)

Formålet med prosjektet er å undersøke om det er kjønnsforskjeller ved hvordan soldater takler fysisk krevende belastninger.

I forbindelse med at allmenn verneplikt ble innført fra 1. januar 2015 ønsker Forsvaret å undersøke hvordan fysisk krevende belastning påvirker henholdsvis mannlige og kvinnelige soldater. Det finnes en rekke fysiske og fysiologiske forskjeller mellom menn og kvinner. En tidligere gjennomført israelsk studie har indikert at kvinnelige soldater hadde høyere forekomst av belastningsskader sammenlignet med mannlige soldater i samme enhet. I dette prosjektet vil man derfor undersøke hvordan mannlige og kvinnelige soldater responderer på norsk militær utdanning i forhold til kroppssammensetning, fysisk form og skaderisiko slik at det kan utarbeides retningslinjer for seleksjon, treningsplanlegging og restitusjonstiltak.

Prosjektet er tredelt. I delprosjekt 1 og 2 vil man undersøke belastning og restitusjonsprosessen i forbindelse med seleksjonsprosess og en vinterøvelse. I delprosjekt 3 vil det undersøkes hvordan hele utdanningen (10 måneder) påvirker soldatene i forhold til opplevd belastning, tretthet, fysisk prestasjon og eventuell forekomst av skader.

Opplysninger som inngår i prosjektet er fysiske testresultater fra sesjon del 2, helseprofil fra sesjon del 1, kroppssammensetning, biologiske markører i blodprøver, fysisk prestasjonsevne, søvn-/hvilemønster, matinntak, aktivitetsnivå og energiforbruk, eventuell graviditet, p-pillebruk og menstruasjonssyklus, biomarkører og polymorfisme i genene ACE og ACTN3. I tillegg skal det fylles ut spørreskjema med spørsmål om velvære, trening, skader og holdning til mat.

Besøksadresse:
Gullhaugveien 1-3, 0484 Oslo

Telefon: 22845511
E-post: post@helselorskninng.etikkom.no
Web: <http://helselorskninng.etikkom.no/>

All post og e-post som inngår i saksbehandling, bes adressert til REK sør-øst og ikke til enkelte personer

Kindly address all mail and e-mails to the Regional Ethics Committee, REK sør-øst, not to individual staff

Det planlegges å inkludere 300 vernepliktige soldater som skal delta i en krevende seleksjonsprosess og videre i et utdanningsprogram. Antall deltakere på slutten av prosjektet vil dermed være vesentlig lavere.

Det planlegges å opprette en ny prosjektspesifikk forskningsbiobank, «Allmenn verneplikt» med ansvarshavende Truls Raastad ved Norsk Idrettshøgskole.

Vurdering

Formålet med prosjektet, slik det fremkommer av søknad og protokoll, er å undersøke effekten av fysisk krevende belastning på friske mannlige og kvinnelige vernepliktige. Prosjektet har etter komiteens vurdering ikke som formål å skaffe til veie ny kunnskap om helse og sykdom.

Av den grunn faller prosjektet det her søkes om utenfor virkeområdet til helseforskningsloven. Helseforskningsloven gjelder for medisinsk og helsefaglig forskning, definert som forskning på mennesker, humant biologisk materiale og helseopplysninger, som har som formål å frambringe ny kunnskap om helse og sykdom, jf. helseforskningsloven §§ 2 og 4a. Formålet er avgjørende, ikke om forskningen utføres av helsepersonell eller på pasienter eller benytter helseopplysninger.

Etter helseforskningsloven § 25 kreves det godkjenning av REK for opprettelse av en forskningsbiobank. Helseforskningsloven § 25 gjelder imidlertid bare for prosjekter som omfattes av helseforskningslovens virkeområde, altså medisinsk og helsefaglig forskning, jf. helseforskningsloven § 2. For prosjekter som faller utenfor helseforskningslovens virkeområde, slik tilfelle er for omsøkte prosjekt, kreves det dermed ikke at REK godkjenner opprettelse av en forskningsbiobank.

Det vises her til brev fra Helse- og omsorgsdepartementet til Helsedirektoratet datert 11.08.2014 (ref 14/6565), der departementet skriver: «Opprettelse av en forskningsbiobank til forskningsformål som ikke innebærer medisinsk og helsefaglig forskning på mennesker som nevnt, reguleres ikke av helseforskningsloven og omfattes heller ikke av behandlingsbiobankloven.»

Imidlertid mener komiteen at prosjektleder bør kontakte Helsedirektoratet for en avklaring av om det for gjennomføringen av prosjektet er behov for en godkjenning derfra, med bakgrunn i at det skal gjennomføres genetiske undersøkelser i prosjektet.

Prosjekter som faller utenfor helseforskningslovens virkeområde kan gjennomføres uten godkjenning av REK. Det er institusjonens ansvar på å sørge for at prosjektet gjennomføres på en forsvarlig måte med hensyn til for eksempel regler for taushetsplikt og personvern.

Vedtak

Prosjektet faller utenfor helseforskningslovens virkeområde, jf. § 2, og kan derfor gjennomføres uten godkjenning av REK.

Komiteens avgjørelse var enstemmig.

Klageadgang

Komiteens vedtak kan påklages til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag, jf. helseforskningsloven § 10, 3 ledd og forvaltningsloven § 28. En eventuell klage sendes til REK Sørøst A. Klagefristen er tre uker fra mottak av dette brevet, jf. forvaltningsloven § 29.

Med vennlig hilsen

Knut Engedal
Professor dr. med.
Leder

Anne S. Kavli
Seniorkonsulent

Kopi til: turid.sjostedt@nih.no; Norges idrettshøgskole ved øverste administrative ledelse: postmottak@nih.no, Biobankregisteret: biobankregisteret@fhi.no

D Tabeller med oversikt over resultat

D.1 Kroppssammensetning

Tabell D.1 Endring av kroppssammensetning under Studie I og -II.

| Kroppssammensetning | | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|---------------------|-----------|---|--------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Kroppsvekt | Studie I | M | kg | 82,9 ± 11,0 ^a | 80,7 ± 11,2* | 81,3 ± 11,4* | 82,0 ± 11,8* | – | – |
| | | | % end. | – | -2,6 ± 1,4 | -2,0 ± 1,4 | -1,1 ± 1,5 | – | – |
| | | K | kg | 68,6 ± 9,1 | 67,0 ± 9,1* | 67,7 ± 9,0* | 68,0 ± 9,0* | – | – |
| | | | % end. | – | -2,3 ± 0,8 | -1,3 ± 0,7 | -0,8 ± 0,9 | – | – |
| | Studie II | M | kg | 79,5 ± 6,3 ^a | 73,0 ± 5,7* | 75,0 ± 5,9* | 79,8 ± 6,2 | 80,6 ± 6,2* | 81,2 ± 6,2* |
| | | | % end. | – | -8,2 ± 1,1 ^a | -5,5 ± 1,3 ^a | 0,4 ± 1,9 | 1,5 ± 1,7 | 2,3 ± 2,3 ^a |
| | | K | kg | 67,7 ± 5,5 | 65,1 ± 5,4* | 65,8 ± 5,5* | 67,4 ± 6,3 | 68,0 ± 5,7 | 68,1 ± 5,7 |
| | | | % end. | – | -3,9 ± 1,0 | -2,8 ± 1,0 | -0,6 ± 1,8 | 0,3 ± 1,2 | 0,6 ± 1,7 |
| Muskelmasse | Studie I | M | kg | 41,3 ± 5,4 ^a | 41,0 ± 5,3 | 41,1 ± 5,4 | 41,3 ± 5,6 | – | – |
| | | | % end. | – | -0,6 ± 1,4 | -0,5 ± 1,4 | 0,1 ± 1,5 | – | – |
| | | K | kg | 29,3 ± 3,6 | 29,2 ± 3,2 | 29,5 ± 3,3 | 29,4 ± 3,3 | – | – |
| | | | % end. | – | -0,3 ± 1,4 | 0,7 ± 1,7 | 0,2 ± 1,8 | – | – |
| | Studie II | M | kg | 43,1 ± 3,8 ^a | 40,4 ± 3,3* | 41,1 ± 3,3* | 43,5 ± 3,7 | 43,8 ± 3,8* | 43,1 ± 3,8 |
| | | | % end. | – | -6,1 ± 2,1 ^a | -4,7 ± 1,7 ^a | 0,9 ± 1,9 | 1,6 ± 1,5 | 0,0 ± 2,1 |
| | | K | kg | 32,0 ± 1,9 | 31,9 ± 2,3 | 31,9 ± 2,3 | 32,6 ± 2,4 | 32,6 ± 2,1* | 31,5 ± 2,0 |
| | | | % end. | – | -0,4 ± 2,5 | -0,6 ± 1,7 | 1,6 ± 2,6 | 1,8 ± 1,4 | -1,5 ± 1,9 |
| Fettmasse | Studie I | M | kg | 10,8 ± 4,3 ^a | 9,4 ± 4,4* | 9,6 ± 4,2* | 9,9 ± 4,3* | – | – |
| | | | % end. | – | -15,3 ± 9,6 | -12,8 ± 7,8 | -9,8 ± 6,8 | – | – |
| | | K | kg | 16,2 ± 4,0 | 15,0 ± 4,5* | 15,0 ± 4,6* | 15,5 ± 4,5* | – | – |
| | | | % end. | – | -8,3 ± 4,7 | -8,5 ± 5,4 | -4,9 ± 5,0 | – | – |
| | Studie II | M | kg | 4,2 ± 1,4 ^a | 2,4 ± 0,5* | 3,1 ± 0,9* | 3,3 ± 1,0* | 4,7 ± 1,3 | 6,4 ± 1,5* |
| | | | % end. | – | -38,8 ± 18,9 | -24,3 ± 19,2 | -19,9 ± 15,6 | 13,0 ± 18,2 ^a | 57,0 ± 34,3 ^a |
| | | K | kg | 10,8 ± 3,7 | 8,0 ± 3,3* | 8,5 ± 3,1* | 9,1 ± 3,1* | 10,2 ± 3,2 | 12,0 ± 3,4* |
| | | | % end. | – | -27,0 ± 10,7 | -21,1 ± 6,0 | -15,3 ± 4,9 | -3,2 ± 9,7 | 14,0 ± 14,6 |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12.

Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b =

signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05).

Forkortelser: M = menn, K = kvinner, % end. = prosentvise endringer fra Pre.

D.2 Fysisk prestasjonsevne

Tabell D.2 Oversikt endringer av fysisk prestasjonsevne under Studie I og –II.

| Fysisk prestasjonsevne | | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|------------------------------|-----------|---|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Svikhoppøydde | Studie I | M | cm | 41,1 ± 6,0 ^a | 40,7 ± 5,3 | 40,8 ± 4,5 | 40,7 ± 4,6 | – | – |
| | | | % end. | – | –0,2 ± 7,4 | –1,0 ± 5,4 | –1,1 ± 6,3 | – | – |
| | | K | cm | 29,5 ± 3,8 | 30,1 ± 3,7 | 29,9 ± 3,8 | 29,4 ± 3,7 | – | – |
| | | | % end. | – | 2,3 ± 6,4 | 1,33 ± 5,34 | –0,4 ± 5,2 | – | – |
| | Studie II | M | cm | 38,7 ± 4,1 ^a | 31,2 ± 4,1 [*] | 31,3 ± 3,9 [*] | 29,4 ± 3,9 [*] | 30,0 ± 4,0 [*] | 32,0 ± 4,0 [*] |
| | | | % end. | – | –17,4 ± 7,1 | –15,7 ± 6,6 ^a | –19,2 ± 4,9 ^a | –16,7 ± 4,4 ^a | –10,6 ± 5,8 ^a |
| | | K | cm | 29,0 ± 3,6 | 23,5 ± 3,8 [*] | 24,2 ± 3,8 [*] | 24,8 ± 3,4 [*] | 24,1 ± 3,7 [*] | 26,3 ± 3,1 [*] |
| | | | % end. | – | –14,0 ± 7,1 | –9,8 ± 6,2 | –9,3 ± 6,2 | –9,5 ± 7,4 | –3,6 ± 7,2 |
| Maksimal effekt ved svikhopp | Studie I | M | Watt | 4432 ± 869 ^a | 4268 ± 784 [*] | 4190 ± 757 [*] | 4204 ± 785 [*] | – | – |
| | | | % end. | – | –3,4 ± 4,9 | –5,1 ± 4,7 | –4,9 ± 5,1 | – | – |
| | | K | Watt | 2919 ± 408 | 2860 ± 421 [*] | 2845 ± 390 [*] | 2804 ± 392 [*] | – | – |
| | | | % end. | – | –2,1 ± 3,4 | –2,4 ± 3,5 | –3,9 ± 4,2 | – | – |
| | Studie II | M | Watt | 3813 ± 511 ^a | 3144 ± 434 [*] | 3209 ± 441 [*] | 3080 ± 437 [*] | 3177 ± 457 [*] | 3409 ± 508 [*] |
| | | | % end. | – | –19,1 ± 7,6 | –18,7 ± 8,9 | –23,7 ± 6,7 ^a | –22,2 ± 5,9 | –16,9 ± 6,1 ^a |
| | | K | Watt | 2650 ± 384 | 2265 ± 280 [*] | 2387 ± 357 [*] | 2394 ± 309 [*] | 2388 ± 333 [*] | 2540 ± 310 [*] |
| | | | % end. | – | –18,4 ± 11,1 | –16,4 ± 8,7 | –14,3 ± 8,0 | –16,4 ± 10,4 | –8,9 ± 8,3 |
| EVAK | Studie I | M | sek | 42,0 ± 2,9 ^a | 42,8 ± 3,6 | 42,2 ± 2,6 | 41,8 ± 2,8 | – | – |
| | | | % end. | – | 2,1 ± 7,1 | 0,9 ± 4,5 | –0,0 ± 5,2 | – | – |
| | | K | sek | 45,4 ± 2,3 | 45,8 ± 3,0 | 46,3 ± 2,8 | 45,6 ± 2,6 | – | – |
| | | | % end. | – | 0,8 ± 4,7 | 1,3 ± 3,7 | –0,3 ± 2,9 | – | – |
| | Stu | M | sek | 43,0 ± 2,5 ^a | 68,3 ± 10,0 [*] | 51,5 ± 5,6 [*] | 47,6 ± 3,2 [*] | 46,0 ± 3,0 [*] | 42,9 ± 2,4 |

| Fysisk prestasjonsevne | | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| | K | % end. | – | 54,8 ± 21,8 | 18,8 ± 11,8 | 10,4 ± 5,1 | 6,8 ± 3,2 | –0,2 ± 4,2 | |
| | | sek | 45,6 ± 2,5 | 67,0 ± 15,0* | 57,4 ± 4,9* | 51,9 ± 4,9* | 49,7 ± 3,6* | 47,2 ± 2,4* | |
| | | % end. | – | 46,6 ± 31,0 | 25,7 ± 15,1 | 13,7 ± 8,1 | 8,9 ± 5,5 | 3,5 ± 4,2 | |
| Est. VO ₂ -maks | Studie I | M | ml/kg*min | 54,6 ± 4,3 ^a | 54,8 ± 3,7 | 56,4 ± 3,1 | 56,3 ± 3,5 | – | – |
| | | | % end. | – | –1,0 ± 4,5 | 2,1 ± 2,9 | 1,9 ± 2,8 | – | – |
| | K | ml/kg*min | 46,2 ± 4,8 | 45,4 ± 4,4 | 46,1 ± 5,0 | 46,2 ± 5,1 | – | – | |
| | | % end. | – | –2,1 ± 4,2 | 1,1 ± 3,8 | 1,5 ± 3,8 | – | – | |
| Medisinballstøt | Studie II | M | m | 4,8 ± 0,5 ^a | 4,3 ± 0,6* | 4,4 ± 0,6* | 4,6 ± 0,5* | 4,7 ± 0,5* | 4,8 ± 0,5 |
| | | | % end. | – | –11,4 ± 7,0 | –8,6 ± 7,1 | –4,0 ± 5,3 | –2,7 ± 4,4 | 0,7 ± 5,3 |
| | K | m | 3,7 ± 0,3 | 3,2 ± 0,3* | 3,4 ± 0,3* | 3,5 ± 0,3* | 3,5 ± 0,3* | 3,6 ± 0,3 | |
| | | % end. | – | –11,2 ± 7,1 | –7,5 ± 7,6 | –5,5 ± 6,0 | –4,7 ± 3,9 | –0,5 ± 6,1 | |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: EVAK-testen: menn: n = 10 og kvinner: n = 11, Svikhopp: menn: n = 17 og kvinner: n = 12 og medisinballstøt: menn: n = 18 og kvinner: n = 12. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I, * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05). Forkortelser: M = menn, K = kvinner, % end. = prosentvise endringer fra Pre, sek = sekunder, m = meter.

D.3 Blodmarkører

Tabell D.3 Testosteronnivå i blodet under Studie I og –II.

| Testosteron | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|-------------|---------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Studie I | Menn | nmol/l | 21,7 ± 5,8 ^a | 17,4 ± 5,8 ^{*a} | 18,0 ± 5,3 ^{*a} | 20,6 ± 5,6 ^a | – | – |
| | | % end. | – | –20,0 ± 16,1 | –16,4 ± 16,3 | –3,46 ± 19,9 | – | – |
| | Kvinner | nmol/l | 1,0 ± 0,2 | 1,0 ± 0,3 | 1,0 ± 0,3 | 0,9 ± 0,2 | – | – |
| | | % end. | – | 3,31 ± 28,8 | 0,37 ± 24,8 | –2,98 ± 18,7 | – | – |
| Studie II | Menn | nmol/l | 10,6 ± 5,0 ^{ab} | – | 4,2 ± 1,5 ^{*a} | 8,0 ± 3,9 ^{*a} | 17,1 ± 4,7 ^{*a} | 19,8 ± 4,5 ^{*a} |
| | | % end. | – | – | –57,6 ± 11,5 | –20,0 ± 29,1 | 87,3 ± 74,8 | 113 ± 72,9 |
| | Kvinner | nmol/l | 1,0 ± 0,5 | – | 1,2 ± 0,4 | 1,1 ± 0,4 | 1,1 ± 0,3 | 1,0 ± 0,3 |
| | | % end. | – | – | 33,7 ± 37,8 | 21,3 ± 36,1 | 23,5 ± 34,7 | 10,4 ± 30,2 |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik, ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og ^{*} = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05). Forkortelser: % end. = prosentvise endringer fra Pre.

Tabell D.4 Kortisolnivå i blodet under Studie I og - II.

| Kortisol | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|-----------|---------|--------|------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Studie I | Menn | nmol/l | 540 ± 133 ^a | 541 ± 87 | 594 ± 116 ^a | 483 ± 127 ^a | – | – |
| | | % end. | – | 8,20 ± 41,8 | 18,0 ± 45,9 | –4,75 ± 33,2 | – | – |
| | Kvinner | nmol/l | 710 ± 132 | 594 ± 199* | 714 ± 198 | 630 ± 155* | – | – |
| | | % end. | – | –17,7 ± 27,7 | 0,49 ± 22,5 | –12,1 ± 16,2 | – | – |
| Studie II | Menn | nmol/l | 564 ± 136 ^a | – | 682 ± 79 ^{*a} | 514 ± 66 ^a | 549 ± 143 ^a | 474 ± 118 ^{*a} |
| | | % end. | – | – | 26,2 ± 26,4 ^a | –4,81 ± 20,1 ^a | 4,19 ± 40,9 ^a | –13,1 ± 25,5 ^a |
| | Kvinner | nmol/l | 343 ± 219 ^b | – | 771 ± 155* | 677 ± 196* | 666 ± 101* | 711 ± 82* |
| | | % end. | – | – | 166 ± 93,4 | 132 ± 96,1 | 137 ± 91,3 | 154 ± 96,7 |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12.

Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik, ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05).

Forkortelser: % end. = prosentvise endringer fra Pre.

Tabell D.5 IGF-1-nivå i blodet under Studie I og II.

| IGF-1 | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|-----------|---------|--------|--------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
| Studie I | Menn | nmol/l | 28,0 ± 2,8 | 21,4 ± 3,7* | 21,0 ± 4,4* | 21,5 ± 4,2* | – | – |
| | | % end. | – | –23,4 ± 12,3 | –24,9 ± 13,6 | –23,3 ± 11,9 | – | – |
| | Kvinner | nmol/l | 30,0 ± 10,8 | 23,0 ± 6,0* | 20,4 ± 5,5* | 21,6 ± 5,9* | – | – |
| | | % end. | – | –16,6 ± 22,6 | –26,8 ± 16,3 | –21,7 ± 22,0 | – | – |
| Studie II | Menn | nmol/l | 14,0 ± 2,4 ^{ab} | – | 10,0 ± 1,6* | 12,4 ± 2,2* | 20,3 ± 3,1* | 23,5 ± 4,7* |
| | | % end. | – | – | –28,3 ± 8,62 ^a | –10,9 ± 11,4 ^a | 46,0 ± 19,0 | 69,0 ± 29,1 |
| | Kvinner | nmol/l | 17,6 ± 5,1 ^b | – | 10,1 ± 2,6* | 13,7 ± 4,3* | 23,7 ± 6,9* | 26,8 ± 7,9* |
| | | % end. | – | – | –41,5 ± 7,52 | –21,0 ± 13,9 | 36,3 ± 30,8 | 52,4 ± 21,4 |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12. verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik, ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05). Forkortelser: % end. = prosentvise endringer fra Pre, IGF-1; insulinlignende vekstfaktor 1.

Tabell D.6 CK-nivået i blodet under Studie I og -II.

| CK | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|-----------|---------|--------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Studie I | Menn | U/I | 374 ± 209 | 455 ± 221 ^a | 416 ± 207 ^a | 330 ± 279 ^a | – | – |
| | | % end. | – | 55,6 ± 111 | 45,2 ± 112 | 15,7 ± 135 | – | – |
| | Kvinner | U/I | 240 ± 222 | 277 ± 217 | 215 ± 124 | 121 ± 53* | – | – |
| | | % end. | – | 52,7 ± 80,6 | 22,4 ± 48,7 | -24,2 ± 40,1 | – | – |
| Studie II | Menn | U/I | 1480 ± 912 ^{ab} | – | 5882 ± 6964* | 1592 ± 1955 | 261 ± 334* | 174 ± 126* |
| | | % end. | – | – | 353 ± 430 | 23,0 ± 119 | -82,0 ± 10,3 ^a | -85,4 ± 13,1 ^a |
| | Kvinner | U/I | 515 ± 381 ^b | – | 4091 ± 5098* | 1076 ± 1470 | 164 ± 74* | 122 ± 82* |
| | | % end. | – | – | 999 ± 1967 | 185 ± 555 | -57,7 ± 22,2 | -67,5 ± 19,3 |

Merknader: Studie: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 23 og kvinner: n = 12. Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05). Referanseområdet for CK er lavere enn 210 for kvinner og 400 for menn.

Forkortelser: % end. = prosentvise endringer fra Pre, CK; kreatin kinase.

Tabell D.7 Laktatnivået i blodet under Studie I og –II.

| Laktat | | Pre | Post 0 t | Post 24 t | Post 72 t | Post 1 uke | Post 2 uker | |
|-----------|---------|--------|-------------|--------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Studie I | Menn | mmol/l | 11,1 ± 1,9 | 10,2 ± 1,51 | 10,7 ± 2,08 | 10,5 ± 1,96 | – | – |
| | | % end. | – | –5,20 ± 18,2 | –2,25 ± 16,6 | –4,01 ± 13,3 | – | – |
| | Kvinner | mmol/l | 10,8 ± 1,87 | 10,1 ± 1,40 | 10,3 ± 1,33 | 10,8 ± 0,92 | – | – |
| | | % end. | – | –4,89 ± 18,5 | –4,35 ± 14,7 | –3,07 ± 16,3 | – | – |
| Studie II | Menn | mmol/l | 13,0 ± 3,50 | 4,92 ± 2,06* | 9,12 ± 3,63 ^a | 8,70 ± 2,00 ^a | 8,13 ± 1,78 ^a | 9,19 ± 2,74 ^a |
| | | % end. | – | –61,9 ± 12,9 | –28,9 ± 20,9 | –31,4 ± 11,5 ^a | –35,3 ± 12,2 ^a | –28,1 ± 14,1 |
| | Kvinner | mmol/l | 11,2 ± 1,14 | 3,63 ± 1,12* | 6,33 ± 1,46* | 6,00 ± 1,52* | 5,96 ± 0,97* | 6,68 ± 1,26* |
| | | % end. | – | –67,1 ± 10,8 | –42,8 ± 16,9 | –45,9 ± 16,1 | –46,5 ± 10,1 | –39,9 ± 13,6 |

Merknader: Studie I: menn: n = 18 og kvinner: n = 13. Studie II: menn: n = 10 og kvinner: n = 11.

Verdier er presentert som gjennomsnitt ± standard avvik. ^a = signifikant forskjellig fra kvinner, ^b = signifikant forskjellig fra samme kjønn i studie I og * = signifikant forskjellig fra Pre (p < 0,05).

Forkortelser: % end. = prosentvise endringer fra Pre.

Referanser

1. Valnes, T., *Fysiologiske responser ved militær feltøvelse*, in *Masteroppgave i idrettsvitenskap*. 2018: Norges Idrettshøgskole (NIH).
2. Raustøl, M.L., *Sex differences in effect and recovery of strenuous military field exercise*, in *Masteroppgave i idrettsvitenskap*. 2018: Norges Idrettshøgskole (NIH).
3. Vikmoen, O., et al., *Sex differences in the physiological response to a demanding military field exercise*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports (SJMSS)*, 2020.
4. Hoyt, R.W., et al., *Negative energy balance in male and female rangers: effects of 7 d of sustained exercise and food deprivation*. *Am J Clin Nutr*, 2006. **83**(5): p. 1068-75.
5. Margolis, L.M., et al., *Effects of winter military training on energy balance, whole-body protein balance, muscle damage, soreness, and physical performance*. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2014. **39**(12): p. 1395-401.
6. Nindl, B.C., et al., *Physical performance and metabolic recovery among lean, healthy men following a prolonged energy deficit*. *Int J Sports Med*, 1997. **18**(5): p. 317-24.
7. Opstad, P.K., *Medical consequences in young men of prolonged physical stress with sleep and energy deficiency*. 1995, FFI: FFI.
8. Tharion, W.J., et al., *Energy requirements of military personnel*. *Appetite*, 2005. **44**(1): p. 47-65.
9. Nindl, B.C., et al., *Physical performance responses during 72 h of military operational stress*. *Med Sci Sports Exerc*, 2002. **34**(11): p. 1814-22.
10. Rognum, T.O., et al., *Physical and mental performance of soldiers on high- and low-energy diets during prolonged heavy exercise combined with sleep deprivation*. *Ergonomics*, 1986. **29**(7): p. 859-67.
11. Guezennec, C.Y., et al., *Physical performance and metabolic changes induced by combined prolonged exercise and different energy intakes in humans*. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1994. **68**(6): p. 525-30.
12. Hackney, A.C., et al., *Cold exposure during military operations: effects on anaerobic performance*. *J Appl Physiol (1985)*, 1991. **71**(1): p. 125-30.
13. Nindl, B.C., et al., *Physiological consequences of U.S. Army Ranger training*. *Med Sci Sports Exerc*, 2007. **39**(8): p. 1380-7.
14. Welsh, T.T., et al., *Effects of intensified military field training on jumping performance*. *Int J Sports Med*, 2008. **29**(1): p. 45-52.
15. Legg, S.J. and J.F. Patton, *Effects of sustained manual work and partial sleep deprivation on muscular strength and endurance*. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1987. **56**(1): p. 64-8.
16. Hamarsland, H., et al., *Depressed Physical Performance Outlasts Hormonal Disturbances after Military Training*. *Med Sci Sports Exerc*, 2018. **50**(10): p. 2076-2084.
17. Forsvaret. *Forsvarets årsrapport 2019*. 2020; Available from: https://forsvaret.no/fakta /ForsvaretDocuments/forsvaret_aarsrapport_2019_web.pdf.
18. Janssen, I., et al., *Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr*. *J Appl Physiol (1985)*, 2000. **89**(1): p. 81-8.
19. Nindl, B.C., et al., *Operational Physical Performance and Fitness in Military Women: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations*. *Mil Med*, 2016. **181**(1 Suppl): p. 50-62.

-
-
20. Miller, A.E., et al., *Gender differences in strength and muscle fiber characteristics*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1993. **66**(3): p. 254-62.
 21. Epstein, Y., et al., *Physiological employment standards IV: integration of women in combat units physiological and medical considerations*. Eur J Appl Physiol, 2013. **113**(11): p. 2673-90.
 22. Aandstad, A., *Fysiske testresultater i Forsvaret – relatert til alder og kjønn*. The Norwegian Defence University College/Norwegian School of Sport Sciences, Defence institution, 2015. **Data fra P3**: p. pp. 107.
 23. Hunter, S.K., *Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses*. Acta Physiol (Oxf), 2014. **210**(4): p. 768-89.
 24. Bam, J., et al., *Could women outrun men in ultramarathon races?* Med Sci Sports Exerc, 1997. **29**(2): p. 244-7.
 25. Hicks, A.L., J. Kent-Braun, and D.S. Ditor, *Sex differences in human skeletal muscle fatigue*. Exerc Sport Sci Rev, 2001. **29**(3): p. 109-12.
 26. Schmidt, W. and N. Prommer, *Impact of alterations in total hemoglobin mass on VO₂max*. Exerc.Sport Sci.Rev., 2010. **38**(2): p. 68-75.
 27. Hausswirth, C. and Y. Le Meur, *Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes*. Sports Med, 2011. **41**(10): p. 861-82.
 28. Tarnopolsky, M.A., *Gender differences in substrate metabolism during endurance exercise*. Can J Appl Physiol, 2000. **25**(4): p. 312-27.
 29. Speechly, D.P., S.R. Taylor, and G.G. Rogers, *Differences in Ultra-Endurance Exercise in Performance-Matched Male and Female Runners*. Med Sci Sports Exerc, 1996. **28**(3): p. 359-65.
 30. Coast, J.R., J.S. Blevins, and B.A. Wilson, *Do Gender Differences in Running Performance Disappear With Distance?* Can J Appl Physiol, 2004. **29**(2): p. 139-45.
 31. Hoffman, M.D., *Ultramarathon Trail Running Comparison of Performance-Matched Men and Women*. Med Sci Sports Exerc, 2008. **40**(9): p. 1681-6.
 32. Gomez-Merino, D., et al., *Immune and hormonal changes following intense military training*. Mil Med, 2003. **168**(12): p. 1034-8.
 33. McClung, J.P., et al., *Effects of a 7-day military training exercise on inflammatory biomarkers, serum hepcidin, and iron status*. Nutr J, 2013. **12**(1): p. 141.
 34. Friedl, K.E., et al., *Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment*. J Appl Physiol (1985), 2000. **88**(5): p. 1820-30.
 35. Tanskanen, M.M., et al., *Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(3): p. 787-97.
 36. Kenney, K., et al., *Serum creatine kinase after exercise: drawing the line between physiological response and exertional rhabdomyolysis*. Muscle Nerve, 2012. **45**(3): p. 356-62.
 37. Romijn, J.A., et al., *Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration*. Am J Physiol, 1993. **265**(3 Pt 1): p. 380-391.
 38. Tarnopolsky, M.A. and B.C. Ruby, *Sex differences in carbohydrate metabolism*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2001. **4**(6): p. 521-6.
 39. Hunter, S.K., *The Relevance of Sex Differences in Performance Fatigability*. Med Sci Sports Exerc, 2016. **48**(11): p. 2247-2256.
 40. Oosthuyse, T. and A.N. Bosch, *Oestrogen's regulation of fat metabolism during exercise and gender specific effects*. Curr Opin Pharmacol, 2012. **12**(3): p. 363-71.

-
41. Brechue, W.F. and T. Abe, *The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance*. Eur J Appl Physiol, 2002. **86**(4): p. 327-36.
 42. McArdle, W.D., F.I. Katch, and V.L. Katch, *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance*. Vol. 5. 2001, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
 43. Bangsbo, J., L. Michalsik, and A. Petersen, *Accumulated O₂ deficit during intense exercise and muscle characteristics of elite athletes*. Int J Sports Med, 1993. **14**(4): p. 207-13.
 44. Opstad, P.K. and A. Aakvaag, *The effect of sleep deprivation on the plasma levels of hormones during prolonged physical strain and calorie deficiency*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1983. **51**(1): p. 97-107.
 45. Mattilsynet. *Matvaretabellen*. 2017 20. april 2018; Available from: <http://www.matvaretabellen.no>.
 46. Cunningham, J.J., *Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation*. Am J Clin Nutr, 1991. **54**(6): p. 963-9.
 47. Holteberget, K., *Validering av måleinstrumenter for kroppssammensetning, Validitet og rehabilitering for bioelektrisk impedans analyse og hudfoldmåling for måling av kroppssammensetning hos militært personell*, in *Masteroppgave i idrettsmedisinske fag*. 2010: Norges idrettshøgskole.
 48. Aandstad, A., et al., *Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnel*. Mil Med, 2014. **179**(2): p. 208-17.
 49. Angeltveit, A., et al., *Validity, Reliability, and Performance Determinants of a New Job-Specific Anaerobic Work Capacity Test for the Norwegian Navy Special Operations Command*. J Strength Cond Res, 2016. **30**(2): p. 487-96.
 50. Léger, L.A., et al., *The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness*. J Sports Sci, 1988. **6**(2): p. 93-101.
 51. Wood, R. *Beep test VO₂max calculator*. 2008 20. april 2018; Available from: <https://www.topendsports.com/testing/beepcalc.htm>.
 52. Ramsbottom, R., J. Brewer, and C. Williams, *A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake*. Br J Sports Med, 1988. **22**(4): p. 141-144.
 53. Aandstad, A. and J. Kirknes, *Validity and reliability of muscle strength field tests for use in the Norwegian Armed Forces.*, in *3rd International Conference on Physical Employments Standards*. . 2018: Portsmouth, England
 54. Aspenes, S.T., et al., *Peak oxygen uptake and cardiovascular risk factors in 4631 healthy women and men*. Med Sci Sports Exerc, 2011. **43**(8): p. 1465-1473.
 55. Sharp, M.A., et al., *Comparison of the physical fitness of men and women entering the U.S. Army: 1978-1998*. Med Sci Sports Exerc, 2002. **34**(2): p. 356-363.
 56. Allison, K.F., et al., *Musculoskeletal, biomechanical, and physiological gender differences in the US military*. US Army Med Dep J, 2015: p. 22-32.
 57. Esbjornsson-Liljedahl, M., et al., *Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women*. J Appl Physiol (1985), 1999. **87**(4): p. 1326-1332.
 58. Maud, P.J. and B.B. Shultz, *Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests*. British Journal of Sports Medicine, 1986. **20**(2): p. 51.
 59. Mayhew, J.L. and P.C. Salm, *Gender differences in anaerobic power tests*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1990. **60**(2): p. 133-138.
 60. Nindl, B.C., et al., *Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes*. Med Sci Sports Exerc, 1995. **27**(2): p. 235.

-
-
61. Roepstorff, C., et al., *Higher skeletal muscle alpha2AMPK activation and lower energy charge and fat oxidation in men than in women during submaximal exercise*. J Physiol, 2006. **574**(Pt 1): p. 125-138.
 62. Sandbakk, O., G.S. Solli, and H.C. Holmberg, *Sex Differences in World Record Performance: The Influence of Sport Discipline and Competition Duration*. Int J Sports Physiol Perform, 2017: p. 1-23.
 63. Carlock, M.J., et al., *The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2004. **18**(3): p. 534-539.
 64. Moss, B.M., et al., *Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1997. **75**(3): p. 193-199.
 65. Nuzzo, L.J., et al., *Relationship Between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2008. **22**(3): p. 699-707.
 66. Wisloff, U., et al., *Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players*. Br J Sports Med, 2004. **38**(3): p. 285-288.
 67. Berryman, C.E., et al., *Supplementing an energy adequate, higher protein diet with protein does not enhance fat-free mass restoration after short-term severe negative energy balance*. J Appl Physiol (1985), 2017. **122**(6): p. 1485-1493.
 68. Hall, K.D., *What is the required energy deficit per unit weight loss?* Int J Obes (Lond), 2008. **32**(3): p. 573-6.
 69. Lamont, L.S., *Gender differences in amino acid use during endurance exercise*. Nutr Rev, 2005. **63**(12 Pt 1): p. 419-22.
 70. Maughan, R.J., et al., *Diet composition and the performance of high-intensity exercise*. J Sports Sci, 1997. **15**(3): p. 265-75.
 71. Gathercole, R.J., et al., *Comparison of the Capacity of Different Jump and Sprint Field Tests to Detect Neuromuscular Fatigue*. J Strength Cond Res, 2015. **29**(9): p. 2522-31.
 72. Opstad, P.K., *Alterations in the morning plasma levels of hormones and the endocrine responses to bicycle exercise during prolonged strain. The significance of energy and sleep deprivation*. Acta Endocrinol (Copenh), 1991. **125**(1): p. 14-22.
 73. Boyum, A., et al., *The effect of strenuous exercise, calorie deficiency and sleep deprivation on white blood cells, plasma immunoglobulins and cytokines*. Scand J Immunol, 1996. **43**(2): p. 228-35.
 74. Noakes, T.D. and J.W. Carter, *The responses of plasma biochemical parameters to a 56-km race in novice and experienced ultra-marathon runners*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1982. **49**(2): p. 179-186.
 75. Tiollier, E., et al., *Intense training: mucosal immunity and incidence of respiratory infections*. European Journal of Applied Physiology, 2004. **93**: p. 421-428.
 76. Branth, S., et al., *Development of Abdominal Fat and Incipient Metabolic Syndrome in Young Healthy Men Exposed to Long-Term Stress*. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2007. **17**(6): p. 427-35.
 77. STO-TR-HFM-269, *Combat Integration: Implications for Physical Employmentstandards*, in *STO Technical Report*. 2019: www.sto.nato.int.
 78. Chennaoui, M. *French armed forces biomedical research institute (Sleep and fatigue)*. in *5th International Congress on Soldiers' Physical Performance (ICSPP)*. 2020. Quebec, Canada.

-
-
79. Chennaoui, M., et al., *Sleep and exercise: a reciprocal issue?* Sleep Med Rev, 2015. **20**: p. 59-72.
 80. Lander, E., *Sex differences in muscle function and myocellular response to a strenuous military field exercise*, in *Masteroppgave i idrettsvitenskap*. 2019: Norges Idretshøgskole (NIH).
 81. Lander, E., et al., *Sex differences in muscle function and myocellular response to a strenuous military field exercise*, in *24th annual ECSS Congress*. 2019: Praha.
 82. Lander, E., et al. *Sex differences in muscle function and myocellular response to a strenuous military field exercise*. in *25th annual ECSS Congress 2020*. Seville, Italy.
 83. Consolazio, C.F., et al., *The relationship of diet to the performance of the combat soldier. Minimal calorie intake during combat patrols in a hot humid environment*, in *LAIR Report 76. Presidio of San Francisco, CA, Letterman Army Institute of Research*. 1979.
 84. Montain, S.J. and A.J. Young, *Diet and physical performance*. Appetite, 2003. **40**(3): p. 255-67.

Definisjoner

ANOVA Analysis Of Variance. Variansanalyse. Statistiske metoder for å teste likhet mellom to eller flere utvalg.

Aerob Med oksygen. For eksempel er aerob trening aktivitet over lengre tid med relativt høy intensitet hvor cellene får nok med oksygen.

Anabolsk Oppbyggende

Anaerob Uten oksygen. For eksempel er anaerob trening aktivitet hvor cellene ikke får tilstrekkelig med oksygen. Kortvarig trening med høy intensitet.

Aminosyrer Organisk syre og byggestein i proteiner.

Autofagi Proteinnedbryting

Basalmetabolismen Hvilestoffskifte. Energien kroppen forbrenner og varmen som frigjøres ved hvile.

Bioelektrisk motstandsanalyse Metode for å måle kroppssammensetning. Metoden baserer seg på at strømmen passerer hurtigere gjennom vannholdig vev enn gjennom bein- og fettvev.

Bonferroni korreksjon Statistisk metode for å justere p-verdier på grunn av økt risiko for type I feil når man gjør multiple statistiske tester.

Eksplisivstyrke Stor kraft på kort tid.

Endokrine Hormoner

Energisubstrater Næringsstoffer

Energiunderskudd For lite energi

EVAK-test Anaerob kapasitetstest

Fettmasse Mengden fett

Fettfri masse Alle fettfrie stoffer og vev (inkludert kroppsvann, kropps proteiner, karbohydrater, muskler, sener, leddbånd, skjelett mineraler og indre organer). Fettfri masse er hovedsakelig muskler.

Førstegangstjeneste er en lovpålagt tjeneste, normalt 12 måneder, men den kan utvides til 18 måneder etter frivillighet

Førstegangstjenestegjørende er de som er inne til førstegangstjeneste

Glukoneogenese Nydannelse av glukose i leveren

Glykogen Karbohydrater lagres som glykogen i lever og muskler, og gir musklene energi til å utføre arbeid.

Insulinlignende veksthormon 1 (IGF-1) Hormon som ligner insulin og spiller en viktig rolle i vekst hos barn, og kan stimulere vekst av muskelceller hos voksne

Intramuskulære Inne i muskel

Katabolsk Nedbrytende

Kreatin kinase (CK) Et enzym, et protein, som kun er i muskulatur. Kan kun måles i blodet ved skade på muskelcellene og betegnes derfor muskelskade protein. Det er en blodmarkør for muskelskade.

Kortisol Hormon som stiger under stress/påkjenninger og er et av kroppens stresshormon. Hovedfunksjon er å øke blodsukkeret og stimulerer nedbrytningen av proteiner og fett. Det har i tillegg en sterk antibetennelse virkning og beskytter kroppen mot at betennelsesforløpet blir for kraftig.

Laktat Melkesyre

Metabolisme Kroppens forbrenning av næringsstoffer. Stoffskifte.

Multifaktorielt stress Summen av ulike typer stressfaktorer. Ordet stress i forbindelse med militære operasjoner er påkjenninger som endrer, eller truer med å endre, kroppens balanse

Muskulær effekt Effekt på musklene

Muskulær tretthet Tretthet i muskler som forekommer i muskler som utsettes for høyt mekanisk og metabolsk stress over kort tid og ved mindre mekanisk og metabolsk stress over lang tid, og avhenger av type muskelbevegelse, hastighet på muskelkontraksjon og intensitet.

Restitusjon Hvile

Submaksimalt Litt under maksimalt

Testosteron Hormon som finnes både hos menn og kvinner, men som er høyest hos menn. Mannlig kjønnshormon

Trettbarhet Følelse av tretthet

Trijodotyranin (T3) Et Stoffskiftehormon (tyreoideahormon). Er et lite signalmolekyl som produseres i skjoldbruskkjertelen og er med å regulere stoffskifte.

Østrogen Hormon som finnes både hos menn og kvinner, men som er høyest hos kvinner.
Kvinnelig kjønnsormon

Forkortelser

| | |
|-----------------------|--|
| Bn | Bataljon |
| CK | Kreatin kinase |
| BMR | Basalmetabolisme |
| EVAK | Evakueringstest |
| FFI | Forsvarets forskningsinstitutt |
| FSK | Forsvarets spesialkommando |
| IGF-1 | Insulinlignende vekstfaktor |
| KS | Krigsskolen |
| LBM | Lean Body Mass |
| MJK | Marinejegerkommandoen |
| r | Korrelasjonskoeffisienten |
| T3 | Trijodotyranin |
| USARIEM | US Army Research Institute of Environmental Medicine |
| VO ₂ -maks | Maksimalt oksygenopptak |

About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

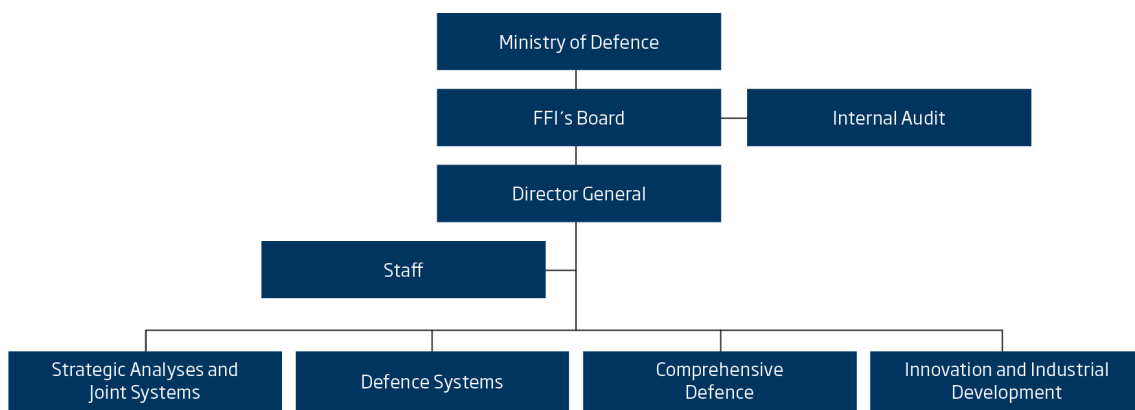
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00
Telefaks: 63 80 71 15
Epost: ffi@ffi.no

Norwegian Defence Research Establishment (FFI)
P.O. Box 25
NO-2027 Kjeller

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00
Telefax: +47 63 80 71 15
Email: ffi@ffi.no