

Fakultet for helse- og sosialvitenskap
Seksjon for helse- og treningsfysiologi

Tonje Fredriksen

Masteroppgave

**Fysisk prestasjonsevne og symptomer på lav
energitilgjengelighet blant soldater før og etter militær
vinterøvelse**

Master i treningsfysiologi

2023

Forord

Det er gledelig, men samtidig vemodig at jeg nå takker for to fine år på Lillehammer. Et trygt kollektiv og gode medstudenter har gjort hverdagen og trivselen upåklagelig.

Takk til min forlovede og min familie som i hele studieløpet har kommet med støttende og oppløftende ord, uavhengig av avstand og tidsforskjell mellom oss. Det er med stor hjelp fra dere at jeg har hatt troen på prosjektet hele veien ut.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Anne Mette Rustaden, som fra første dag har latt meg drømme og tenke stort med mitt masterprosjekt. Ditt engasjement for mine ønsker har gjort at jeg har fått gjennomføre et helt eget prosjekt i samarbeid med Forsvaret. Prosjektet har vært både lærerikt, spennende og krevende, og har gitt meg mye ny kunnskap som jeg vil ta med meg videre i yrkeskarrieren.

Takk også til bachelorstudent Erik Lauritzen for strålende hjelp og samarbeid om testing i svikthopp.

Sist men ikke minst, tusen takk til Major Flaa og gjengen i CIS TG som ga meg muligheten til å gjennomføre dette masterprosjektet. Jeg kunne ikke bedt om en hyggeligere datainnsamling!

Tonje Fredriksen
Ørland/ Lillehammer, 2023

Sammendrag

Formål: Fysisk krevende militære øvelser med lite energitilgang og restitusjon kan medføre negative forstyrrelser og endringer i organismen. Dette kan videre påvirke evnen til å utføre fysiske og kognitive oppgaver, samt være en risiko for soldaters helse. Tidligere studier har undersøkt fysiologiske forhold før, under og etter moderat krevende og svært krevende feltøvelser i Forsvaret. Eventuelle endringer etter mindre krevende og kortere øvelser er derimot ikke like kjent. Hensikten med dette prosjektet var derfor å undersøke fysisk prestasjonsevne, kroppssammensetning og symptomer på lav energitilgjengelighet hos soldater i forbindelse med en moderat krevende vinterøvelse.

Metode: Totalt 19 soldater (3 kvinner, 16 menn) fra Cyberforsvaret deltok i studien. De gjennomførte målinger rett før (pre), rett etter (post 0) og fem dager etter (post 1) en militær vinterøvelse. Under vinterøvelsen hadde soldatene daglige skimarsjer med varierende belastning, ingen kalori restriksjoner og hviletid på 8 timer/døgn. Deltakernes prestasjonsevne ble målt med svikthopp på kraftplattform ved pre, post 0 og post 1. Målinger av kroppssammensetning (målt med dual-energy X-ray absorptiometry) ble gjennomført ved pre og post 1. Mannlige soldater besvarte i tillegg spørreskjemaet "Low Energy Availability in Males Questionnaire" ved pre, post 0 og post 1. Grunnet få kvinnelige deltakere, deltok ikke de kvinnelige soldatene i målingene av lav energitilgjengelighet.

Resultat: Fra pre til post 1 ble gjennomsnittlig hopphøyde i svikthopp redusert signifikant med $-7,9 \pm 11,6\%$ ($34,2 \pm 6,7$ vs. $31,5 \pm 7,2$ cm; $p=0,006$). Gjennomsnittlig maksimal effekt ble redusert med $-4,8 \pm 8,9\%$ ($2020,7 \pm 474,0$ vs. $1910,1 \pm 435,9$ W; $p=0,025$). Det var ingen endring i gjennomsnittlig maksimal kraft ($1786,8 \pm 284,3$ vs. $1762,1 \pm 295,8$ N; $p=0,293$). Fra pre til post 1 var det signifikant reduksjon i gjennomsnittlig total kroppsmasse ($-1,0 \pm 1,2\%$; $81,8 \pm 14,6$ vs. $80,9 \pm 14,2$ kg; $p=0,003$) og fettmasse ($-5,3 \pm 3,6\%$; $20,7 \pm 7,8$ vs. $19,6 \pm 7,5$ kg; $p<0,001$). Resultatene viste ingen endringer i gjennomsnittlig beinmineraltetthet ($1,4 \pm 0,1$ vs. $1,3 \pm 0,1$ g/cm²; $p=0,133$). Det var minimale tegn til symptomer på lav energitilgjengelighet blant de mannlige soldatene.

Konklusjon: En moderat krevende militær vinterøvelse medførte redusert fysisk prestasjonsevne i svikthopp med fall i maksimal effekt og hopphøyde, og reduksjon i total kroppsmasse og fettmasse. Det var ingen markante endringer i beinmineraltetthet eller symptomer på lav energitilgjengelighet.

Forkortelser

BMT	Beinmineraltetthet
CIS TG	Communication and Information systems Task Group (<i>underavdeling i Cyberforsvaret</i>)
CMJ	Countermovement jump (<i>svikthopp</i>)
CV	Coefficient of variation (<i>variasjonskoeffisient</i>)
DXA	Dual-Energy X-ray absorptiometry (<i>måling av kroppssammensetning</i>)
ET	Energitilgjengelighet
ICC	Intraclass correlation coefficient (<i>intraklassekorrelasjon</i>)
LEAM-Q	Low energy availability males questionnaire (<i>spørreskjema for lav ET</i>)
RED-s	Relative Energy Deficiency in Sport (<i>relativ energimangel</i>)
RFD	Rate of force development (<i>raten av hurtig kraftutvikling</i>)

Innholdsfortegnelse

1 Teori	5
1.1 Cyberforsvaret.....	5
1.2 Militære øvelser og operasjoner.....	5
1.3 Fysisk prestasjonsevne i Forsvaret.....	6
1.4 Restitusjon.....	8
1.5 Lav energitilgjengelighet.....	9
1.6 Mulige prestasjonsrelaterte konsekvenser av lav energitilgjengelighet for soldater i Forsvaret.....	10
1.7 Mulige helserelevante konsekvenser av lav energitilgjengelighet for soldater i Forsvaret.....	12
1.8 Problemstillinger.....	14
2 Introduksjon	15
3 Metode	18
3.1 Studiedesign.....	18
3.2 Vinterøvelsen.....	19
3.3 Deltakere og rekruttering.....	19
3.4 Utfallsmål.....	21
3.4.1 Primært utfallsmål.....	21
3.4.2 Sekundære utfallsmål.....	22
3.5 Statistiske analyser.....	24
3.6 Etske aspekter.....	24
4 Resultater	25
4.1 Endringer i fysisk prestasjonsevne.....	25
4.2 Endringer i kroppssammensetning.....	27
4.3 Korrelasjonsanalyser.....	29
4.4 Lav energitilgjengelighet.....	32
5 Diskusjon	34
5.1 Hovedfunn.....	34
5.2 Endringer i fysisk prestasjonsevne.....	34
5.3 Endringer i kroppssammensetning.....	37
5.4 Lav energitilgjengelighet.....	39
6 Konklusjon	40
Referanseliste	41
Tabelloversikt	47
Figuroversikt	47
Vedlegg	48

1 Teori

1.1 Cyberforsvaret

Forsvaret er en stor militær organisasjon med en rekke ulike driftsenheter (Forsvaret, u.å.-d) som har oppgaver i både luftrom, til lands og til havs (Forsvaret, 2022). Cyberforsvaret er en av driftsenhetene og er ansvarlig for å etablere, drifte og beskytte Forsvarets kommunikasjonssystemer og digitale infrastruktur. Dette innebærer blant annet å opprettholde Forsvarets handlingsfrihet i det digitale rom og beskytte Forsvarets IKT-systemer mot digitale trusler fra militære og sivile aktører (Forsvaret, u.å.-a). Avdelingen skal samtidig styrke Forsvarets operative evne ved å utnytte og modernisere teknologi (Forsvaret, u.å.-a). Cyberforsvaret er delt inn i flere underavdelinger med ulike spisskompetanse, der “Communication and Information systems Task Group” (CIS TG) er en av dem. Dette er Cyberforsvarets innsatsstyrke som på kort varsel etablerer, bemanner og drifter transportable IKT-moduler og kommandoplasser, både nasjonalt og internasjonalt. CIS TG skal sørge for trygg kommunikasjon mellom norske og allierte styrker, og at denne kommunikasjonen blir så effektiv som mulig uavhengig av lokasjon og klimatiske forhold. Som en operativ innsatsstyrke trener og øver CIS TG blant annet under vinterforhold, for å være i stand til å løse oppdrag under arktiske forhold (Forsvaret, u.å.-a).

1.2 Militære øvelser og operasjoner

Hver dag og hvert år planlegger og gjennomfører Forsvaret øvelser og operasjoner i Norge og i utlandet for å gjøre Forsvaret best mulig (Forsvaret, u.å.-c). Dette er blant annet som følge av et sikkerhetsbilde i stadig endring (NSM, 2022), og fordi Norge er tjent med de alliertes kunnskap og deres mestring i arktiske forhold (Regjeringen, 2022). Øvelser og operasjoner eksponerer soldater for varierte stressfaktorer, som krevende og intensivt fysisk arbeid, kuldeeksponering, endrede søvnmønstre og store endringer i energiomsetning (Teien et al., 2020; Teien & Bækken, 2016). Dette kan i større eller mindre grad gi forstyrrelser og endringer i organismen (Teien et al., 2020; Teien & Bækken, 2016), som videre kan gi negativ innvirkning på utførelsen av fysiske og kognitive oppgaver, samt evnen til å restituere i etterkant av øvelser og operasjoner (Vikmoen et al., 2020; Valnes, 2018; Teien & Bækken, 2016). Betydningen av de ulike stressfaktorene vil være avhengig av forsvarsgren, avdeling (Forsvaret, u.å.-b), soldatfunksjon (Teien et al., 2020), og samtidig variere med ulike typer øvelser og operasjoner (Forsvaret, u.å.-b).

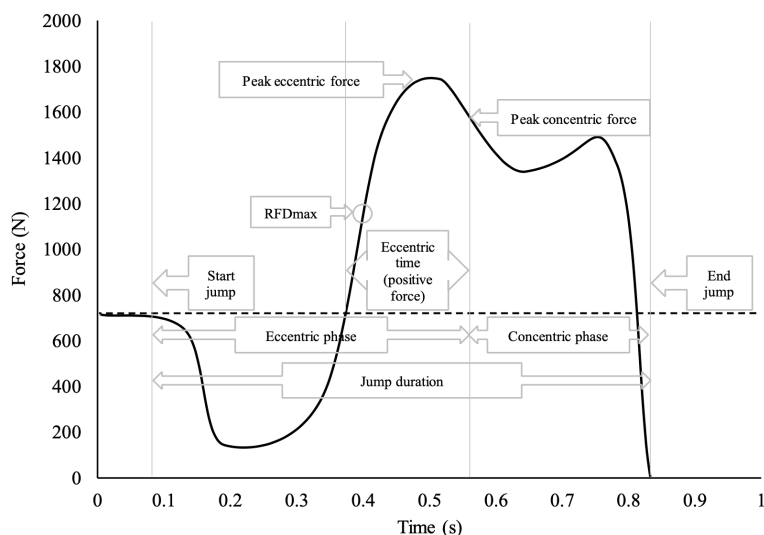
1.3 Fysisk prestasjonsevne i Forsvaret

Fysisk prestasjonsevne i Forsvaret henger tett sammen med militær stridsevne (Teien et al., 2020; Teien & Bækken, 2016; Aandstad & Kirknes, 2017), hvilket omhandler soldaters evne til å utføre militærspesifikke oppgaver så effektivt som mulig (Epstein et al., 2013). Militær stridsevne bestemmes primært av soldaters fysiologi (Nindl et al., 2018) med påvirkning fra både muskel-, skjelett- og hjerte-karsystem (Teien & Bækken, 2016). Moderne krigføring krever høy arbeidsintensitet og eksplosive bevegelser, ofte med ytre belastning som sekk og stridsutrustning (Nindl et al., 2018; Teien et al., 2020). Dette medfører at evnen til hurtig kraftutvikling og derav utførelse av et stort arbeid per tidsenhet (effekt), sammen med kardiorespiratorisk utholdenhet (Nindl et al., 2018), blir ansett som en av de avgjørende faktorene for militær stridsevne (Nindl et al., 2015).

Effekt (W) (*power* på engelsk) blir av Newton & Kraemer (1994) definert som:

$$\text{Effekt (W)} = \frac{\text{kraft (F)} \times \text{strekning (s)}}{\text{tid (t)}} \text{ eller kraft (F)} \times \text{hastighet (v)}$$

I idrettsvitenskapelig og militær forskning blir effekt ofte målt i øvelsen svikhopp (CMJ) (*countermovement jump* på engelsk) og betegnet som et mål på eksplosiv styrke (Hamarsland et al., 2018; Helland et al., 2020; Raastad et al., 2010; Teien et al., 2020; Welsh et al., 2007). Prestasjonen i CMJ avhenger av flere typer muskelarbeid (eksentrisk og konsentrisk) (figur 1-1) (Helland et al., 2020), i tillegg til å sette krav til både maksimal og eksplosiv styrke (Raastad et al., 2010). Den vanligste variabelen å analysere i forbindelse med måling av CMJ er hopp høyden (Souza et al., 2020), i tillegg til maksimal effekt (W) og maksimal kraft (N) (Raastad et al., 2010). Kombinasjonen av analysene er vist å være nødvendig for å undersøke forskjeller i restitusjon (Helland et al., 2020).



Figur 1-1 Kraftkurven i svikhopp (kraft = Newton) med inndeling i ulike faser (Hentet fra "A strength-oriented exercise session required more recovery time than a power-oriented exercise session with equal work", Helland et al., 2020).

Maksimal effekt i satsen predikerer hopp høyden i CMJ (Samozino et al., 2010), og bestemmes av både muskulære og nevrale forhold i kroppen (McArdle et al., 2015; Samozino et al., 2010). De muskulære forholdene innebærer muskeltverrsnittetsareale, muskellengden (Raastad et al., 2010) og muskelfibertypesammensetningen (McArdle et al., 2015; Raastad et al., 2010). Da prestasjonen i CMJ avhenger av hvor hurtig kraften stiger i muskelkontraksjonene (RFD) (*rate of force development* på engelsk) (figur 1-1), vil antall kryssbroer mellom aktin- og myosinfilamentene og flere sarkomerer i serie være vesentlig for maksimal effekt. Flere sarkomerer i serie vil bety lengre muskelfibre og derav høyere forkortningshastigheter (Raastad et al., 2010). Fjærstivheten i muskler og sener er i tillegg en viktig faktor for hurtig kraftgenerering over ledd (Burgess et al., 2007).

For å skape høy effekt i en muskelgruppe kreves det rekruttering av alle de store motoriske enhetene, i tillegg til høy fyringsfrekvens til hver enkelt enhet (Milner-Brown et al., 1973). Fyringsfrekvensen økes med tettere nerveimpulser til musklene (doubletter og tripletter), og medfører raskere akkumulering av intramuskulært kalsium og kortere tid til RFDmaks. Maksimal effekt korrelerer i stor grad med andelen type II-fibre (Fry et al., 2003), som ikke bare har høy andel mitokondrier (Ørtenblad et al., 2018), men samtidig store motoriske enheter som rekrutteres ved høye kraftproduksjoner. For å skape høy effekt i CMJ vil aktivering av agonister, samt koordinering, timing og teknikk i tillegg være viktig. Disse egenskapene er trenbare (Raastad et al., 2010), men enkelte faktorer som fyringsfrekvens, aktivering og koordinering av muskler kan også reduseres ved muskeltretthet (Brodal, 2007; Enoka & Stuart, 1992).

Muskeltretthet kan oppstå som følge av mye og langvarig submaksimal innsats fra musklene (McArdle et al., 2015) og/eller ved for høyt mekanisk og metabolsk stress over kort tid (MacIntosh et al., 2006). Dette kan gi forstyrrelser i hendelseskjeden mellom sentralnervesystemet og muskelfibrene (McArdle et al., 2015). Muskeltretthet kan samtidig oppstå med reduserte glykogenmengder som vil påvirke frigjøringshastigheten av intramuskulært kalsium, ATP-ase aktiviteten (Ørtenblad et al., 2013), og derav påvirke kraftproduksjonen (Mukund & Subramaniam, 2020). Muskelfibertype II kan, på tross av sin gode evne til effekt- og kraftproduksjon (Fry et al., 2003; Raastad et al., 2010), være mer mottakelig for muskeltretthet (*fatigue* på engelsk) (Plotkin et al., 2021).

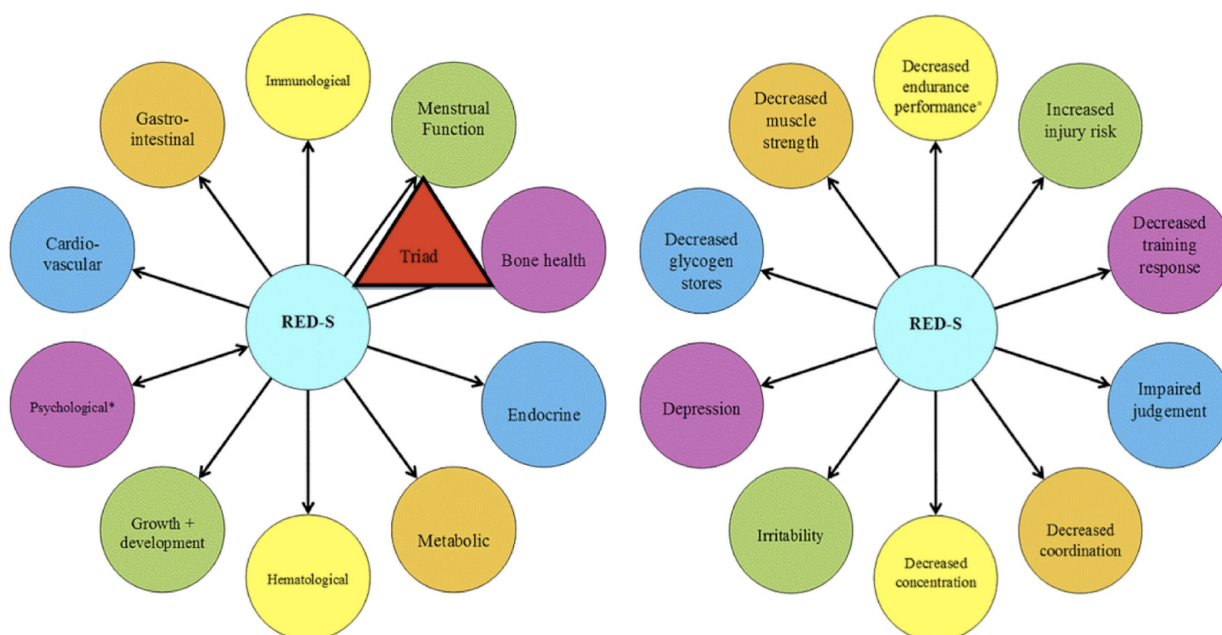
1.4 Restitusjon

Grad av påvirkning på et muskelarbeid og militær stridsevne blir under hyppige øvelser og operasjoner bestemt av den enkeltes fysiologiske motstandskraft – altså evne til å motstå forstyrrelsene assosiert med stressfaktorene under øvelser og operasjoner (Nindl et al., 2018). Fysiologisk motstandskraft omhandler den enkeltes fysiske kapasitet (Nindl et al., 2018), og refererer til egenskaper som aerob og anaerob kapasitet, muskulær utholdenhet og som nevnt muskelstyrke (Hamarsland et al., 2018; Nindl et al., 2018; Teien et al., 2020; Valnes, 2018). Fysisk kapasitet kan med andre ord tenkes å kunne predikere effektiviteten i en restitusjonsprosess, der målet er å gjenvinne muskelfunksjon gjennom å normalisere strukturer og muskulære prosesser som er blitt påvirket ved fysisk arbeid (Raastad et al., 2010). Fysisk kapasitet er samtidig vist å kunne predikere muskel- og skjelettskader (Nindl et al., 2018).

Som nevnt tidligere vil de fleste militære øvelser og operasjoner påvirke fysisk prestasjonsevne. Flere militære studier har vist signifikante endringer i eksplosiv styrke fra før til rett etter militære feltøvelser. Hamarsland et al. (2018) observerte $-28 \pm 13\%$ reduksjon i hopp høyden i CMJ etter en svært krevende øvelse. Samtidig er det bemerket at størrelsen på reduksjonen og restitusjonstiden er avhengig av totalbelastning og varighet på øvelsen. Dette blant annet fordi Teien et al. (2020) observerte $-13 \pm 7\%$ reduksjon i maksimal effekt etter en svært krevende feltøvelse, mens det var $-4 \pm 4\%$ reduksjon etter en moderat krevende feltøvelse (sett ved gjennomsnittet for menn og kvinner). I tillegg ser det ut til at hopp høyde og maksimal effekt har lengre restitusjonstid i forhold til andre fysiske variabler (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020). Dette kan være av betydning for yteevnen under hyppige øvelser og operasjoner, og medføre lengre optimal restitusjonstid. Effektiviteten i en restitusjonsprosess er avgjørende for når kroppen er klar for nye påkjenninger, uten at det negativt påvirker militær stridsevne i ytterligere grad. Disse forholdene blir samtidig påvirket av energibalansen i kroppen (O'Leary et al., 2020).

1.5 Lav energitilgjengelighet

Ved langvarig fysisk arbeid og høyt forbruk av kroppens energilagre, uten tilstrekkelig energiinntak, kan kroppen ende opp med lav energitilgjengelighet (ET); en ubalanse mellom inntak og forbruk (Frayn & Evans, 2019). Dette innebærer at kroppen ikke får forsynt nok energi til å støtte kroppsfunksjoner som opprettholder optimal helse og ytelse (Stenqvist, 2021), og blir innen idrettsvitenskapelig forskning brukt om tilstanden “Relative Energy Deficiency in Sport” (RED-s) (*relativ energimangel* på norsk). RED-s er et samlebegrep som innebærer et bredt symptombilde (figur 1-2) med flere helse- og prestasjonsrelaterte utfordringer (Mountjoy et al., 2014, 2018). Tilstanden rammer som oftest utholdenhetsutøvere og/eller utøvere fra estetiske idretter hvor lav kroppsvekt og fettprosent er fordelaktig (Lundy et al., 2022; Mountjoy et al., 2018). Samtidig kan RED-s berøre individer utenfor idretten som opplever lignende forhold med stor trenings- og totalbelastning, og lav ET over tid (Mountjoy et al., 2018). Det er blant annet spekulert i om tilstanden også kan ramme militært personell (O’Leary et al., 2020).



Figur 1-2 Til venstre: Helsekonsekvenser av Relative Energy Deficiency in Sport (RED-s). Til høyre: Potensielle prestasjonsrelaterte effekter av RED-s (Hentet fra IOC consensus statement, Mountjoy et al., 2014).

Til tross for at det i flere militære studier er funnet lignende symptomer (Hamarsland et al., 2018; O'Leary et al., 2020; Teien et al., 2020; Valnes, 2018) som assosieres med RED-s, er det per i dag ikke etablert et eget begrep som omhandler utfordringer tilknyttet lav ET hos soldater i forbindelse med øvelser og operasjoner i Forsvaret. Det er derimot nærliggende å tro at konsekvensene som blir forbundet med RED-s, kan ramme soldaters helse og/eller prestasjon under øvelser og operasjoner med langvarig energiunderskudd (O'Leary et al., 2020). Det er viktig å understreke at Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) etterspør kunnskap om militært personell i forbindelse med feltøvelser. Det gjelder deriblant markører assosiert med RED-s, som kartlegging av biologiske markører, kroppssammensetning, fysisk prestasjon, mage- og tarmproblemer, søvn- og hvilemønstre, samt skadeprevalens og -årsak (Teien & Bækken, 2016).

1.6 Mulige prestasjonsrelaterte konsekvenser av lav energitilgjengelighet for soldater i Forsvaret

I en metaanalyse av Murphy et al. (2018) er det foreslått at muskelytelsen svekkes proporsjonalt med et energiunderskudd, og at en begrensning av energiunderskuddet til $\leq 3\%$ av kroppsmassen under en øvelse og/eller operasjon, kan senke reduksjonen i muskelytelse til $\leq 2\%$ (Murphy et al., 2018). Militære studier som har undersøkt effekten av energitilskudd på forekomst av muskel- og skjelettskader finner de samme tendensene. Studiene trekker frem energimangel som en medvirkende faktor til redusert muskelstyrke og til forhøyet risiko for muskel- og skjelettskader (Flakoll et al., 2004; McGinnis et al., 2018). Det er viktig å understreke at RED-s ikke er begrenset til et lavt totalt energiinntak og opplevd vektnedgang, men at det også kan omhandle lavt energiinntak før og etter trening (Borchsenius, 2019). Dette kan trolig gjelde for soldater i Forsvaret, hvor det under og etter øvelser er observert store energiunderskudd, med en påfølgende stabilisering tilbake til utgangsverdier under restitusjonsperioder etter øvelser (Teien et al., 2020).

Ved gjentagende hardt og/eller hyppig fysisk arbeid uten tilstrekkelig med restitusjon, vil muskulaturens adaptasjonsevne svekkes (Raastad et al., 2010). Dette kjennetegnes ved at proteinnedbrytningen stimuleres og patologiske tilstander i overganger mellom muskel og sene (overbelastning) kan oppstå (Raastad et al., 2010). Balanse mellom oppbygging og degradering av proteinene inne i musklene, så vel som kroppens energibalanse, er avgjørende for optimal muskelfunksjon. Stimuli til proteinnedbrytning vil derfor over tid kunne påvirke både muskelstyrke og -funksjon (Mukund & Subramaniam, 2020; Pasiakos et al., 2015).

Proteinbalansen kan trolig endres av flere faktorer som påføres under militære øvelser og operasjoner som energiunderskudd, høyt aktivitetsnivå og oksidativt stress (O’Leary et al., 2020). Dette er forhold som over tid kan medføre endringer i veksthormoner og glykogenlagre (Frayn & Evans, 2019). Reduserte glykogenlagre og et oksidativt stress vil alene kunne påvirke muskelfunksjon og utholdenhetsprestasjon (Frayn & Evans, 2019; Ørtenblad et al., 2013) og derav militær stridsevne hos den enkelte soldat. Samtidig er langvarige reduserte glykogenlagre en konsekvens tilknyttet RED-s hos idrettsutøvere og kan gi langsiktige endringer i kardiovaskulær funksjon (Mountjoy et al., 2018). På lik linje er dette antatt å kunne påvirke soldaters utholdenhetsprestasjon negativt under forhold med lav ET (O’Leary et al., 2020).

En annen mulig konsekvens av påvirket fysisk prestasjonsevne er den psykologiske ytelsen. Psykologisk ytelse er bestemmende for soldaters operative yteevne, og innebærer blant annet mestring av kognitive, emosjonelle og sosiale stressfaktorer forbundet med øvelser og operasjoner (Nindl et al., 2018). Psykologisk ytelse er i stor grad bestemt av de fysiologiske mekanismene. Samtidig foreligger det også et omvendt forhold, der psykologisk ytelse har stor betydning for mestringsevne når det gjelder fysiologiske stressfaktorer (Nindl et al., 2018; O’Leary et al., 2020). Psykologisk ytelse er blant annet vist å kunne predikere termotoleranse (Nindl et al., 2018) og stresshåndtering (McArdle et al., 2015). I likhet er psykologiske faktorer tilknyttet RED-s et reversibelt forhold (figur 1-2). Dette betyr at en reduksjon i psykologiske faktorer kan forårsakes av lav ET, og at lav ET kan oppstå som følge av reduserte psykologiske faktorer (Mountjoy et al., 2018). Eksempler på psykologiske faktorer som kan forårsakes av RED-s er redusert beslutning- og konsentrasjonsevne, redusert humør og symptomer på depresjon av ulik grad (Bomba et al., 2007; Mountjoy et al., 2018). I likhet kan psykologiske faktorer som f.eks. negative tanker om kropps- og selvbilde resultere i lav ET (Mountjoy et al., 2018; Petrie et al., 2014).

1.7 Mulige helserelevante konsekvenser av lav energitilgjengelighet for soldater i Forsvaret

Beinhelse omhandler primært styrken på skjelettet, hvilket benevnes med beinmineraltetthet (BMT). Redusert BMT er nært assosiert med RED-s (Mountjoy et al., 2018) og lav ET kan se ut til å kunne svekke beinhelsen både på kort og lang sikt (Papageorgiou et al., 2017).

Beinvevet har en evne til å regenerere og reparere seg selv ved hjelp av stimuli fra fysisk aktivitet, kosthold, vekstfaktorer og hormoner (Legemiddelhåndboka, 2020; Stenqvist, 2021). Derfor har trente individer høyere BMT enn inaktive og stillesittende (Andersen et al., 2018). Likevel er det forskjeller med ulik treningsbakgrunn, der individer som primært har drevet vektbærende idretter (styrketrening, løping o.l.) vanligvis har et sterkere skjelett og høyere BMT (Garthe, u.å.; Stenqvist, 2021) sammenlignet med individer som i hovedsak har drevet med ikke-vektbærende idretter (sykling, svømming o.l.) (Garthe, u.å.). Ved tilfeller der BMT er lavere enn gjennomsnittet for alderen, klassifiseres man enten med osteopeni (lav BMT og forstadiet til osteoporose) eller osteoporose (skjelettsykdom med kritisk lav BMT) (Holck, 2023). Begge klassifiseringene øker risikoen for beinbrudd betraktelig (Legemiddelhåndboka, 2020).

De siste årene har det blitt mer fokus på RED-s og BMT i idrettsvitenskapelig forskning. Likevel er det fortsatt mangel på kunnskap tilknyttet begge kjønn med korte- og langsiktige tidsperspektiver. Utfordringen er at det kan ta år å skulle påvise positive eller negative effekter på BMT etter ulike disponeringer eller intervensjoner. Samtidig har enkelte studier påvist benresorpsjon hos mannlige langdistanseløpere etter få dager med lav ET (Taguchi et al., 2020). Om dette gjelder for militært personell er midlertidig usikkert. Tretthetsbrudd er identifisert som den mest alvorlige skaden for soldaters stridsevne (Epstein et al., 2013), likevel er beinhelse lite undersøkt i militære studier.

Nøkkeltall fra Forsvarets helseregister viser at sykdommer i muskel- og skjelettsystemet samt bindevev, er de hyppigst forekommende diagnosene hos soldater. Det ble blant annet registrert 80 bruddskader og 45 muskel-/seneskader inkludert belastningsskader, av totalt 754 skader i Forsvaret i 2021. Rapportene fra Forsvarets helseregister har ikke spesifisert skadetype (Forsvaret, u.å.-e), og det er derfor usikkert hvor mange som årlig blir rammet av tretthetsbrudd i Forsvaret. Risiko for tretthetsbrudd vil samtidig kunne henge sammen med ernæringsstatus og dårlig beinhelse. Dette fordi dårlig ernæringsstatus over tid, som lave verdier av vitamin D og kalsium, vil kunne svekke BMT (Skadefri, u.å.) og gi et mer porøst

beinvev (Bennell et al., 1999; Knechtle et al., 2021). Som nevnt tidligere er det foreslått i flere militære studier at energiunderskudd har betydning for antall skjelettskader, og at tilstrekkelig energiinntak kan redusere dette betraktelig (Flakoll et al., 2004; McGinnis et al., 2018; Pasiakos et al., 2015).

Årsakene til påvirket BMT er forskjellige, og innebærer alt fra arv, til kosthold og/eller livsstil/trening. BMT reduseres naturlig hos alle individer med økende alder, som følge av reduserte østrogen- og testosteronnivåer. Dette er anabole hormoner som bl.a. beskytter skjelettet mot nedbrytning (Garthe, u.å.; Mountjoy et al., 2018; Papageorgiou et al., 2017). Redusert testosteron kan gi 4.5 ganger så stor skadeinsidens for beinbrudd (Papageorgiou et al., 2017). Dette er i tråd med funnene i en militær studie, hvor høye testosteronnivåer ($149,5 \pm 46,4$ pg/mL) var assosiert med redusert skaderisiko ($p < 0,001$) (Tait et al., 2022). En reduksjon i testosteron observert blant soldater etter harde fysiske påkjenninger, (Hamarsland et al., 2018) og samtidig foreslått å henge tett sammen med lav ET og derunder RED-s (Mountjoy et al., 2018).

En økning i kortisol er også forbundet med RED-s (Mountjoy et al., 2014) og er observert i militære studier (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020). Vedvarende forhøyede kortisolnivåer over tid kan gi flere negative helseeffekter som nedsatt immunforsvar, katabolske effekter på muskulaturen, svekket produksjon av benvev og dårligere søvnkvalitet (Berg & Otterholt, 2022; Teien et al., 2020). Immunsystemet kan i tillegg påvirkes og svekkes av lav ET (Mountjoy et al., 2018), og de kombinerte stressfaktorene en soldat utsettes for kan samtidig øke mottakeligheten av biologiske trusler ytterligere (Friedl, 1999). Sykdommer i åndedretsorganene og øvre luftveisinfeksjoner er blant de tre hyppigst forekommende diagnosene i Forsvaret (Forsvaret, u.å.-e). Det er derimot lite undersøkt hvorvidt øvre luftveisinfeksjoner og andre sykdommer blir påvirket/oppstår som følge av lav ET eller andre faktorer i Forsvaret. Perioder med høy totalbelastning før olympiske mesterskap, er for idrettsutøvere forbundet med øvre luftveisinfeksjoner, mage-tarmproblemer og kroppslige smerter (Drew et al., 2018). Dette kan potensielt ha en overføringsverdi til harde fysiske påkjenninger under militære øvelser og operasjoner.

Sammenhengen mellom helse- og prestasjonsrelaterte variabler, og kunnskapsmanglene om BMT og symptomer på lav ET hos soldater i forsvaret, gir høyst relevante forskningsområder for dette prosjektet og er grunnlaget for problemstillingene som blir belyst.

1.8 Problemstillinger

Primær problemstilling:

- Vil fysisk prestasjonsevne målt med svikthopp reduseres fra før til etter en femdagers militær vinterøvelse hos soldater?

Sekundære problemstillinger:

- Er det endringer i kroppssammensetning og beinmineraltetthet fra før til etter en femdagers militær vinterøvelse hos soldater?
- Hva er forekomsten av symptomer på lav energitilgjengelighet blant mannlige soldater i forbindelse med en vinterøvelse?

2 Introduksjon

Forsvaret er en stor militær organisasjon som skal sikre nasjonal selvstendighet og politisk handlefrihet i Norge, samt forebygge krig og konflikt for allierte i NATO (National Atlantic Treaty Organization) (Regjeringen, 2014). Hvert år gjennomføres det mange militære øvelser og operasjoner, både med og uten allierte, hvor soldatene gjennomgår virkelighetsnære og reelle krise- og krigssituasjoner (Forsvaret, 2022). Øvelser og operasjoner medfører fysiske og psykiske påkjenninger (f.eks. høy fysisk og mental belastning, lite søvn og energiinntak) hos den enkelte soldat (Teien et al., 2020; Teien & Bækken, 2016). Tidligere militære studier viser flere negative fysiologiske og hormonelle effekter i etterkant av krevende feltøvelser, der konkrete årsaker fremdeles er noe ukjent (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020; Teien & Bækken, 2016).

De fysiologiske effektene innebærer blant annet redusert eksplosiv styrke i underekstremiteten, som er vist å kunne være en av de avgjørende faktorene for militær stridsevne (Nindl et al., 2015). Eksplosiv styrke blir hyppig testet i idrettsvitenskapelig (Philpott et al., 2021) og militær forskning som et mål på fysisk prestasjonsevne (Nindl et al., 2007; Teien et al., 2020) og restitusjonsevne (Raastad et al., 2010; Welsh et al., 2007). Faktoren måles blant annet i den standardiserte testen svikthopp (countermovement jump) (CMJ) som har høy sensitivitet for endringer (Teien et al., 2020). Testen sammenlignes ofte med andre fysiske endringer som har betydning for prestasjonen som kroppssammensetningen og blodmarkører (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020). Eksplosiv styrke er derimot mindre undersøkt ved de lettere og mindre anstrengende øvelsene i Forsvaret. Og samtidig er det fremdeles usikkert hva reduksjonen i eksplosiv styrke skyldes, selv om både muskulære og nevralt forhold tidligere er trukket frem av betydning (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020; Vikmoen et al., 2020).

Tidligere militære studier viser at moderate og svært krevende feltøvelser, resulterer i et stort energiunderskudd som følge av en ubalanse mellom energiinntak og energiforbruk (Nindl et al., 2002; Teien et al., 2020; Welsh et al., 2007). Vedvarer dette over tid, uten tilstrekkelig energiinntak og restitusjon, vil kroppen kunne oppleve en tilstand med lav energitilgjengelighet (ET). Lav ET over tid medfører at kroppen ikke får forsynt nok energi til å støtte kroppsfunksjoner som opprettholder optimal helse og ytelse (Stenqvist, 2021). Innen idrettsvitenskapelig forskning kalles symptomer tilknyttet lav ET for "Relative Energy Deficiency in Sport" (RED-s). RED-s kan gi en rekke helse- og prestasjonsrelaterte utfordringer, deriblant hormonelle forandringer, dårligere beinhelse, redusert immunforsvar

og psykologisk ytelse, samt redusert prestasjonsevne (Mountjoy et al., 2018). Lignende symptomer er avdekket i militære studier under restitusjonsperioder etter moderate og svært krevende militære feltøvelser (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020). Vinterøvelser kan i tillegg, med ekstremvær og tyngre stridsutrustning, påvirke kroppens termoregulering og medføre en ytterligere økning i metabolsk hastighet og et høyere energiforbruk for å opprettholde kjernetemperaturen (Teien, u.å., 2014; Teien & Bækken, 2016). Selv med god tilgang på energi er det vist at kuldeeksponering kan gi utfordringer med energibalansen (Margolis et al., 2014). Hvorvidt den enkelte soldat håndterer kuldeeksponering er individuelt og avhengig av kroppssammensetning (Teien, u.å.; Teien & Bækken, 2016), i tillegg til fysisk og psykisk motstandskraft (Nindl et al., 2018).

Lav ET er samtidig tilknyttet økt skaderisiko (Beck & Drysdale, 2021), og forhold under feltøvelser som energiunderskudd og søvndeprivasjon, vil kunne være en ytterligere negativ påvirkning og øke skaderisikoen uavhengig av skadetype (Teien & Bækken, 2016; von Rosen et al., 2017). Trethetsbrudd identifiseres som den mest alvorlige skaden for soldaters stridsevne (Epstein et al., 2013; Wentz et al., 2011), og kan medføre fravær fra operativ tjeneste i lange perioder (Wentz et al., 2011). Likevel er det ukjent hvor hyppig trethetsbrudd forekommer i Forsvaret (Forsvaret, u.å.-e). Lav beinmineraltetthet (BMT) er en risikofaktor for trethetsbrudd (Beck & Drysdale, 2021) og er samtidig assosiert med RED-s (Mountjoy et al., 2018). Det er derimot få militære studier som har kartlagt BMT hos soldater. Om RED-s relaterte utfordringer rammer militært personell og ansatte i Forsvaret er per i dag ukjent, da all forskning så langt er gjennomført på idrettsutøvere innen utholdenhetsidretter (Mountjoy et al., 2018). Det er derfor av stor interesse å undersøke om RED-s relaterte utfordringer også kan ramme soldater i Forsvaret som opplever lignende fysisk arbeid og stressfaktorer som er tilknyttet lav ET og RED-s.

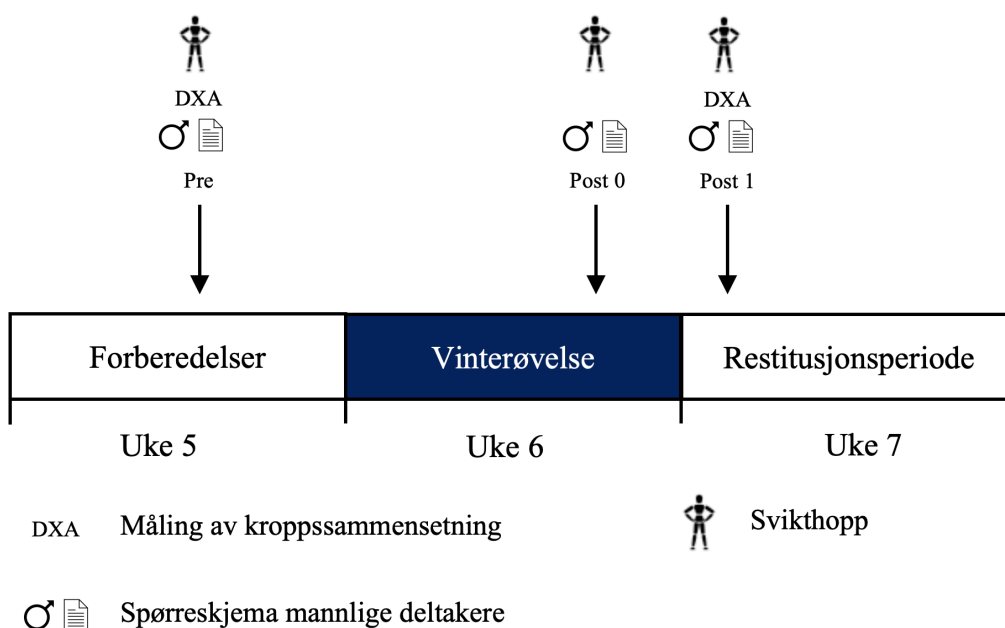
Økt kunnskap rundt helse- og prestasjonsrelaterte utfordringer tilknyttet militære øvelser og operasjoner er viktig for å kunne optimalisere og ivareta soldaters helse på best mulig måte. På sikt vil prosjektet, sammen med annen forskning, kunne gi indikasjoner på forebyggende tiltak som kan iverksettes i restitusjonsperioder. Det er kjent at vedvarende lav ET og symptomer på RED-s kan øke risiko for hjerte- og karsykdom og redusere restitusjonsevnen (Borchsenius, 2019). Derfor blir dette enda viktigere å undersøke. Spesielt avgjørende vil det være for operative soldater som trenger optimal helse og yteevne, der de skal håndtere gjentatte stressfaktorer ved krevende og hyppige oppdrag. I tillegg er det også av betydning i alle militære avdelinger i Forsvaret hvor fysisk prestasjonsevne skal utvikles på lang sikt (Teien et al., 2020). Hovedformålet i dette prosjektet var derfor å undersøke om fysisk

prestasjonsevne målt med CMJ reduseres etter en militær vinterøvelse, og om kroppssammensetning og BMT reduseres tilsvarende. Samtidig var hensikten med prosjektet å undersøke forekomsten av symptomer på lav ET før og etter en militær vinterøvelse.

3 Metode

3.1 Studiedesign

Dette forskningsprosjektet er en prospektiv kohortstudie med hensikt å kartlegge fysisk prestasjonsevne og symptomer på lav energitilgjengelighet blant soldater før og etter en fem dagers militær vinterøvelse. Valg av tester i forskningsprosjektet baseres på tidligere studier som er gjort for å undersøke prestasjon og restitusjon etter militære feltøvelser (Raustøl, 2018; Valnes, 2018; Vikmoen et al., 2020) og tidligere studier som omhandler kartlegging av forekomst av lav ET på idrettsutøvere (Lundy et al., 2022; Mountjoy et al., 2018; Nybakke, 2021). Datainnsamlingen ble gjennomført over en periode på tre uker i februar 2023. Data ble samlet inn før (pre), rett etter (post 0) og tre til fem dager etter (post 1) en femdagers militær vinterøvelse. Under datainnsamlingen ble det målt kroppssammensetning (målt med dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)), fysisk prestasjon og gjennomført en spørreundersøkelse for kartlegging av symptomer på lav ET. Av praktiske årsaker ble testene ved pre og post 1 fordelt på to testdager. Overordnet tidsprotokoll og design for forskningsprosjektet er illustrert i figur 3-1.



Figur 3-1 Overordnet tidsprotokoll og design for forskningsprosjektet.

3.2 Vinterøvelsen

Vinterøvelsen ble gjennomført som en femdagers øvelse i februar 2023, og foregikk i et øvelsesområde på ca. 1400 meter over havet. Værforholdene under øvelsen var stabile med en gjennomsnittlig snødybde på $78,7 \pm 3,9$ cm og minimalt med nedbør (tabell 3-1). Alle soldatene var til enhver tid utendørs og stående, bortsett fra da de hadde hviletid mellom kl.22.00 og kl.06.00 i felles telt. Energiinntaket var på ca. 3000-3500 kcal i gjennomsnitt per dag, der hovedinntaket kom fra feltrasjoner. Feltrasjonene ble derimot ikke alltid fullt konsumert, og en del av soldatene tok i tillegg/ istedenfor inn mat som sjokolade og spekepølse. Soldatene hadde dermed fri tilgang på mat og ingen kalori restriksjoner underveis i øvelsen.

Tabell 3-1 Overordnet oversikt over den militære vinterøvelsen. Fysisk aktivitet og belastning ble rapportert av troppssjef. Værforholdene er hentet fra fra yr.no, Vest-Torpa II målestasjon 20,8 km fra Synnfjell.

Dag	Fysisk aktivitet	Belastning	Værforhold
1	3-4 timers skimarsj (ca. 4km, +400m stigning)	Tung stridsutrustning + skipulker (tung belastning) ^a	-9,6 til -1,7°C ^b
2	Forflytning på ski rundt baseområde (ca. 4km, +/- 200m stigning)	Lett stridsutrustning (lett belastning) ^a	-10,9 til 2,9°C ^b
3	Forflytning på ski + skredøving	Lett stridsutrustning (middels belastning) ^a	-7,0 til 1,2°C ^b
4	9 timers skimarsj (ca. 15km, +400m stigning)	Tung stridsutrustning (tung belastning) ^a	-5,9 til 2,5°C ^b , 0,9 mm ^c
5	1 time skimarsj (ca. 2km, +/- 200m stigning)	Tung stridsutrustning + skipulker (tung belastning) ^a	-3,9 til -5,9°C ^b

^a Individuelle variasjoner i belastning. ^b Temperaturer varierte fra og til. ^c Nedbør registrert natt til 5. dag.

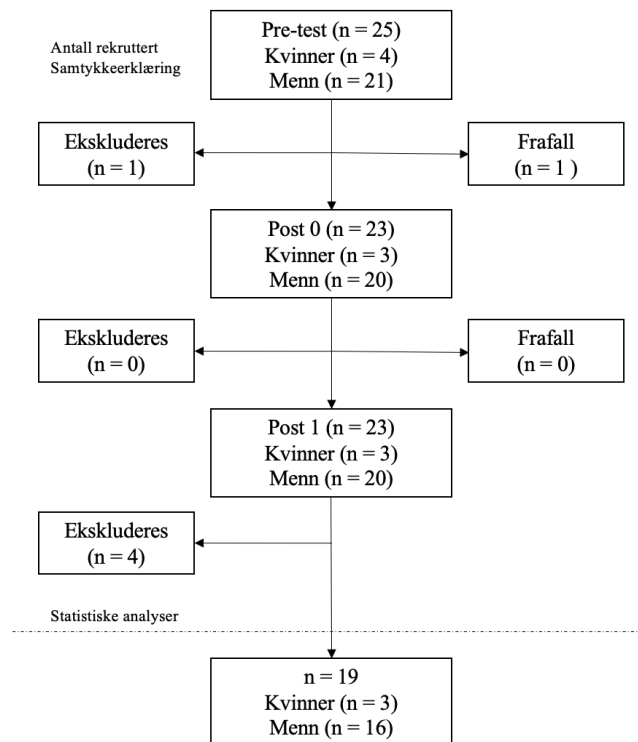
3.3 Deltakere og rekruttering

Dette prosjektet er et samarbeid med underavdelingen CIS TG i Cyberforsvaret, ved Jørstadmoen leir på Lillehammer. Rekrutteringsprosessen foregikk i januar 2023. Det ble avholdt et digitalt informasjonsmøte med hele avdelingen til stede, samt prosjektleder og masterstudent tilknyttet prosjektet der potensielle deltakere fikk nødvendig informasjon både muntlig og skriftlig. Alle som ønsket å delta i prosjektet meldte seg videre til sin troppssjef, som videreformidlet til prosjektledelsen. Deltakere avga samtykke til deltakelse (gjennom informasjons- og samtykkeskriv) ved å returnere siste side til prosjektledelsen (vedlegg 2) før pre-test. Ytterligere rekruttering og videre spørsmål rundt deltakelse foregikk over telefon og var mulig frem til starten av prosjektet.

I den aktuelle avdelingen som deltok på vinterøvelsen var det totalt 33 ansatte som potensielt kunne bli rekruttert og inkludert i prosjektet. Det ble derfor ikke gjennomført styrkeberegninger, men det var ønskelig å rekruttere så mange som mulig av de ansatte, både kvinner og menn. Totalt 25 deltakere samtykket til å delta i prosjektet (figur 3-2). Alle deltakerne var voksne (> 18 år), ansatt ved avdelingen CIS TG i Cyberforsvaret og hadde planlagt å gjennomføre hele vinterøvelsen. Alle var skade- og sykdomsfrie ved prosjektstart og oppfylte inklusjonskriteriene for prosjektet (tabell 3-2). Av totalen var det én deltaker som trakk seg og én deltaker som ble ekskludert fra prosjektet ved post 0 som følge av en skade under vinterøvelsen. Det var i alt 19 deltakere (25 ± 3 år, 1.80 ± 0.08 m, 81 ± 15 kg) som fullførte alle testdager med DXA og CMJ som planlagt. Det ble dermed ekskludert ytterligere fire deltakere før de statistiske analysene vedrørende DXA og CMJ (figur 3-2). Av totalen på 19 deltakere var 16 deltakere menn, og 14 av disse fullførte “Low Energy Availability in Males Questionnaire”(LEAM-Q) ved pre og post 0, mens det var 13 mannlige respondenter som fullførte LEAM-Q ved post 1 (tabell 4-2).

Tabell 3-2 Inklusjons- og eksklusjonskriterier for deltakelse i prosjektet.

Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
1) Ansatt i CIS TG, Cyberforsvaret	1) Personer som av ulike årsaker står over fysiske påkjenninger under vinterøvelsen
2) Skade- og sykdomsfri ved prosjektets start	
3) Planlagt gjennomføring av hele vinterøvelsen fra start til slutt	



Figur 3-2 Flytdiagram med oversikt over antall(n) deltakere, testdager og frafall/eksklusjon underveis i prosjektet.

3.4 Utfallsmål

3.4.1 Primært utfallsmål

Fysisk prestasjonsevne

Fysisk prestasjonsevne ble målt med CMJ på kraftplattform (60x60 Sandwich, Biomekanikk AS, Oslo, Norge). Kraftplattformen var koblet opp mot en datamaskin med programvaren “BioJump” som ga variabler tilknyttet hvert enkelt hopp. Svikthopp er vist å være en av de mest reliable og valide felttestene for estimering av eksplosiv kraft i underekstremiteten, med en intraklasse korrelasjonskoeffisient (ICC) på 0.98 og en variasjonskoeffisient (CV) 2,8 % (Markovic et al., 2004). Testprosedyren var standardisert i henhold til tidligere studier (Markovic et al., 2004; Tangen et al., 2020; Wade et al., 2020; Aaserud, 2021) og ble testet ved pre, post 0 og post 1. Testen og oppvarmingen ble gjennomført inne i en vedlikeholdshall, hvor oppvarmingen ble standardisert med tre til fem minutters moderat jogg, etterfulgt av tre stigningsløp på ca. 40 meter. Deltakeren plasserte seg deretter på plattformen uten sko, med skulderbreddes avstand mellom beina, i en oppreist strak posisjon. Hendene var plassert i midjen, over hoftekammen under hele utførelsen. Når deltakeren var klar ble det telt ned fra tre og gitt signal om hopp. Deltakerne reagerte så umiddelbart og startet hoppet ved at sviktfasen ble initiert og kneleddet flektert til selvvalgt høyde (ca. 90

grader). Deretter fulgte en påfølgende maksimal sats vertikalt. Alle deltakerne gjennomførte tre hopp, der den høyeste oppnådde verdien ble gjeldende. Dersom det tredje hoppet resulterte i høyeste verdi, ble det gjennomført et hopp til. Det var 30 sekunders pause mellom hoppene.

3.4.2 Sekundære utfallsmål

Kroppssammensetning

Kroppssammensetning og BMT ble målt med DXA (Lunar Prodigy, GE Healthcare). DXA ble gjennomført ved to målepunkter under forskningsprosjektet: 1) Før feltøvelsen (pre) og tre-fem dager etter feltøvelsen (post 1). Alle DXA-målinger ble gjennomført etter den standardiserte testprotokollen med maskinkalibrering i forkant, fastende oppmøte mellom kl. 07:45 og 10:15 og standardisert posisjonering. Målingen ble gjennomført av samme testleder hver gang og samme testleder gjennomførte på alle deltakerne. Av praktiske hensyn og logistikkmessige grunner var tidspunkt for DXA individuelt satt opp og testingen foregikk derfor på forskjellige dager innenfor samme uke (figur 3-1). Det ble tilstrebet at deltakerne skulle ha samme tidspunkt for DXA ved hvert målepunkt, men dette lot seg ikke gjøre på enkelte av deltakerne. Deltakerne ble bedt om å ta av t-skjorte, bukse, sko, sokker, klokke eller andre pyntegjenstander før test. Shorts og bh uten spiler var tillatt. Videre la deltakerne seg på DXA maskinen etter anvisninger fra testlederen. Deltakerne lå i anatomisk utgangsstilling med armene litt ut fra kroppen og strake bein. Testleder plasserte beina til deltakeren på en pute og plasserte plater av isopor mellom armer og kropp, samt kontrollerte for riktig stilling. Deltakerne ble bedt om å ligge i ro under testingen som hadde en varighet på omtrent fem minutter. Enkelte deltakere måtte gjennomføre skanningen to ganger som følge av feilposisjonering i forhold til oppsatte markeringer på DXA-maskinen. Disse ble analysert ved å ta gjennomsnittet av begge målingene.

DXA har vist å være den mest valide testen for å måle kroppssammensetning (Ackland et al., 2012; Nana et al., 2015). Mueller et al. (2013) og Santos et al. (2010) rapporterer CV på henholdsvis 1.1 og 1.6 % i beinmineralinnhold (BMC), 1.0 og 1.7 % i fettfri masse, samt 1.3 % og 2.9 % i fettmasse. BMT er en sammensetning av BMC (g) og tverrsnittsareal av bein, og er derfor oppgitt i g/cm². BMT er et surrogatmål for beinstyrke og blir brukt av Verdens Helseorganisasjon som et diagnostisk kriterium for skjelettsykdommer som osteoporose (Dalene, 2010) hvor det er økt risiko for brudd som følge av lavere innhold vitamin D og endring i beinstruktur (Legemiddelhandboka, 2020).

Lav energitilgjengelighet

Kartlegging av symptomer på lav ET ble kun gjennomført blant de mannlige soldatene, da det var for få kvinnelige deltakere tilgjengelig til å ivareta anonymitet og personvern. De mannlige deltakerne besvarte det standardiserte spørreskjemaet LEAM-Q (vedlegg 1) utviklet for mannlige idrettsutøvere. LEAM-Q er tidligere brukt i flere kartleggingsstudier, derunder Gustad (2021) Lundy et al. (2022) og Melin et al. (2014), og er rapportert som reliabelt med en ICC på 0.79 (Melin et al., 2014). Spørreskjemaet ble forsøkt validert i studien til Lundy et al. (2022) uten og lykkes, og i følge forskningsgruppen er dermed spørreskjemaet godkjent på ett av tre kriterier for validitet med innholdsvaliderte (*content-validated* på engelsk) spørsmål. Det vil si at spørreskjemaet uttrykker i hvilken grad utvalget av spørsmål dekker alle dimensjoner av det fenomenet som vi ønsker å måle (Pripp, 2018). Spørreskjemaet blir også trukket frem som nyttig i fremtidige studier på forskjellige populasjoner (Lundy et al., 2022). Spørreskjemaet fokuserer på fysiologiske og psykologiske symptomer med utilstrekkelig energiinntak og inneholder spørsmål om skader, tarmfunksjon og reproduktiv funksjon. Det gir samtidig relevante verdier for å kartlegge risikofaktorer og/eller oppdage RED-s (Melin et al., 2014).

Spørreskjemaet ble fylt ut elektronisk på deltakernes telefoner ved hjelp av nettskjema.no. Tidspunktet for besvarelse var individuelt, så lenge det ble gjort innenfor samme døgn. Siden deltakerne ikke var kjent med spørreskjemaet ved prosjektstart, ble de oppfordret til å besvare spørsmålene med prosjektledelsen tilstede, for å ha mulighet til å stille eventuelle spørsmål. Med bakgrunn i at LEAM-Q ikke er fullt validert hva gjelder analyser av spørreskjemaet (Lundy et al., 2022), har det ikke vært mulig å gi hver respondent en RED-s score. Derfor er det kun sett på individuelle komponenter ved spørreskjemaet og beskrevet utvalgte spørsmål ytterligere. Denne metoden er tidligere gjort i en annen masteroppgave av Nybakke (2021) med godkjenning fra Torstveit og kollegaer som er gruppen som arbeider med validering av LEAM-Q (Lundy et al., 2022).

3.5 Statistiske analyser

Databehandling ble gjennomført i programmene Microsoft Excel (Redmon, USA) og IBM SPSS Statistics 27.0. Alle dataene ble sjekket for normalfordeling før videre analyser. Resultater er vist som gjennomsnitt med standardavvik om ikke annet er oppgitt. α -verdiene $\leq 0,05$ og $\leq 0,1$ ble ansett som henholdsvis signifikant og tendens. En parett t-test ble gjennomført for å undersøke om det var signifikante endringer fra pre til post 1 i DXA, fra pre til post 0, pre til post 1, samt mellom post 0 og post 1 i CMJ. Det ble beregnet korrelasjoner (*Pearsons r*) for å undersøke mulige sammenhenger mellom endringer i ulike variabler. Signifikante korrelasjoner ble betegnet som enten signifikant svake [$<0,29$], moderate [$0,3-0,49$], sterke [$0,5-0,89$] eller svært sterke [$>0,9$] (Hopkins et al., 2009).

3.6 Etske aspekter

Studien ble godkjent av lokal etisk komité for Forskning (LEKF) ved Høgskolen i Innlandet (Sak 2 -2023. Arkiv: 20/03749). Innsamling og håndtering av prøvemateriale og data ble gjennomført i henhold til standard prosedyrer for å sikre valide og pålitelige resultater. Alle data ble anonymisert og registrert i Tjenester for Sensitive Data (TSD) for å sikre personvern. Prosjektet fulgte etiske retningslinjer og regler i henhold til Helsinkideklarasjonen (World Medical Association, 2013). Ved inngangen til forskningsprosjektets ble det avholdt et informasjonsmøte hvor det ble gitt grundig informasjon om hva en deltakelse ville innebære. I tillegg mottok de potensielle deltakerne et informasjons- og samtykkeskriv (vedlegg 2). Deltakerne ble informert om at deltakelse i studien var frivillig og at de når som helst kunne trekke seg fra prosjektet uten å måtte oppgi årsak.

4 Resultater

4.1 Endringer i fysisk prestasjonsevne

Både gjennomsnittlig hoppshøyde (cm), maksimal effekt (W) og maksimal kraft (N) var størst ved pretest (tabell 4-1; figur 4-1). Det var ingen signifikante endringer fra pre til post 0 i hoppshøyde ($-1,8 \pm 11,2$ %; $p=0,315$). Det var derimot en signifikant reduksjon i hoppshøyden fra pre til post 1 ($-7,9 \pm 11,6$ %; $p=0,006$). Dette illustrerer en ytterligere reduksjon i prestasjonen fem dager etter siste dag av øvelsen, og at variabelen fremdeles ikke er restituert tilbake til pre-verdier. Denne reduksjonen er samtidig den største nedgangen sett ved de tre forskjellige målepunktene og variablene som er målt vedrørende CMJ.

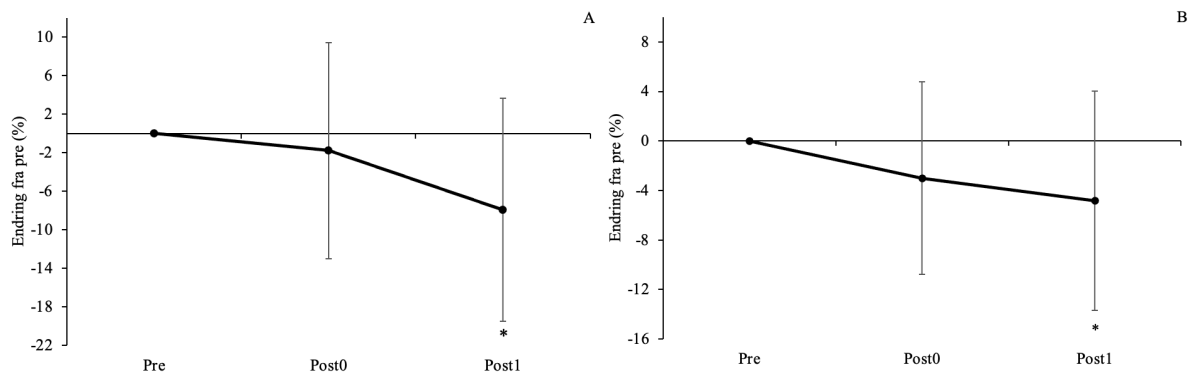
Tabell 4-1 Kroppssammensetning og fysisk prestasjon i svikthopp (CMJ) målt ved pre, post 0 og post 1. Resultater er oppgitt som gjennomsnitt \pm standardavvik.

		Pre (n=19)	Post 0 (n=19)	Post 1 (n=19)
Total kroppsmasse	kg	81,8 \pm 14,6	-	80,9 \pm 14,2*
	% end.	-	-	-1,0 \pm 1,2*
Muskelmasse	kg	58,0 \pm 8,1	-	58,1 \pm 8,0
	% end.	-	-	+0,3 \pm 1,5
Andel muskelmasse	%	71,4 \pm 5,1	-	72,4 \pm 5,0*
	% end.	-	-	+1,3 \pm 1,0*
Fettmasse	kg	20,7 \pm 7,8	-	19,6 \pm 7,5*
	% end.	-	-	-5,3 \pm 3,6*
Andel fettmasse	%	25,7 \pm 5,4	-	24,7 \pm 5,3*
	% end.	-	-	-4,1 \pm 3,1*
Beinmineraltetthet	g/cm ²	1,4 \pm 0,1	-	1,3 \pm 0,1
	% end.	-	-	-0,3 \pm 0,6
Hoppshøyde	cm	34,2 \pm 6,7	33,2 \pm 4,5	31,5 \pm 7,2*
	% end.	-	-1,8 \pm 11,2	-7,9 \pm 11,6*
Maksimal effekt	W	2020,7 \pm 474,0	1945,9 \pm 398,9	1910,1 \pm 435,9*
	% end.	-	-3,0 \pm 7,8	-4,8 \pm 8,9*
Maksimal kraft	N	1786,8 \pm 284,3	1770,9 \pm 297,3	1762,1 \pm 295,8
	% end.	-	-0,8 \pm 4,9	-1,3 \pm 5,1

*Signifikant endring fra pre ($p<0,05$). % end. = prosentvise endringer fra pre. W=Watt, produsert i maksimal sats i CMJ. N= Newton, produsert i maksimal sats i CMJ.

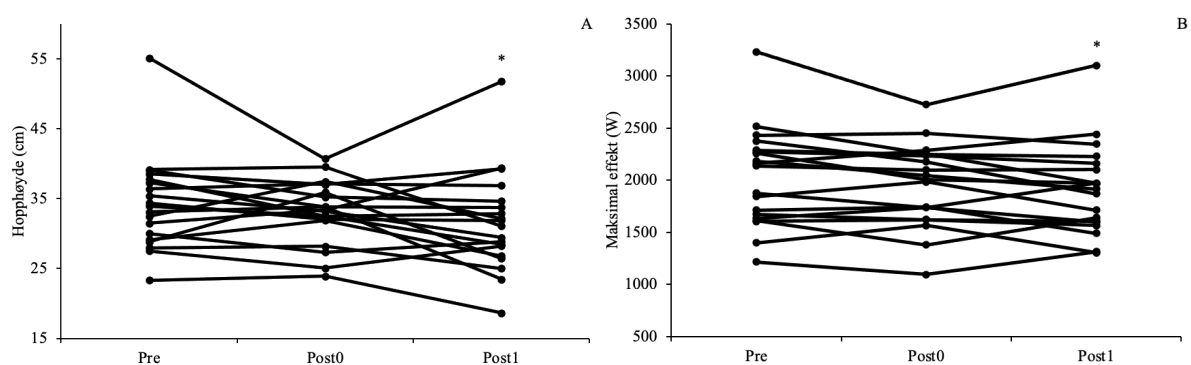
Det var ingen signifikant reduksjon i maksimal effekt fra pre til post 0 ($-3,0 \pm 7,8$ %; $p=0,07$), selv om denne reduksjonen tenderte til å være signifikant. Samtidig var det signifikant reduksjon fra pre til post 1 i maksimal effekt ($-4,8 \pm 8,9$ %; $p=0,025$). Det gjenspeiler, i likhet med hoppshøyden, en ytterligere reduksjon fra post 0 til post 1. Det var derimot ingen

signifikante reduksjoner i maksimal kraft fra pre til post 0 ($-0,8 \pm 4,9 \%$; $p=0,475$), eller fra pre til post 1 ($-1,3 \pm 5,1 \%$; $p=0,293$).



Figur 4-1 Figuren viser prosentvis gjennomsnittlige endringer fra pre med standardavvik i fysisk prestasjon målt i svikthopp (CMJ). A: Endring i hoppøyde. B: Endring i maksimal effekt. *Signifikante endringer fra pre, $p<0,05$.

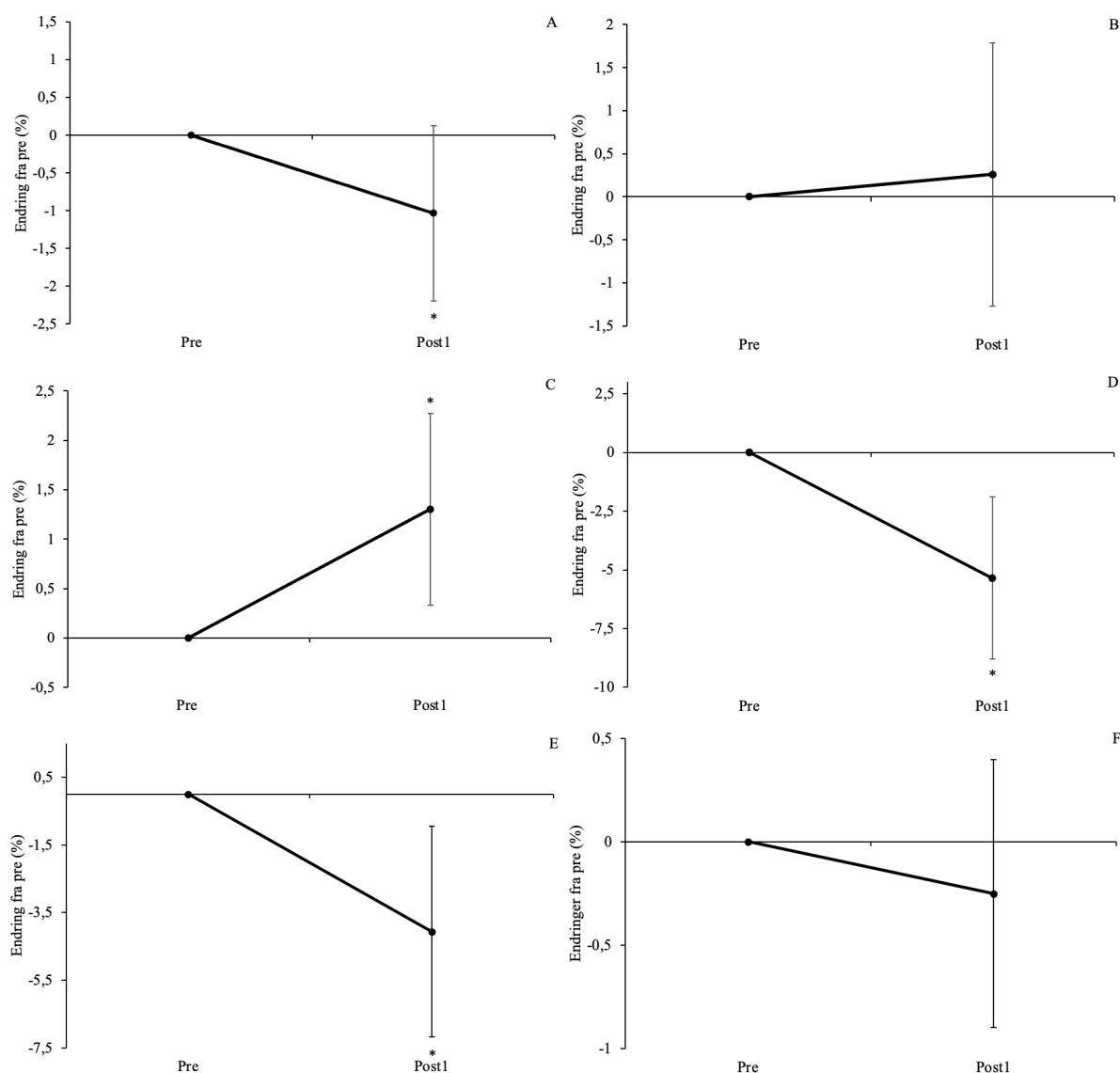
Det var individuelle variasjoner blant deltakerne i alle variabler tilknyttet CMJ (figur 4-2). Ni deltakere økte sin maksimale hoppøyde fra pre til post 0, mens de resterende reduserte sin maksimale hoppøyde. Kun én av de ni deltakerne som opplevde økning i maksimal hoppøyde, opplevde en ytterligere økning ved post 1. De resterende ti deltakerne reduserte sin hoppøyde ved post 1. Femten deltakere hadde fremdeles redusert hoppøyde ved post 1 sammenlignet med pre-verdier. Det var syv deltakere som økte maksimal effekt fra pre til post 0, de samme syv deltakerne hadde derimot redusert maksimal effekt ved post 1 sammenlignet med både pre og post 0. Femten deltakere hadde fremdeles redusert maksimal effekt ved post 1 sammenlignet med pre-verdier.



Figur 4-2 Figuren viser individuelle variasjoner i svikthopp ved målepunktene. A: Endringer i hoppøyde. B: Endringer i maksimal effekt. * Signifikante endringer fra pre, $p<0,05$.

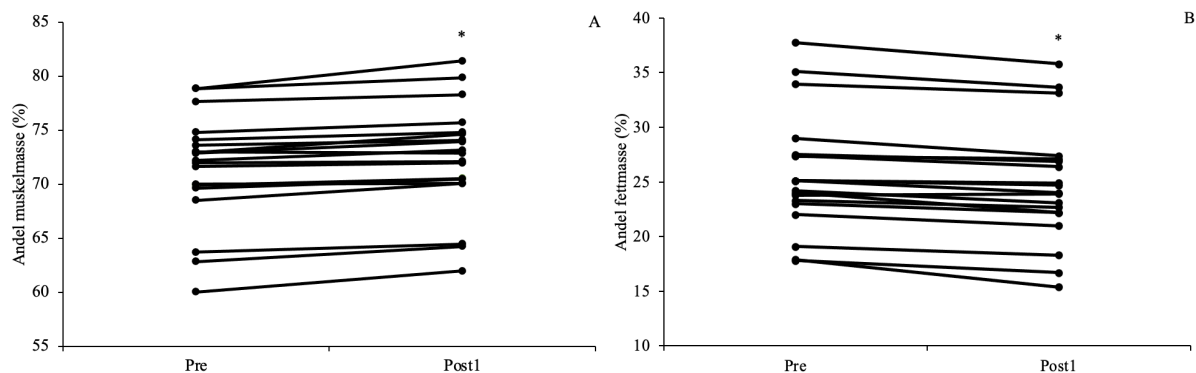
4.2 Endringer i kroppssammensetning

Det var signifikant reduksjon fra pre til post 1 i total kroppsmasse ($-1,0 \pm 1,2$ %; $p=0,003$), i total fettmasse ($-5,3 \pm 3,6$ %; $p<0,001$) og i andel fettmasse ($-4,1 \pm 3,1$ %; $p<0,001$) (tabell 4-1; figur 4-3). Den gjennomsnittlige reduksjonen i fettmassen gjenspeiler den største endringen i variablene tilknyttet kroppssammensetning fra før til etter øvelsen. Det var signifikant økning fra pre til post 1 i andel muskelmasse ($+1,3 \pm 1,0$ %; $p<0,001$). Det var derimot ingen signifikant endring fra pre til post 1 i muskelmasse ($+0,3 \pm 1,5$ %; $p=0,586$). Det var heller ingen signifikant endring i BMT ($-0,3 \pm 0,6$ %; $p=0,133$).



Figur 4-3 Figuren viser prosentvis gjennomsnittlige endringer med standardavvik i kroppssammensetning. Målepunktene per tidspunkt viser gjennomsnittlige prosentvise endringer fra pre med standardavvik. A: Endring i total kroppsmasse. B: Endringer i muskelmasse. C: Endringer i andel muskelmasse. D: Endringer i fettmasse. E: Endringer i andel fettmasse. F: Endringer i beinmineraltetthet. * Signifikante endringer fra pre, $p<0,05$.

Det var individuelle variasjoner blant deltakerne i alle variabler tilknyttet kroppssammensetningen ved pre og post 1 (figur 4-4). Tretten deltakere reduserte sin totale kroppsmasse fra pre til post 1. Fem deltakere opprettholdt sin totale kroppsmasse, til forskjell fra én av deltakerne som derimot økte sin totale kroppsmasse. Over halvparten av denne økningen tilsvarte en økning i muskelmasse. Elleve deltakere økte sin andel muskelmasse med +1 til +2 %. Den største individuelle variasjonen sett blant variablene som var målt med DXA var endringene i fettmasse. Fjorten deltakere reduserte sin andel fettmasse med -1 til -3 %, mens de resterende forholdt seg relativt konstant i fettmasse. Gjennomsnittlig BMT var tilnærmet uendret fra pre til post 1, og resultatene viser samtidig minimale individuelle variasjoner blant deltakerne.

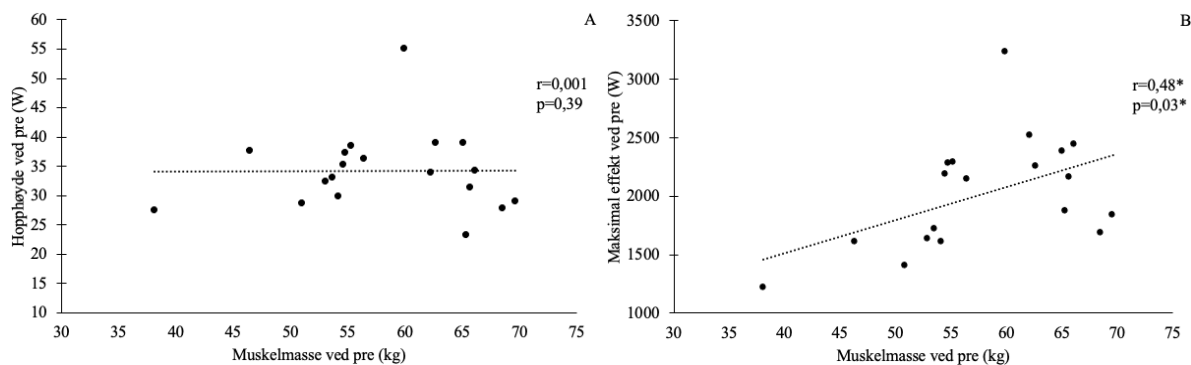


Figur 4-4 Figuren viser individuelle variasjoner i kroppssammensetning ved målepunktene. A: Endringer i andel muskelmasse. B: Endringer i andel fettmasse. * Signifikante endringer fra pre, $p < 0,05$.

4.3 Korrelasjonsanalyser

4.3.1 Korrelasjon mellom pre-verdier i fysisk prestasjonsevne og kroppssammensetning

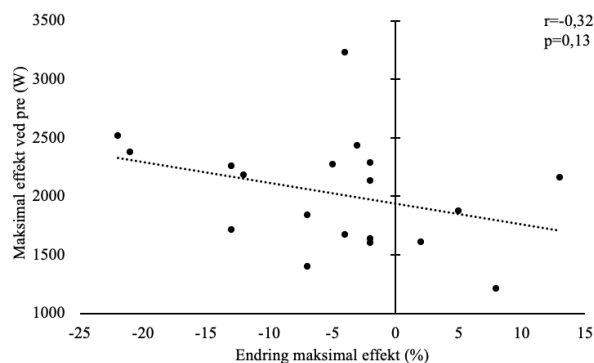
Det var ingen signifikant korrelasjon ($r=0,001$, $p=0,39$) mellom muskelmasse ved pre og hopp høyde ved pre. Det var derimot en signifikant moderat positiv korrelasjon ($r=0,48$, $p=0,03$) mellom muskelmasse ved pre og maksimal effekt ved pre (figur 4-5).



Figur 4-5 Figuren viser A: Korrelasjon mellom muskelmasse (kg) ved pre og hopp høyde (cm) ved pre. B: Korrelasjon mellom muskelmasse (kg) ved pre og maksimal effekt (W) ved pre. *Signifikant korrelasjon, $p<0,05$.

4.3.2 Korrelasjon mellom pre-verdier i fysisk prestasjonsevne og endringer i fysisk prestasjonsevne

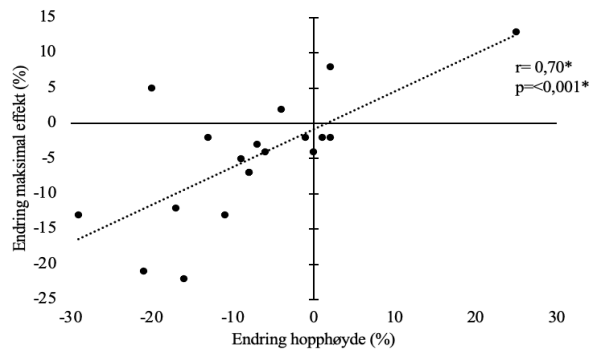
Det var en moderat negativ korrelasjon ($r=-0,32$, $p=0,13$) mellom endringer i maksimal effekt fra pre til post 1 og effekt ved pre, selv om denne korrelasjonen ikke var signifikant (figur 4-6).



Figur 4-6 Figuren viser korrelasjon mellom endringer i maksimal effekt (%) fra pre til post 1 og effekt (W) ved pre. *Signifikant korrelasjon, $p<0,05$.

4.3.3 Korrelasjon mellom endringer i fysisk prestasjonsevne

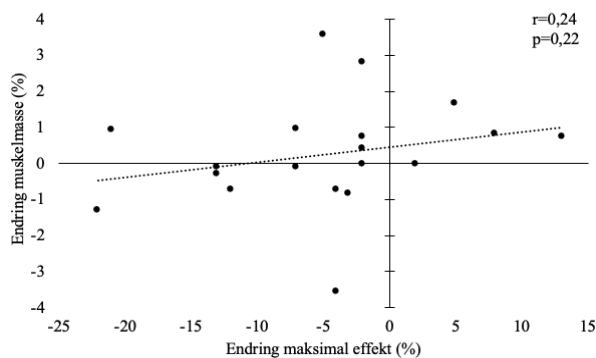
Det var en signifikant sterk positiv korrelasjon ($r=0,70$, $p<0,001$) mellom endring i maksimal effekt og endringer i hopp høyde fra pre til post 1 (figur 4-7). Dette var den høyeste korrelasjonen som ble observert blant alle variablene som ble målt i prosjektet.



Figur 4-7 Figuren viser korrelasjon mellom endringer i maksimal effekt (%) og endringer i hopp høyde (%) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p<0,05$.

4.3.4 Korrelasjon mellom endring i fysisk prestasjon og endring i kroppssammensetning

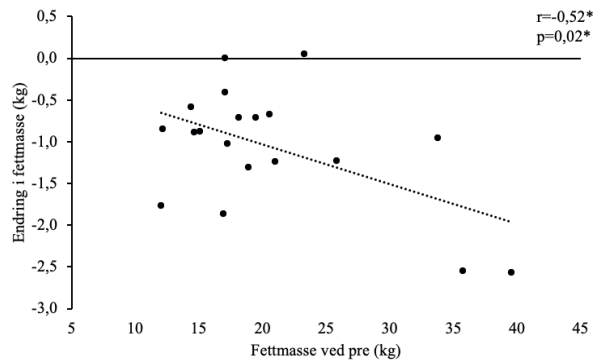
Det var en svak positiv korrelasjon ($r=0,24$, $p=0,22$) mellom endringer i maksimal effekt og endringer i muskelmasse fra pre til post 1, selv om denne ikke var signifikant (figur 4-8).



Figur 4-8 Figuren viser korrelasjon mellom endring i maksimal effekt (%) og endring i muskelmasse (%) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p<0,05$.

4.3.5 Korrelasjon mellom pre-verdier og endring i kroppssammensetning

Det var en signifikant sterk negativ korrelasjon ($r=-0,52$, $p=0,02$) mellom absolutt fettmasse ved pre og endringer i absolutt fettmasse fra pre til post 1 (figur 4-9).



Figur 4-9 Figuren viser korrelasjon mellom fettmasse (kg) ved pre og endringer i fettmasse (kg) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p<0,05$.

4.4 Lav energitilgjengelighet

Da LEAM-Q er et spørreskjema som ikke er ferdig validert, er kun deskriptive data tilknyttet spørreskjemaet fremlagt og presentert. Det var 14 deltakere som besvarte LEAM-Q ved pre og post 0, mens det var 13 som besvarte ved post 1 (tabell 4-2). Tabellen viser at det er lite belastningsskader og sykdomsavbrekk blant respondentene. Det var kun 14 % (n=2) som oppga et fravær fra trening/aktivitet på mellom 15-21 dager de siste 6 måneder som følge av belastningsskade, og hele 71-86 % (n=10-12) oppga ingen fravær i det hele tatt som følge av belastningsskade. Det var derimot 14-21 % (n=2-3) som oppga et fravær fra ordinær trening/aktivitet på mellom 8-14 dager de siste 6 måneder som følge av sykdom. Svarene ved post 1 i de respektive kategoriene viser en høyere svarprosent i svaralternativene som forbindes med lavere risiko for lav ET og RED-s.

På spørsmål om psykologiske faktorer som beslutningsevne var det halvparten (n=7) ved pretest som oppga at de iblant utsetter viktige beslutninger. Dette antallet økte til 77 % (n=10) ved post 1, mens de resterende oppga sjeldent/aldri. Halvparten av respondentene (n=7) oppga vondter i kroppen 1-2 dager/uken eller sjeldnere, og svarprosenten økte samtidig til 77 % ved post 1. Det var 21 % (n=3) som oppga vond kropp nesten hver dag, til forskjell for 29-50 % (n=4-7) som svarte at de sjeldent/aldri kjenner på dette i det hele tatt. Mellom 64-86 % (n=9-12) oppga gjennom alle målepunktene at de sjeldent/aldri føler at de blir lett skadet, og flertallet på 50-71 % (n=7-10) oppga samtidig følelse av god progresjon i treningen. Det var flere ved post 1 enn ved pre som oppga en følelse av god progresjon.

Antall timer søvn for respondentene (n=13-14) viser et stabilt søvnmønster med gode søvnvaner og et gjennomsnittlig antall timer på over seks timer søvn per natt. Det var kun én av deltakerne som rapporterte et gjennomsnitt på under seks timer søvn per natt før øvelsen, men med en påfølgende økning etter øvelsen til over seks timer søvn i gjennomsnitt per natt (post 0 og post 1). Mellom 31-57 % (n=4-8) av respondentene oppga at de etter mange eller nesten hver treningsøkt føler at de restituerer seg bra fysisk. Det var 29 % (n=4) som oppga følelse av nedstemthet flere dager i uken ved pretest. Denne svarprosenten var redusert til 14 % (n=2) ved post 0 og 23 % (n=3) ved post 1. Det var derimot 7% (n=1) som oppga følelse av nedstemthet nesten hver dag rett etter øvelse (post 0), selv om det var ingen (n=0) som oppga det samme ved post 1. Flertallet på 62-64 % (n=8-9) av respondentene oppga at de sjeldent/aldri føler seg nedstemt.

Tabell 4-2 Et utdrag av spørsmål fra LEAM-Q. Størrelsen i hvert svar er gitt i prosent og er i forhold til hvor mange som har avgitt svaret av respondentene som gjennomgikk spørreskjemaet.

LEAM-Q variabel	Pre (n=14)	Post 0 (n=14)	Post 1 (n=13)
Helseproblemer			
Hvor mange dager på rad har du i løpet av de siste 6 måneder vært fraværende fra trening/aktivitet eller ikke kunnet prestere optimalt på med den mest omfattende belastningsskaden?			
<i>Ingen</i>	71 %	86 %	77 %
<i>1-7 dager</i>	14 %	7 %	15 %
<i>8-14 dager</i>	0 %	7 %	8 %
<i>15-21 dager</i>	14 %	0 %	0 %
<i>>22 dager</i>	0 %	0 %	0 %
Helseproblemer			
Hvor mange dager på rad har du i løpet av de siste 6 måneder vært fraværende fra trening/aktivitet eller ikke kunnet prestere optimalt på grunn av sykdom?			
<i>Ingen</i>	36 %	50 %	62 %
<i>1-7 dager</i>	43 %	36 %	23 %
<i>8-14 dager</i>	21 %	14 %	15 %
<i>15-21 dager</i>	0 %	0 %	0 %
<i>>22 dager</i>	0 %	0 %	0 %
Velvære og restitusjon			
Jeg fremskyver viktige beslutninger			
<i>Ja, alltid</i>	0 %	0 %	0 %
<i>Ja, ofte</i>	7 %	0 %	0 %
<i>Ja, iblant</i>	50 %	71 %	77 %
<i>Sjelden/aldri</i>	43 %	29 %	23 %
Velvære og restitusjon			
Jeg har vondt i kroppen			
<i>Ja, nesten hver dag</i>	21 %	14 %	8 %
<i>Ja, flere dager/uken</i>	0 %	7 %	0 %
<i>Ja, 1-2 dager/uken/ sjeldnere</i>	50 %	29 %	77 %
<i>Sjelden/aldri</i>	29 %	50 %	15 %
Velvære og restitusjon			
Jeg føler at jeg blir lett skadet			
<i>Ja, alltid</i>	0 %	0 %	0 %
<i>Ja, i de fleste treningsperioder</i>	0 %	7 %	8 %
<i>Ja, i noen treningsperioder</i>	36 %	7 %	23 %
<i>Sjelden/aldri</i>	64 %	86 %	69 %
Velvære og restitusjon			
Jeg kjenner meg sterk og har god progresjon i styrketreningen min			
<i>Ja, alltid</i>	0 %	0 %	0 %
<i>Ja, i de fleste treningsperioder</i>	50 %	71 %	69 %
<i>Ja, i noen treningsperioder</i>	43 %	29 %	31 %
<i>Sjelden/aldri</i>	7 %	0 %	0 %
Søvn			
I løpet av den siste måneden, hvor mange timer faktisk søvn har du fått i gjennomsnitt per natt?			
<i>Gjennomsnitt <6 timer søvn</i>	7 %	0 %	0 %
<i>Gjennomsnitt >6 timer søvn</i>	93 %	100 %	100 %
Restitusjon			
Jeg restituerer meg (henter meg inn igjen) bra fysisk			
<i>Ja, etter nesten hver treningsøkt</i>	36 %	57 %	31 %
<i>Ja, etter mange treningsøkter</i>	43 %	36 %	46 %
<i>Ja, iblant etter noen treningsøkter</i>	21 %	7 %	23 %
<i>Sjelden/aldri</i>	0 %	0 %	0 %
Energivivå			
Jeg føler meg nedstemt og mindre glad enn jeg pleier eller ønsker å være			
<i>Ja, nesten hver dag</i>	0 %	7 %	0 %
<i>Ja, flere dager/uken</i>	29 %	14 %	23 %
<i>Ja, 1-2 ganger/uken/ mindre</i>	7 %	14 %	15 %
<i>Sjelden/aldri</i>	64 %	64 %	62 %

5 Diskusjon

5.1 Hovedfunn

Resultatene viser at fysisk prestasjonsevne målt med CMJ ble redusert fra før til etter vinterøvelsen, med signifikante reduksjoner i både hopp høyde og maksimal effekt. Komponenter som total kroppsmasse, fettmasse og fettprosent målt med DXA ble redusert signifikant fra før til etter øvelsen. Dette er i tråd med andre militære studier som både undersøker øvelser med lengre varighet og høyere totalbelastning (Hamarsland et al., 2018; Nindl et al., 2007; Teien et al., 2020). Til tross for samsvar, er de gjennomsnittlige endringene i hopp høyde i dette prosjektet større enn i “Studie I” (Teien et al., 2020), som ser ut til å være best å sammenligne med ut av studiene som nevnes. Den lille tendensen til endring i BMT i dette prosjektet, skyldes trolig tilfeldige variasjoner i målingene. Tendensene er likevel interessante, da det er ingen militære studier som har kartlagt BMT fra før til etter øvelser. Resultatene i prosjektet viste minimal forekomst av symptomer på lav ET.

5.2 Endringer i fysisk prestasjonsevne

Reduksjon i både maksimal effekt og hopp høyde etter vinterøvelsen er i likhet med de svært krevende feltøvelsene (Hamarsland et al., 2018; Nindl et al., 2007; Teien et al., 2020). Reduksjonen i begge variablene kan underbygges av den sterke korrelasjonen mellom endringer i hopp høyde og maksimal effekt ($r=0,70$) som er funnet i dette prosjektet. Korrelasjonen understreker teoretiske antakelser; at maksimal effekt predikerer hopp høyden (Samozino et al., 2010) og trolig er den faktoren som i størst grad kan forklare endringer i CMJ fra før til etter øvelsen.

Utviklingen i hopp høyde i dette prosjektet og teoretiske antakelser om CMJ er likevel til forskjell fra “Studie I” av Teien et al. (2020), som ser ut til å lignende øvelsesforhold, varighet og klima til dette prosjektet. I forbindelse med en moderat krevende øvelse med varighet i underkant av fem døgn, observerer studien både økning (blant kvinnelige deltakere) og reduksjon (blant mannlige deltakere) i hopp høyde. Samtidig fant studien reduksjon i maksimal effekt for begge kjønn. Med bakgrunn i få kvinnelige deltakere i dette prosjektet er kjønnsforskjeller ikke mulig å kommentere. Dette vil være en svakhet da tidligere militære studier har vist flere betydelige kjønnsforskjeller (Teien et al., 2020). Likevel vil det store flertallet av mannlige deltakere i dette prosjektet muliggjøre en

sammenligning med gjennomsnittet for menn i “Studie I”. Reduksjonen i hopp høyde blant de mannlige deltakerne i “Studie I” (-0,2 % ved post 0 og -1,1 % ved post 72t) er betydelig lavere enn i dette prosjektet (-1,8 % ved post 0 og 7,9 % ved post 1≈120t). Reduksjonen i dette prosjektet er omtrent like stor som reduksjonen i hopp høyde ved post 72t for de kvinnelige deltakerne (-9,3 %) ved den svært krevende feltøvelsen i “Studie II”. Dette er bemerkelsesverdig da “Studie II” både har lengre varighet og høyere totalbelastning. Samtidig kan ulike arbeidsoppgaver og -belastninger, som ikke nødvendigvis kommer frem i detaljer i metodiske forklaringer, utgjøre store og betydelige forskjeller i påvirkning av fysisk prestasjonsevne. Det er også mulig at ulikheter i fysisk kapasitet og motstandskraft kan ha betydning for påvirkningen av muskulære strukturer og prosesser (Nindl et al., 2018). Dette kan underbygges av korrelasjonen i dette prosjektet mellom maksimal effekt ved pre og endringer i maksimal effekt ($r=-0,32$). Fysisk kapasitet kan dermed se ut til å kunne bestemme grad av effektiviteten på en restitusjonsprosess, og at soldater kan dra nytte av å ha stor eksplosiv styrke, spesielt ved hyppige øvelser og operasjoner som krever rask restitusjon.

Hopp høyden er ifølge teorien avhengig av stor eksplosiv og relativ styrke, snarere enn stor maksimal styrke og stort muskeltvernsnitsareal (Raastad, 2010). Dette kan underbygges av den svake korrelasjonen mellom muskelmasse ved pre og hopp høyde ved pre ($r=0,001$), som med andre ord tilsier ingen sammenheng. Dette kan forklares med at kroppsmassen som skal forflyttes vertikalt, er høyst betydelig for hopp høyden og at for stor kroppsmasse ikke er fordelaktig. Med bakgrunn i at “Studie I” (Teien et al., 2020) hadde større gjennomsnittlig reduksjon i fettmasse (-7,35 % ved post 72t; menn og kvinner) sammenlignet med dette prosjektet (-5,3 % ved post 1 (72-120t); menn og kvinner), kan ulike endringer i kroppsmassen hatt betydning på forskjellene i utviklingen av hopp høyden.

Reduksjonen i kroppens totalmasse (så lenge det innbefatter reduksjon i fettmassen), som funnet i dette prosjektet og i de andre militære studiene (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020), kan derfor se ut til å være prestasjonsfremmende for hurtig kraftutvikling. Det kan også tenkes å være av betydning for militær stridsevne, der eksplosive bevegelser med egen kroppsvikt og ytre belastning (på ca. 30-40 kg) er sentrale. Om dette gjelder militær stridsevne i dette prosjektet, forblir usikkert da militær stridsevne ikke er testet. Teien et al. (2020) gjennomførte derimot målinger av EVAK-test (anaerob test med ytre belastning) i “Studie I” og observerte en økning. Redusert kroppsmasse kan ha, sammen med eventuelle læringseffekter, påvirket til denne økningen. Det er dog viktig å påpeke at individuelle forskjeller i fettmasse og fettprosent, gjør at en reduksjon ikke nødvendigvis er like helse- og

prestasjonsfremmende for alle. En balanse mellom fettmasse, muskelmasse og total kroppsmasse er antakeligvis det ideelle for militær stridsevne og restitusjonsevne for soldater.

Reduksjonen i CMJ og hopp høyde kan forklares med reduserte muskulære og nevrale forhold (McArdle et al., 2015; Samozino et al., 2010). Muskulære forhold som endringer i muskelmassen kan tenkes å kunne forklare redusert maksimal effekt (Newton & Kraemer, 1994; Raastad et al., 2010). Dette kan ses i sammenheng med korrelasjonen mellom muskelmasse ved pre og maksimal effekt ved pre ($r=0,48$). Selv om muskelmasse er viktig for produksjon av maksimal effekt ved pre, viser resultatene i likhet med “Studie I”, en relativt konstant muskelmasse fra før til etter øvelsen. Samtidig er korrelasjonen mellom endringer i muskelmasse og maksimal effekt svak ($r=0,24$). Dette viser at reduksjonen i maksimal effekt og hopp høyde derfor har andre forklaringer enn endringer i muskelmassen. Dette faktumet blir også understreket av andre militære studier, der maksimal effekt og hopp høyden fremdeles er redusert til tross for stabilisering av muskelmassen etter svært krevende feltøvelser (Hamarsland et al., 2018; Teien et al., 2020).

Muskelskader i kraftgenererende strukturer i musklene kan gi nedsatt neural aktivitet og muskeltretthet, og derav påvirke prestasjonsevnen (Ratel et al., 2015). Muskelskade-proteinet kreatinkinase er blant annet foreslått å være en årsak til redusert fysisk prestasjonsevne etter svært krevende militære feltøvelser (Hamarsland et al., 2018). Det er derimot usikkert om dette har en overføringsverdi til øvelser med lavere belastning, da det etter en moderat krevende feltøvelse ikke ble funnet noen signifikante økninger i proteinet (Teien et al., 2020). Likevel er det kjent at en økning i kreatinkinase er vanlig i rekruttperioder (Kenney et al., 2012), og at muskelskader kan oppstå i forskjellig grad med ulik treningsstatus (Noakes & Carter, 1982). Større kroppsmasse og muskelmasse, og flere type II-fibre vil kunne skape større mekanisk kraft og derav gi kraftigere ødeleggelser (Semmler et al., 2013). På en annen side er type II-fibre eksplosive muskelfibre med store motoriske enheter som produserer høy maksimal effekt (Raastad, 2010). Da muskelfibertyper ikke er målt i dette prosjektet, forblir det derimot usikkert om muskelfibertyper har hatt en betydning for redusert prestasjonsevne.

Langvarig submaksimalt muskellarbeid kan samtidig medføre muskeltretthet (McArdle et al., 2015). I tillegg er muskeltretthet foreslått å kunne påvirkes av reduserte glykogenmengder i kroppen. Dette skjer ved at frigjøringshastigheten av kalsium reduseres med reduserte glykogenmengder, og forstyrrelser i eksitasjons-kontraksjonskoblingen inne i musklene vil oppstå. Dette er negativt for kraftutviklingen (Ørtenblad et al., 2013) og vil trolig kunne

påvirkes i forbindelse med militære feltøvelser hvor det er funnet store energiunderskudd (Teien et al., 2020), og sannsynlig brukt store glykogenmengder. Da denne øvelsen har foregått uten kalorirestriksjoner og den gjennomsnittlige muskelmassen samtidig har økt, er det derimot usikkert hvor mye glykogenlagrene har blitt påvirket. Det er samtidig vanskelig å si noe om hvorvidt muskeltretthet faktisk har hatt en betydning for prestasjonsevnen, da verken dette prosjektet eller andre militære studier har målt muskeltretthet.

Resultatene i forskningsprosjektet viser ingen signifikante endringer fra pre til post 0 i variabler tilknyttet CMJ, selv om tidligere forskning tilsier det. Dette kan forklares med at en tilvenningstest av CMJ ikke ble gjennomført. Det er en metodisk svakhet ved prosjektet og kan ha medført en læringseffekt med bedre teknisk utførelse og koordinering av muskler, som muligens kan ha påvirket gjennomsnittlig endring. De individuelle forskjellene kan trolig underbygge dette, da enkelte av deltakerne oppga at de hadde gjennomført CMJ tidligere. Deltakernes motivasjon, vilje og smerter/ubehag kan samtidig ha påvirket resultatene og evne til å gjennomføre CMJ med maksimal innsats. Funnene fra LEAM-Q indikerer derimot minimal grad av smerter/ubehag gjennom alle tre målepunktene, og et overskudd som skulle tilsi at mulighetene for maksimal innsats var store.

5.3 Endringer i kroppssammensetning

Vinterøvelsen hadde relativt lav totalbelastning og arbeidsintensitet, samt ingen kalorirestriksjoner. Dette har antakelig medført mindre reduksjon i gjennomsnittlig kroppsmasse, sammenlignet med tidligere militære studier (Hamarsland et al., 2018; Nindl et al., 2007; Teien et al., 2020). Det har trolig også vært gjeldende for funnene i BMT, hvor ingen markante endringer ble funnet. Resultatene for BMT samsvarer dog med tidligere funn for militært personell etter utplassering (Carlson et al., 2013), selv om det ikke nødvendigvis har en direkte overføringsverdi til militært personell som kommer fra øvelse. Sammenlignet med tidligere idrettsvitenskapelig forskning, er funnene i BMT derimot som forventet, da det er vist å ta lengre tid å observere endring i BMT (Taguchi et al., 2020).

Lav arbeidsintensitet har trolig medført forbruk av fett- og glykogenlagre som hovedenergikilde, snarere enn muskelmasse og aminosyrer (Garthe & Helle, 2011). Det kan begrunnes med at den største reduksjonen er i fettmasse, og at muskelmassen forble relativt stabil. Dette er til forskjell fra hardere anstrengelser med tilhørende kalorirestriksjoner, som har vist signifikante reduksjoner i muskelmassen (Hamarsland et al., 2018). Teien et al. (2020) har i begge studier observert reduksjoner, selv om "Studie I" viser en svært liten

reduksjon i muskelmassen ved post 0 (-0,6 %). Som følge av praktiske årsaker ble det ikke målt kroppssammensetning rett etter øvelse (ved post 0) i dette prosjektet. Det er dermed usikkert om gjennomsnittlig muskelmasse har vært noe redusert rett etter øvelsen. Dette er en svakhet ved prosjektet, da tre til fem dager mellom øvelsen og måling av kroppssammensetning trolig har påvirket resultatet. Dette fordi restitusjonsprosessen, gitt at perioden har inneholdt hvile og tilstrekkelig med næringsinntak, kan føre til stabilisering og normalisering av energilagre. En stabilisering av energiunderskuddet er antakelig observert i verdiene fra post 0 til post 72t i studien til Teien et al. (2020) der muskelmassen har økt fra under til over utgangsverdier. Trolig kan det samme ha vært tilfelle i økningen i muskelmasse i dette prosjektet.

Prioritering av tilstrekkelig energiinntak under øvelser ser uansett ut til å være essensielt for å unngå store negative konsekvenser på muskelmassen. Dette gjelder spesielt under vinterøvelser da kuldeeksponering vil øke kroppens energiomsetning ytterligere for å opprettholde kroppens kjernetemperatur (Teien, 2014). Ulike værforhold mellom dette prosjektet og Teien et al. (2020) kan også ha hatt en betydelig rolle for å forklare forskjellene i resultatene. Ulik tid på året (april-mai vs. februar), antall minusgrader og kraftig vind kan ha påvirket til store forskjeller i energiforbruk, og derav ulikt energiunderskudd (Teien, u.å., 2014).

Resultatene i dette prosjektet viser store individuelle forskjeller i utviklingen av kroppssammensetning, og grad av tap i fettmasse. Mengden fettmasse ved pre kan ha vært av betydning for endringen i fettmasse, fordi større fettmasse vil kunne gi høyere fettoksideringsevne (Lundsgaard & Kiens, 2014). Dette kan samtidig underbygges med den sterke korrelasjonen mellom fettmasse ved pre og endringer i fettmasse fra pre til post 1 ($r=0,52$). Likevel er gjennomsnittlig fettmasse ved pre høyere og tap av fettmasse lavere i dette prosjektet sammenlignet med "studie I" til Teien et al. (2020). Ulik kroppssammensetning, ulik evne til forskjellig substratbruk og ulike næringsinntak, i tillegg til kjønnsmessige forhold (Frayn & Evans, 2019) kan ha hatt en betydning for disse forskjellene. Om et faktisk energiunderskudd er oppstått eller hva som er årsaken til redusert kroppssammensetning er usikkert. Dette fordi måling av energiomsetning både er et omfattende og ressurskrevende arbeid, og derfor ikke målt i dette prosjektet. Det er også viktig å ta i betraktning at ulike måleinstrumenter er tatt i bruk for å måle kroppssammensetning i de forskjellige studiene. I de fleste norske militære studiene er

bioelektrisk motstandsanalyse med InBody brukt, hvilket kan underestimere fettmasse og fettprosent, og overestimere muskelmasse sammenlignet med DXA (McLester et al., 2020)

5.4 Lav energitilgjengelighet

Med bakgrunn i at ingen militære studier så langt har brukt dette spørreskjemaet eller kartlagt symptomer på lav ET, er funnene i dette prosjektet unike. Samtidig gjør dette at det også er utfordrende å skulle sammenligne med andre studier. LEAM-Q er et spørreskjema som ikke er ferdig validert, noe som fratar muligheten til å sette opp individuelle eller gjennomsnittlige score basert på risiko for lav ET. Dette gjør at kun deskriptive data tilknyttet spørreskjemaet er fremlagt og presentert.

Funnene tilknyttet LEAM-Q, og derav forekomst av symptomer på lav energitilgjengelighet, varierte lite mellom de ulike målepunktene selv om det ble observert forskjeller mellom spørsmålene. Det var generelt færre deltakere som hadde en grad av nedstemthet og flere deltakere som oppga en følelse av god progresjon etter øvelsen. Disse funnene kan indikere at det er flere som opplever økt energinivå og overskudd etter øvelsen, og at det om mulig er opplevd en viss treningseffekt av øvelsen. Dette støttes samtidig av at antallet som oppga vondter i kroppen også ble redusert etter øvelsen. Disse funnene samsvarer derimot ikke med endringen i prestasjonsevne. Økt appetitt etter fem dager på øvelse og et større energiinntak enn vanlig, kan om mulig ha vært av betydning for soldatenes subjektive følelse.

Svarene er derfor sprikende, og det er samtidig vanskelig å finne årsaker til svarene. Det er derimot mye som tilsier at deltakernes subjektive følelse ikke nødvendigvis stemmer overens med deres fysiske prestasjonsevne i prosjektet. Det understreker Helland et al. (2002) sitt poeng med at vurderinger av tretthet og restitusjon bør kartlegges både objektivt og subjektivt, for å gi en så meningsfull status som mulig for hvert enkelt individ. I tillegg vil det med et lite antall respondenter gjøre det vanskelig å se mønstre i svarene, særlig da energiinntak og energiforbruk ikke er målt, og det blir utfordrende å skulle trekke konklusjoner basert på det spørreskjemaet faktisk har til hensikt å kartlegge. Det er anbefalt å måle biologiske markører for bedre å sammenligne og få et større helhetlig bilde på risikoen for lav ET (Lundy et al., 2022; Mountjoy et al., 2018; Stenqvist, 2021). Det er derfor en svakhet at prosjektet ikke har målt dette.

De lite sprikende funnene mellom målepunktene kan tyde på at spørreskjemaet fungerer bedre ved langsiktig kartlegging av RED-s, enn ved bruk av spørreskjemaet tre ganger på

under tre uker. Dette kan underbygges ved at Nybakke (2021), som har gjennomført besvarelse av spørreskjema over et lengre tidsrom, observerer flere endringer sammenlignet med dette prosjektet. Tidsaspektet kan samtidig ha hatt betydning for resultatene som er samlet inn, da enkelte av spørsmålene er formulert “Ja, 1-2 ganger/uke” eller “I løpet av de siste 6 måneder”. Samtidig vil det med selvrappoterer alltid foreligge en form for usikkerhet i besvarelsene, da deltakere blant annet tar seg ulik tid på å besvare spørreskjemaet. I tillegg er spørsmålene i spørreskjemaet formulert rettet mot idrettsutøvere, noe som kan ha medført ulike tolkninger, ved f.eks. begreper som trening og konkurranse. På sikt hadde det vært interessant å se om andre resultater hadde utspilt seg annerledes med et mer tilrettelagt spørreskjema tilknyttet lav ET og soldater i Forsvaret. Dette med spørsmål som er tilknyttet f.eks. appetitt og feltrasjoner, eller energi på øvelse og i restitusjonsperioder.

6 Konklusjon

Konklusjonen i prosjektet er at fysisk prestasjonsevne målt i CMJ reduseres fra før til etter en femdagers vinterøvelse. Det var signifikante reduksjoner i både hopp høyde og maksimal. Samtidig viste resultatene signifikante reduksjoner i total kroppsmasse, fettmasse og fettprosent fra før til etter vinterøvelsen. Det ble observert en svak reduksjon i BMT og en svak økning i muskelmassen fra før til etter vinterøvelsen, men dette var ikke signifikant. Resultatene viste minimal forekomst av symptomer på lav ET både før og etter vinterøvelsen.

Referanseliste

- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: Review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(3), 227–249.
<https://doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>
- Andersen, O. K., Clarsen, B., Garthe, I., Mørland, M., & Stensrud, T. (2018). Bone health in elite Norwegian endurance cyclists and runners: A cross-sectional study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000449. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000449>
- Beck, B., & Drysdale, L. (2021). Risk Factors, Diagnosis and Management of Bone Stress Injuries in Adolescent Athletes: A Narrative Review. *Sports*, 9(4), 52.
<https://doi.org/10.3390/sports9040052>
- Bennell, K., Matheson, G., Meeuwisse, W., & Brukner, P. (1999). Risk Factors for Stress Fractures. *Sports Medicine*, 28(2), 91–122. <https://doi.org/10.2165/00007256-199928020-00004>
- Berg, J. P., & Otterholt, E. (2022). Kortisol. I *Store medisinske leksikon*. <http://sml.snl.no/kortisol>
- Bomba, M., Gambera, A., Bonini, L., Peroni, M., Neri, F., Scagliola, P., & Nacinovich, R. (2007). Endocrine profiles and neuropsychologic correlates of functional hypothalamic amenorrhea in adolescents. *Fertility and Sterility*, 87(4), 876–885.
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2006.09.011>
- Borchsenius, C. (2019, juni 19). *Har du hørt om RED-S?* Sunn Idrett.
<https://sunnidrett.no/har-du-hort-om-red-s/>
- Brodal, P. (2007). *Sentralnervesystemet* (4. utg). Universitetsforlaget.
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P., & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. Isometric training influences on tendon properties and muscle output. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 986–989. <https://doi.org/10.1519/R-20235.1>
- Carlson, A., Smith, M., & McCarthy, M. (2013). Diet, physical activity, and bone density in soldiers before and after deployment. *U.S. Army Medical Department Journal*, 25–30.
- Dalene, K. E. (2010). *Fysisk trening og eldre: Effekter på beinmineralitetthet : en randomisert kontrollert studie*. <https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/171484>
- Drew, M., Vlahovich, N., Hughes, D., Appaneal, R., Burke, L., Lundy, B., Rogers, M., Toomey, M., Watts, D., Lovell, G., Praet, S., Halson, S., Colbey, C., Manzanero, S., Welvaert, M., West, N., Pyne, D., & Waddington, G. (2018). Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 Summer Olympic Games. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098208>
- Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 72(5), 1631–1648. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.72.5.1631>
- Epstein, Y., Yanovich, R., Moran, Ds., & Heled, Y. (2013). Physiological employment standards IV: Integration of women in combat units physiological and medical considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11). <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2558-7>
- Flakoll, P. J., Judy, T., Flinn, K., Carr, C., & Flinn, S. (2004). Postexercise protein supplementation improves health and muscle soreness during basic military training in Marine recruits. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 96(3), 951–956.
<https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00811.2003>
- Forsvaret. (u.å.-a). *Cyberforsvaret*. Forsvaret. Hentet 31. oktober 2022, fra <https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/organisasjon/cyberforsvaret>
- Forsvaret. (u.å.-b). *Jobb og karriere*. Forsvaret. Hentet 14. februar 2023, fra <https://www.forsvaret.no/jobb>
- Forsvaret. (u.å.-c). *Operasjoner og øvelser*. Forsvaret. Hentet 11. mars 2023, fra <https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/operasjoner-og-ovelser>
- Forsvaret. (u.å.-d). *Organisasjon*. Forsvaret. Hentet 11. mars 2023, fra <https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/organisasjon>
- Forsvaret. (u.å.-e). *Publikasjoner*. Forsvaret. Hentet 7. november 2022, fra <https://www.forsvaret.no/forskning/forsvarets-helseregister-ime/publikasjoner>

- Forsvaret. (2022, januar 23). *Oppgåvene våre*. Forsvaret.
<https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/oppgaver-og-verdier/oppgaver>
- Frayn, K. N., & Evans, R. D. (2019). *Human metabolism: A regulatory perspective* (Fourth edition). Wiley-Blackwell.
- Friedl, K. E. (1999). Why Is the Army Interested in Nutrition and Immune Function? I *Military Strategies for Sustainment of Nutrition and Immune Function in the Field*. National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK230974/>
- Fry, A. C., Webber, J. M., Weiss, L. W., Harber, M. P., Vaczi, M., & Pattison, N. A. (2003). Muscle fiber characteristics of competitive power lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 402–410.
[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0402:mfcocp>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0402:mfcocp>2.0.co;2)
- Garthe, I. (u.å.). *Fakta om beinhelse*. Hentet 5. november 2022, fra
<https://olympiatoppen.no/fagomrader/idrettspsernaering/faktaark/fakta-om-beinhelse/>
- Garthe, I., & Helle, C. (2011). *Idrettsernæring* (3. utg.). Gyldendal undervisning.
- Gustad, M. (2021). *Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S), LEA-Associated Biomarkers and Body Weight Concerns among Norwegian Elite Disabled Athletes. A Cross-Sectional Study*.
<https://www.duo.uio.no/handle/10852/87058>
- Hamarsland, H., Paulsen, G., Solberg, P. A., Slaathaug, O. G., & Raastad, T. (2018). Depressed Physical Performance Outlasts Hormonal Disturbances after Military Training. *APPLIED SCIENCES*, 9.
- Helland, C., Midttun, M., Sæland, F., Haugvad, L., Olstad, D. S., Solberg, P. A., & Paulsen, G. (2020). A strength-oriented exercise session required more recovery time than a power-oriented exercise session with equal work. 34. <https://doi.org/10.7717/peerj.10044>
- Holck, P. (2023). Osteopeni. I *Store medisinske leksikon*. <http://sml.snl.no/osteopeni>
- Kenney, K., Landau, M. E., Gonzalez, R. S., Hundertmark, J., O'Brien, K., & Campbell, W. W. (2012). Serum creatine kinase after exercise: Drawing the line between physiological response and exertional rhabdomyolysis. *Muscle & Nerve*, 45(3), 356–362.
<https://doi.org/10.1002/mus.22317>
- Knechtle, B., Jastrzębski, Z., Hill, L., & Nikolaidis, P. T. (2021). Vitamin D and Stress Fractures in Sport: Preventive and Therapeutic Measures—A Narrative Review. *Medicina*, 57(3), Artikkell 3. <https://doi.org/10.3390/medicina57030223>
- Legemiddelhåndboka. (2020, oktober 1). *T17.2 Osteoporose | Legemiddelhåndboka*.
<https://www.legemiddelhandboka.no/T17.2/Osteoporose>
- Lundsgaard, A.-M., & Kiens, B. (2014). Gender differences in skeletal muscle substrate metabolism—Molecular mechanisms and insulin sensitivity. *Frontiers in Endocrinology*, 5, 195. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00195>
- Lundy, B., Torstveit, M., Stenqvist, T., Burke, L., Garthe, I., Slater, G., Ritz, C., & Melin, A. (2022). Screening for Low Energy Availability in Male Athletes: Attempted Validation of LEAM-Q. *Nutrients*, 14. <https://doi.org/10.3390/nu14091873>
- MacIntosh, B. R., Gardiner, P. F., & McComas, A. J. (2006). *Skeletal muscle: Form and function* (2nd ed). Human Kinetics.
- Margolis, L. M., Murphy, N. E., Martini, S., Spitz, M. G., Thrane, I., McGraw, S. M., Blatny, J.-M., Castellani, J. W., Rood, J. C., Young, A. J., Montain, S. J., Gundersen, Y., & Pasiakos, S. M. (2014). Effects of winter military training on energy balance, whole-body protein balance, muscle damage, soreness, and physical performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 39(12), 1395–1401.
<https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0212>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (Eighth edition). Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- McGinnis, K. D., McAdam, J. S., Lockwood, C. M., Young, K. C., Roberts, M. D., & Sefton, J. M. (2018). Impact of Protein and Carbohydrate Supplementation on Musculoskeletal Injuries in Army Initial Entry Training Soldiers. *Nutrients*, 10(12), 1938.

- <https://doi.org/10.3390/nu10121938>
- McLester, C. N., Nickerson, B. S., Kliszczewicz, B. M., & McLester, J. R. (2020). Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *Journal of Clinical Densitometry: The Official Journal of the International Society for Clinical Densitometry*, 23(3), 443–450. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.10.008>
- Melin, A., Tornberg, A., Skouby, S., Faber, J., Ritz, C., Sjödin, A., & Sundgot-Borgen, J. (2014). The LEAF questionnaire: A screening tool for the identification of female athletes at risk for the female athlete triad. *British journal of sports medicine*, 48. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093240>
- Milner-Brown, H. S., Stein, R. B., & Yemm, R. (1973). The orderly recruitment of human motor units during voluntary isometric contractions. *The Journal of Physiology*, 230(2), 359–370. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1973.sp010192>
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R., & Ljungqvist, A. (2014). The IOC consensus statement: Beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 491–497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093502>
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J. K., Burke, L. M., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Lebrun, C., Lundy, B., Melin, A. K., Meyer, N. L., Sherman, R. T., Tenforde, A. S., Klungland Torstveit, M., & Budgett, R. (2018). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *British Journal of Sports Medicine*, 52(11), 687–697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193>
- Mueller, S. M., Anliker, E., Knechtle, P., Knechtle, B., & Toigo, M. (2013). Changes in body composition in triathletes during an Ironman race. *European Journal of Applied Physiology*, 113(9), 2343–2352. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2670-3>
- Mukund, K., & Subramaniam, S. (2020). Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease. *WIREs Systems Biology and Medicine*, 12(1), e1462. <https://doi.org/10.1002/wsbm.1462>
- Murphy, N. E., Carrigan, C. T., Philip Karl, J., Pasiakos, S. M., & Margolis, L. M. (2018). Threshold of Energy Deficit and Lower-Body Performance Declines in Military Personnel: A Meta-Regression. *Sports Medicine*, 48(9), 2169–2178. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0945-x>
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., & Burke, L. M. (2015). Methodology Review: Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA) for the Assessment of Body Composition in Athletes and Active People. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(2), 198–215. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0228>
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20.
- Nindl, B. C., Alvar, B. A., R Dudley, J., Favre, M. W., Martin, G. J., Sharp, M. A., Warr, B. J., Stephenson, M. D., & Kraemer, W. J. (2015). Executive Summary From the National Strength and Conditioning Association's Second Blue Ribbon Panel on Military Physical Readiness: Military Physical Performance Testing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 Suppl 11, S216-220. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001037>
- Nindl, B. C., Barnes, B. R., Alemany, J. A., Frykman, P. N., Shippee, R. L., & Friedl, K. E. (2007). Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1380–1387. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318067e2f7>
- Nindl, B. C., Billing, D. C., Drain, J. R., Beckner, M. E., Greeves, J., Groeller, H., Teien, H. K., Marcora, S., Moffitt, A., Reilly, T., Taylor, N. A. S., Young, A. J., & Friedl, K. E. (2018). Perspectives on resilience for military readiness and preparedness: Report of an international military physiology roundtable. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1116–1124. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.005>
- Nindl, B. C., Leone, C. D., Tharion, W. J., Johnson, R. F., Castellani, J. W., Patton, J. F., & Montain, S. J. (2002). Physical performance responses during 72 h of military operational stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11), 1814–1822.

- <https://doi.org/10.1097/00005768-200211000-00019>
- Noakes, T. D., & Carter, J. W. (1982). The responses of plasma biochemical parameters to a 56-km race in novice and experienced ultra-marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(2), 179–186.
<https://doi.org/10.1007/BF02334066>
- NSM. (2022). *Risiko 2022*. Norsk Sikkerhetsmyndighet. <http://nsm.no/Risiko2022>
- Nybakke, M. D. (2021). Bone mineral density and RED-S among young cyclists – a cross sectional study [Master thesis, Høgskolen i Innlandet]. I 78.
<https://brage.inn.no/inn-xmlui/handle/11250/2839366>
- O’Leary, T. J., Wardle, S. L., & Greeves, J. P. (2020). Energy Deficiency in Soldiers: The Risk of the Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport Syndromes in the Military. *Frontiers in Nutrition*, 7, 142. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00142>
- Papageorgiou, M., Elliott-Sale, K. J., Parsons, A., Tang, J. C. Y., Greeves, J. P., Fraser, W. D., & Sale, C. (2017). Effects of reduced energy availability on bone metabolism in women and men. *Bone*, 105, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.08.019>
- Pasiakos, S. M., Margolis, L. M., & Orr, J. S. (2015). Optimized dietary strategies to protect skeletal muscle mass during periods of unavoidable energy deficit. *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 29(4), 1136–1142. <https://doi.org/10.1096/fj.14-266890>
- Petrie, T., Galli, N., Greenleaf, C., Reel, J., & Carter, J. (2014). Psychosocial correlates of bulimic symptomatology among male athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(6), 680–687. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.09.002>
- Philpott, L. K., Forrester, S. E., van Lopik, K. A., Hayward, S., Conway, P. P., & West, A. A. (2021). Countermovement jump performance in elite male and female sprinters and high jumpers. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 235(2), 131–138. <https://doi.org/10.1177/1754337120971436>
- Plotkin, D. L., Roberts, M. D., Haun, C. T., & Schoenfeld, B. J. (2021). Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports*, 9(9), 127. <https://doi.org/10.3390/sports9090127>
- Pripp, A. H. (2018). Validitet. *Tidsskrift for Den norske legeforening*.
<https://doi.org/10.4045/tidsskr.18.0398>
- Ratel, S., Kluka, V., Vicencio, S. G., Jegu, A.-G., Cardenoux, C., Morio, C., Coudeyre, E., & Martin, V. (2015). Insights into the Mechanisms of Neuromuscular Fatigue in Boys and Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(11), 2319–2328.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000697>
- Raustøl, M. L. (2018). *Sex differences in effect and recovery of strenuous military field exercises*.
<https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/2504452>
- Regjeringen. (2014, november 4). *Mål og oppgaver i forsvarssektoren* [Redaksjonellartikkel].
Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/forsvar/innsikt/mal-og-oppgaver-i-forsvarssektoren/id2009096/>
- Regjeringen. (2022, april 8). *Meld. St. 10 (2021–2022)* [Stortingsmelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20212022/id2908167/>
- Raastad, T. (2010). *Styrketrening: I teori og praksis*. Gyldendal Norsk forlag.
- Raastad, T., Paulsen, G., Refsnes, P. E., Rønnestad, B. R., & Wisnes, A. R. (2010). *Styrketrening i teori og praksis*. Gyldendal Norsk forlag.
- Samozino, P., Morin, J.-B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11–18.
<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021>
- Santos, D. A., Silva, A. M., Matias, C. N., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2010). Accuracy of DXA in estimating body composition changes in elite athletes using a four compartment model as the reference method. *Nutrition & Metabolism*, 7(1), 22.
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-22>
- Semmler, J. G., Ebert, S. A., & Amarasena, J. (2013). Eccentric muscle damage increases

- intermuscular coherence during a fatiguing isometric contraction. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 208(4), 362–375. <https://doi.org/10.1111/apha.12111>
- Skadefri. (u.å.). *Tretthetsbrudd i ankel og fot*. Hentet 14. september 2022, fra <https://www.skadefri.no/kroppsdeler/skadefri-ankel/tretthetsbrudd/>
- Souza, A. A., Bottaro, M., Rocha, V. A., Lage, V., Tufano, J. J., & Vieira, A. (2020). Reliability and Test-Retest Agreement of Mechanical Variables Obtained During Countermovement Jump. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 6–17.
- Stenqvist, T. B. (2021). Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) among Norwegian male athletes. Energy availability, health, and performance among male athletes at different age and performance levels [Doctoral thesis, University of Agder]. I 260. <https://uia.brage.unit.no/uia-xmlui/handle/11250/2833240>
- Taguchi, M., Moto, K., Lee, S., Torii, S., & Hongu, N. (2020). Energy Intake Deficiency Promotes Bone Resorption and Energy Metabolism Suppression in Japanese Male Endurance Runners: A Pilot Study. *American Journal of Men's Health*, 14(1), 1557988320905251. <https://doi.org/10.1177/1557988320905251>
- Tait, J. L., Drain, J. R., Bulmer, S., Gastin, P. B., & Main, L. C. (2022). Factors Predicting Training Delays and Attrition of Recruits during Basic Military Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7271. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127271>
- Tangen, D. S., Nielsen, S. R., Kolnes, K. J., & Jensen, J. (2020). Caffeine Increases Vertical Jumping Height in Young Trained Males Before But Not After a Maximal Effort Strength Training Session. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 2(2), 145–153. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00060-7>
- Teien, H. K. (u.å.). *Menneskelig yteevne i kaldt vær*. Hentet 13. september 2022, fra <https://www.ffi.no/aktuelt/podkaster/menneskelig-yteevne-i-kaldt-vaer>
- Teien, H. K. (2014). *Termoregulering under ekstrembelastning, betydningen av ernæring*. [Master thesis, Høgskolen i Oslo og Akershus]. <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/10642/2139>
- Teien, H. K., & Bækken, L. V. (2016). *Allmenn verneplikt: Militært multifaktorielt stress - er det kjønnsforskjeller?* Norsk. <https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/allmenn-verneplikt-militaert-multifaktorielt-stress-er-d-et-kjønnsforskjeller>
- Teien, H. K., Tansø, R., Gulliksrud, K., Martini, S., Valnes, T. A., Raustøl, M., Aandstad, A., & Vikmoen, O. (2020). *Er det forskjell i fysisk respons og restitusjon mellom kvinner og menn etter krevende militære feltøvelser?* Norsk. <https://www.ffi.no/publikasjoner/arkiv/er-det-forskjell-i-fysisk-respons-og-restitusjon-mellom-kvinner-og-menn-etter-krevende-militaere-feltøvelser>
- Valnes, T. A. (2018). *Fysiologiske responser ved militær feltøvelse: Kjønnsforskjeller og sammenhenger i endringer av fysisk prestasjon og kroppsmasse hos norske infanterisoldater under og etter militær feltøvelse med multifaktorielt stress*. <https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/2507973>
- Vikmoen, O., Teien, H. K., Raustøl, M., Aandstad, A., Tansø, R., Gulliksrud, K., Skare, M., & Raastad, T. (2020). Sex differences in the physiological response to a demanding military field exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(8), 1348–1359. <https://doi.org/10.1111/sms.13689>
- von Rosen, P., Frohm, A., Kottorp, A., Fridén, C., & Heijne, A. (2017). Multiple factors explain injury risk in adolescent elite athletes: Applying a biopsychosocial perspective. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(12), 2059–2069. <https://doi.org/10.1111/sms.12855>
- Wade, L., Lichtwark, G. A., & Farris, D. J. (2020). Comparisons of laboratory-based methods to calculate jump height and improvements to the field-based flight-time method. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(1), 31–37. <https://doi.org/10.1111/sms.13556>
- Welsh, T. T., Alemany, J. A., Montain, S. J., Frykman, P. N., Tuckow, A. P., Young, A. J., & Nindl, B. C. (2007). Effects of Intensified Military Field Training on Jumping Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 45–52. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964970>
- Wentz, L., Liu, P.-Y., Haymes, E., & Ilich, J. Z. (2011). Females have a greater incidence of stress

- fractures than males in both military and athletic populations: A systemic review. *Military Medicine*, 176(4), 420–430. <https://doi.org/10.7205/milmed-d-10-00322>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Ørtenblad, N., Nielsen, J., Boushel, R., Söderlund, K., Saltin, B., & Holmberg, H.-C. (2018). The Muscle Fiber Profiles, Mitochondrial Content, and Enzyme Activities of the Exceptionally Well-Trained Arm and Leg Muscles of Elite Cross-Country Skiers. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.01031>
- Ørtenblad, N., Westerblad, H., & Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *The Journal of Physiology*, 591(18), 4405–4413. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.251629>
- Aandstad, A., & Kirknes, J. (2017, desember 4). *Forsvarets fysiske krav*. <https://forsvaretsforum.no/debatt-forsvarets-hogskole-fysiske-krav/forsvarets-fysiske-krav/116244>
- Aaserud, H. (2021). *Variasjon i hoppøyde gjennom en menstruasjonssyklus hos unge trente kvinner: En prospektiv kohort parallellgruppe studie* [Master thesis]. <https://nih.brage.unit.no/nih-xmlui/handle/11250/2766322>

Tabelloversikt

Tabell 3-1. Overordnet oversikt over den militære vinterøvelsen. Fysisk aktivitet og belastning ble rapportert av troppsjef. Værforholdene er hentet fra fra yr.no, Vest-Torpa II målestasjon 20,8 km fra Synnfjell.....	19
Tabell 3-2. Inklusjons- og eksklusjonskriterier for deltakelse i prosjektet.....	20
Tabell 4-1. Kroppssammensetning og fysisk prestasjon i svikthopp (CMJ) målt ved pre, post 0 og post 1. Resultater er oppgitt som gjennomsnitt ± standardavvik.....	25
Tabell 4-2. Et utdrag av spørsmål fra LEAM-Q. Størrelsen i hvert svar er gitt i prosent og er i forhold til hvor mange som har avgitt svaret av respondentene som gjennomgikk spørreskjemaet.....	33

Figuroversikt

Figur 1-1. Kraftkurven i svikthopp (kraft = Newton) med inndeling i ulike faser (Hentet fra “A strength-oriented exercise session required more recovery time than a power-oriented exercise session with equal work”, Helland et al., 2020).....	6
Figur 1-2. Til venstre: Helsekonsekvenser av Relative Energy Deficiency in Sport (RED-s), inkludert den kvinnelige utøvertriaden. Til høyre: Potensielle prestasjonsrelaterte effekter av RED-s (Hentet fra IOC consensus statement, Mountjoy et al., 2014).....	9
Figur 3-1. Overordnet tidsprotokoll og design for forskningsprosjektet.....	18
Figur 3-2. Flytdiagram med oversikt over antall(n) deltakere, testdager og frafall/eksklusjon underveis i prosjektet.....	21
Figur 4-1. Figuren viser prosentvis gjennomsnittlige endringer fra pre med standardavvik i fysisk prestasjon målt i svikthopp (CMJ). A: Endring i hopp høyde. B: Endring i maksimal effekt. *Signifikante endringer fra pre, $p < 0,05$	26
Figur 4-2. Figuren viser individuelle variasjoner i svikthopp ved målepunktene. A: Endringer i hopp høyde. B: Endringer i maksimal effekt. * Signifikante endringer fra pre, $p < 0,05$	26
Figur 4-3. Figuren viser prosentvis gjennomsnittlige endringer i kroppssammensetning. Målepunktene per tidspunkt viser gjennomsnittlige prosentvise endringer fra pre med standardavvik. A: Endring i total kroppsmasse. B: Endringer i muskelmasse. C: Endringer i andel muskelmasse. D: Endringer i fettmasse. E: Endringer i andel fettmasse. F: Endringer i beinmineraltetthet. * Signifikante endringer fra pre, $p < 0,05$	27
Figur 4-4. Figuren viser individuelle variasjoner i kroppssammensetning ved målepunktene. A: Endringer i andel muskelmasse. B: Endringer i andel fettmasse* Signifikante endringer fra pre, $p < 0,05$	28
Figur 4-5. Figuren viser A: Korrelasjon mellom muskelmasse (kg) ved pre og hopp høyde (cm) ved pre. B: Korrelasjon mellom muskelmasse (kg) ved pre og maksimal effekt (W) ved pre. *Signifikant korrelasjon, $p < 0,05$	29
Figur 4-6. Figuren viser korrelasjon mellom endringer i maksimal effekt (%) fra pre til post 1 og effekt (W) ved pre. * Signifikant korrelasjon, $p < 0,05$	29
Figur 4-7. Figuren viser korrelasjon mellom endringer i maksimal effekt (%) og endringer i hopp høyde (%) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p < 0,05$	30
Figur 4-8. Figuren viser korrelasjon mellom endring i maksimal effekt (%) og endring i muskelmasse (%) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p < 0,05$	30
Figur 4-9. Figuren viser korrelasjon mellom fettmasse (kg) ved pre og endringer i fettmasse (kg) fra pre til post 1. * Signifikant korrelasjon, $p < 0,05$	31

Vedlegg

Vedlegg 1: LEAM-Q

LEAM-Q

Side 1

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Spørreskjema til mannlige utøvere - Cyberforsvaret

Spørreskjema til mannlige personer.

(Oppfordrer deg til å svare på alle spørsmålene)

Personlige data

Hva er forsøksperson-nummeret ditt? (eks. 53) *

Hvor gammel er du?

(år)

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

1. Svimmelhet

A: Kjenner du deg svimmel når du reiser deg raskt opp?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, flere ganger/dag

Ja, flere ganger/uke

Ja, 1-2 ganger/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B: Opplever du problemer med synet ditt (uskarphet, ser prikker, tunnellsyn etc)?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, flere ganger/dag

Ja, flere ganger/uke

Ja, 1-2 ganger/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

2. Magefunksjon

A: Føles din mage "oppblåst"?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, flere ganger/dag

Ja, flere ganger/uke

Ja, 1-2 ganger/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B: Har du kramper og/eller magesmerter?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, flere ganger/dag

Ja, flere ganger/uke

Ja, 1-2 ganger/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C: Hvor ofte har du avføring i gjennomsnitt?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Flere ganger/dag

1 gang/dag

Annenhver dag

2 ganger/uke

1 gang/uke eller sjeldnere

D: Hvordan pleier din avføring å være?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Normal (fast og myk)

Løs, som diaré

Hard og tørr

Eventuelle kommentarer til magefunksjon:

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

3. Temperaturregulering i hvile

A: Fryser du selv om du har normalt med klær på deg?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B: Har du mer klær på deg/kler deg varmere enn de utøvere/personer du omgås uavhengig av vær?

(Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon)

Ja, nesten alltid

Ja, noen ganger

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

4. Helseproblemer som gir avvik fra trening og/eller konkurranse

I det følgende kommer noen spørsmål om hvor ofte du har vært tvunget til å endre dine trenings- og aktivitetsplaner og hvor ofte du ikke har kunnet prestere maksimalt på trening på grunn av idrettsskade eller sykdom siste 6 måneder.

Med akutt skade menes plutselig oppståtte skader som har klart definert årsak eller starttidspunkt (eks overtråkk, muskelstrekk). Med belastningsskade menes gradvis oppståtte skader som følge av overbelastning over tid (eks. beinhinnebetennelse, achillessenebetennelse, stressfraktur).

A: Hvor mange akutte skader har du hatt i løpet av de siste 6 måneder?

B: Hvor mange belastningsskader har du hatt i løpet av de siste 6 måneder (om samme belastningsskade kommer tilbake regnes hver ny skadeperiode som 1 skade)?

C: Hvor mange sykdomsavbrekk fra planlagt trening har du hatt i løpet av de siste 6 måneder?

D: Hvor mange dager på rad har du i løpet av de siste 6 måneder vært fraværende fra trening/aktivitet eller ikke kunnet prestere optimalt på den mest omfattende akutte skaden, belastningsskaden og sykdom i løpet av de siste 6 måneder?

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

	Ingen	1-7 dager	8-14 dager	15-21 dager	> 22 dager
Akutt skade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Belastningsskade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sykdom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Eventuelle kommentarer angående dine skader:

Eventuelle kommentarer angående dine sykdomsperioder:

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

5. Velvære og restitusjon

A: Trøtthet

A:1 Jeg føler meg svært trøtt når jeg kommer hjem fra arbeid/skole

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

A:2 Jeg kjenner meg overtrøtt

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

A:3 Jeg har vanskeligheter med å konsentrere meg

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

A:4 Jeg kjenner meg sløv

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

A:5 Jeg fremskyver viktige beslutninger

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, alltid

Ja, ofte

Ja, iblant

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

B: Velvære

B:1 Jeg har vondt i kroppen

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B:2 Muskene mine føles stive og ømme på trening

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten på hver treningsøkt

Ja, på mange treningsøkter

Ja, iblant på noen treningsøkter

Sjelden eller aldri

B:3 Jeg har muskelverk/er støl etter trening

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, på nesten hver treningsøkt

Ja, på mange treningsøkter

Ja, iblant på noen treningsøkter

Sjelden eller aldri

B:4 Jeg føler at jeg blir lett skadet

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, alltid

Ja, i de fleste treningsperioder

Ja, i noen treningsperioder

Sjelden eller aldri

B:5 Jeg har hodeverk

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B:6 Jeg kjenner meg fysisk utmattet

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

B:7 Jeg kjenner meg sterk og har god progresjon i styrketreningen min

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, alltid

Ja, i de fleste treningsperioder

Ja, i noen treningsperioder

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

C: Søvn

C:1 Jeg sover tilstrekkelig

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver natt

Ja, flere netter/uke

Ja, 1-2 netter/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C:2 Jeg sovner fornøyd og avslappet

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver kveld

Ja, flere kvelder/uke

Ja, 1-2 kvelder/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C:3 Jeg våkner utsovet

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver morgen

Ja, flere morgener/uke

Ja, 1-2 morgener/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C:4 Jeg sover urolig

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver natt

Ja, flere netter/uke

Ja, 1-2 netter/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C:5 Min søvn forstyrres lett

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver natt

Ja, flere netter/uke

Ja, 1-2 netter/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

C:6 I løpet av den siste måneden, hvor mange timer faktisk søvn har du fått i gjennomsnitt per natt?

(PS: dette kan skille seg fra antall timer du tilbringer i sengen)

SØVN (TIMER) PER NATT:

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

D: Restitusjon

D:1 Jeg restituerer meg (henter meg inn igjen) bra fysisk

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, etter nesten hver treningsøkt

Ja, etter mange treningsøkter

Ja, iblant etter noen treningsøkter

Sjelden eller aldri

D:2 Jeg føler meg i god fysisk form

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, alltid

Ja, ofte

Ja, iblant

Sjelden eller aldri

D:3 Jeg kjenner meg energisk

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

D:4 Kroppen min føles sterk

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, 1-2 dager/uke eller sjeldnere

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

E: Energinivå

E:1 Jeg føler meg veldig energisk til vanlig

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, en til to ganger i uken eller mindre

Sjelden eller aldri

E:2 Jeg føler meg energisk før trening og er klar til å prestere

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, en til to ganger i uken eller mindre

Sjelden eller aldri

E:3 Jeg føler meg glad og på topp i livet utenfor idretten

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, en til to ganger i uken eller mindre

Sjelden eller aldri

E:4 Jeg føler meg mer nedstemt og mindre glad enn jeg pleier eller ønsker å være

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

Ja, nesten hver dag

Ja, flere dager/uke

Ja, en til to ganger i uken eller mindre

Sjelden eller aldri

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

F: Sexlyst

F:1 Din sexlyst kan være en markør for balansen mellom trening, hvile og restitusjon.

a) Jeg vil beskrive min generelle sexlyst som:

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

høy

moderat

lav

sex er ikke så interessant

b) Min sexlyst den siste måneden har vært:

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

sterkere enn vanlig

som vanlig

litt mindre enn vanlig

mye mindre enn vanlig

F:2 Det er vanlig med ereksjon når man våkner om morgenen.

a) I løpet av den siste måneden har du opplevd dette:

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

5-7 ganger per uke

3-4 ganger per uke

1-2 per uke

sjelden/aldri

b) Sammenlignet med hva du anser er normalt for deg, er dette:

Sett kryss i det svaralternativ som best beskriver din situasjon

oftere enn vanlig

omtrent like ofte

litt sjeldnere enn vanlig

mye sjeldnere enn vanlig

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Tusen takk!



FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

**“FYSISK PRESTASJONSEVNE OG SYMPTOMER PÅ LAV ENERGITILGJENGELIGHET
BLANT SOLDATER ETTER MILITÆR VINTERØVELSE”**

FORMÅLET MED PROSJEKTET OG HVORFOR DU BLIR SPURT

Forsvarets stridsevne er helt avhengig av menneskers fysiske og kognitive kapasitet. Forhold under militære feltøvelser, som lite søvn, høy fysisk aktivitet og energiunderskudd, vil blant annet føre til endringer i kroppssammensetning, muskelstyrke og derav redusert prestasjonsevne. Endringene er blant annet observert i eksplosiv styrke i beina, som er vist å kunne være en bestemmende faktor for soldaters stridsevne. Eksplosiv styrke ser samtidig ut til å ha en ekstra lang restitusjonstid i forhold til andre fysiske variabler, og studier viser at det kan gå mer enn to uker før den er tilbakeregulert etter feltøvelse. Endringene etter øvelser kan muligens være enda større ved vinterøvelser, på grunn av tyngre stridsutrustning, krevende vær og høyere energiforbruk. Et høyere energiforbruk kan øke risikoen for større ubalanse mellom energiinntaket og energiforbruket, og medføre en større reduksjon i blant annet muskelmasse under og etter øvelser/operasjoner. Denne tilstanden kan gi en rekke helse- og prestasjonsmessige utfordringer som ytterligere redusert muskelstyrke, hormonelle endringer og dårligere beinhelse, og trolig gjøre at optimal restitusjonstid blir mye lengre. RED-s er i tillegg knyttet til økt skaderisiko, og i verste fall kan tilstanden sette soldater ut av operativ tjeneste i lang tid.

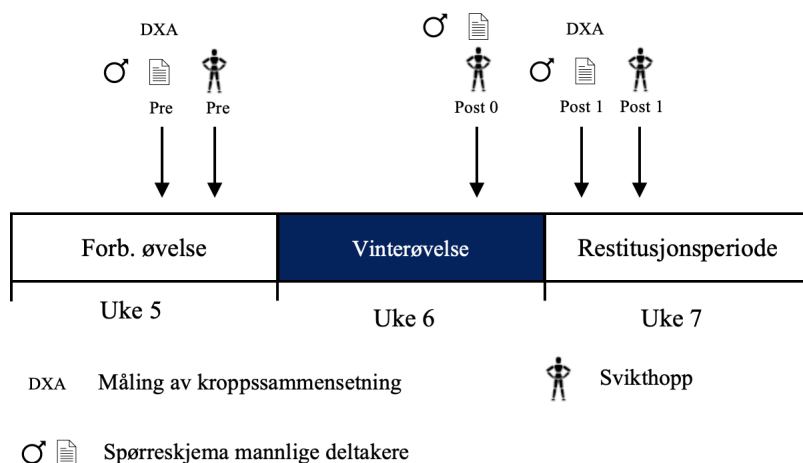
Hvorvidt denne tilstanden rammer militært personell og ansatte i Forsvaret er lite undersøkt. RED-s er primært tilknyttet fysiologiske og hormonelle variabler hos idrettsutøvere innen utholdenhetsidretter (derav navnet “in sports”), men kan også ramme andre grupper der fysisk prestasjonsevne og lav energitilgjengelighet er påtagelig over tid. Lignende symptomer som ved RED-s, er funnet i militære studier og det er derfor av stor interesse å undersøke om tilstanden også kan benyttes om soldater i Forsvaret som opplever et lignende multifaktoriet stress som idrettsutøverne som er undersøkt i idrettsvitenskapelige studier. Dette vil være av betydning for ivaretagelse av soldaters helse, samt i avdelinger hvor fysisk prestasjonsevne skal utvikles på lang sikt. Hensikten med dette forskningsprosjektet er derfor å undersøke fysisk prestasjonsevne, samt kartlegge symptomer på lav energitilgjengelighet før og etter en militær vinterøvelse.

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt som skal undersøke fysiologiske og hormonelle responser før og etter en militær vinterøvelse, og hvordan dette påvirker fysisk yteevne og restitusjonen i ukene etter øvelsen. I dette informasjonsskrivet gir vi deg oversikt om hva forskningsprosjektet har som mål og hva en deltakelse vil innebære for deg. Dette informasjonsskrivet er til alle potensielle deltakere som er tilknyttet Cyberforsvaret ved Jørstadmoen leir på Lillehammer og som skal delta på vinterøvelsen i uke 6 februar 2023. Mer informasjon om studien finnes i dette skrivet. Om du har lest all informasjonen og ønsker å være deltaker i studien, ber vi deg om underskrift, fullt navn og dato på den siste siden i informasjonsskrivet. Denne siden

returneres til oss. Ansvarlig for studien er idrettsseksjonen Lillehammer, Høgskolen i innlandet med prosjektleder førsteamanuensis Anne Mette Rustaden. Arbeidet vil inngå i masteroppgaven til mastergradsstudent Tonje Fredriksen (94277036, tonje-1997@live.no), som også vil ha det praktiske ansvaret for prosjektets gjennomføring.

HVA INNEBÆRER PROSJEKTET FOR DEG?

Deltakelse i studien vil innebære at du deltar på målinger før og etter den militære vinterøvelsen. Totalt sett vil dette innebære 3 målepunkter: pre, post 0 timer og post 1 uke (se figur 1). Som følge av praktiske hensyn vil testene ved pre og post 1 uke fordeles over to testdager (se tabell 1). Tester på testdag 1 gjennomføres på idrettsfysiologiske testlaboratorium på Høgskolen i Innlandet, avd. Lillehammer for måling av kroppssammensetning (DXA) og for utfylling av spørreskjema for kartlegging av lav energitilgjengelighet (risiko for RED-s). DXA vil ta ca. 15 minutter per deltaker og vil kreve at du kommer fastende til måling. DXA vil gi deg informasjon om blant annet kroppsmasse, muskelmasse, fettmasse og beinmineraltetthet. Utfylling av spørreskjema gjennomføres elektronisk på din mobil og kan etter første test gjøres på egenhånd. Spørreskjemaet er i utgangspunktet laget for idrettsutøvere og vil inneholde spørsmål knyttet til trening og konkurranser. Du vil derfor kunne oppdage at enkelte av spørsmålene ikke stilles direkte til deg som militært personell. Vi ber om forståelse for dette, grunnet et manglende skjema tilknyttet soldater i Forsvaret, og håper at du som deltaker likevel klarer å svare etter beste emne. Med bakgrunn i at det er få kvinner i avdelingen, vil det av hensyn til personvern og derunder utfordringer med aidentifisering ikke bli aktuelt med utfylling av RED-s spørreskjema for kvinnelige deltakere. Målinger for eksplosiv styrke med testen svikthopp gjøres på testdag 2 og ved post 0, og gjennomføres i gymsalen på Jørstadmoen leir.



Figur 1 Tidsprotokoll og design for forskningsprosjektet. DXA=dual-energy X-ray absorptiometry.

Tabell 1 Oversikt over rekkefølge på testene i uke 5 og 7.

Testdag 1 (ulik dag for enkelte deltakere)	
1.	Fastende test av kroppssammensetning (DXA-scan)

2.	Elektronisk spørreskjema for mannlige deltakere (på egenhånd)
Testdag 2 (lik dag for alle deltakere)	
1.	Svikthopp

Tabell 2 Oversikt over rekkefølge på testene i uke 6.

Testdag (ulik dag for enkelte deltakere)	
1.	Svikthopp
2.	Elektronisk spørreskjema for mannlige deltakere (på egenhånd)

MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Gjennom deltakelse i dette forskningsprosjektet vil du få innsikt i egen kroppssammensetning, fysisk prestasjon og restitusjon i forbindelse med en militær vinterøvelse. Dette kan være positivt for din egen treningshverdag og bidra til økt bevisstgjøring og ivaretagelse av egen helse. I tillegg vil du bidra til å danne ny kunnskap om viktige temaer knyttet til soldaters helse og restitusjon i Forsvaret, og sette fokus på helsemessige utfordringer tilknyttet kroppens fysiske og psykiske funksjon.

Risikoen for deg som deltaker anses som liten. Vinterøvelsen vil bli gjennomført uavhengig av prosjektet og de inkluderte testene som følger standardiserte prosedyrer og har generelt lav risiko for smerte/ubehag/skade. Noen av spørsmålene i spørreskjemaene vil kunne oppleves sensitive og/eller personlig inngripende for den enkelte (eks. spørsmål tilknyttet sexlyst), men dette er standardiserte og validerte spørsmål som er relevante å avdekke når det kommer til konsekvenser ved lav energitilgjengelighet. Du som deltaker vil bli gjort oppmerksomme på at du når som helst står fritt til å ikke svare på spørsmål dersom de oppleves ubehagelige. Med bakgrunn i at det er få kvinner i avdelingen, vil det av hensyn til personvern og derunder utfordringer med aidentifisering ikke bli inkludert utfylling av RED-s spørreskjema for de kvinnelige deltakerne. DXA er en test hvor du som deltaker skal ligge i ro mens apparatet måler kroppssammensetningen. Målingen avgir svært lave stråledoser, som ikke er kjent med noen risiko. Risiko ved deltakelse på den fysiske testen (svikthopp) er svært liten, og en oppvarmingsrutine vil bidra til lav skaderisiko. Det foreligger en beredskapsplan for å sikre den enkelte deltaker i prosjektet. Ved eventuelle skader, sykdommer og/eller infeksjoner vil du ekskluderes fra studien. Dersom du skulle oppleve ubehag kan du når som helst avbryte prosjektet uten å måtte oppgi årsak. Vi leter i utgangspunktet ikke etter helseutfordringer. Skulle vi mot formodning likevel oppdage noe som avviker fra det vi forventer og/eller gir oss mistanke om helseutfordringer vil det **om ønskelig** bli tatt initiativ til videre medisinsk oppfølging. Din deltakelse vil innebære at du setter av noe tid i din hverdag. Det er lagt til rette for at målingene skal gjennomføres så effektivt som mulig. Skulle det oppstå noen uforutsette hendelser kan du alltid kontakte prosjektleder Anne Mette Rustaden på tlf.: 612 88 023.

FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE DITT SAMTYKKE

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

samtykket, vil det ikke forskes videre på dine opplysninger. Du kan kreve innsyn i opplysningene som er lagret om deg og i sikkerhetstiltakene rundt behandling av opplysningene. Opplysningene vil da utleveres innen 30 dager. Du kan også kreve at dine opplysninger i prosjektet slettes. Adgangen til å kreve destruksjon, sletting eller utlevering gjelder ikke dersom materialet eller opplysningene er anonymisert eller publisert, samt inngått i allerede utførte analyser. Det vil være mulighet til å klage på behandlingen av opplysninger til datatilsynet og personvernombudet som tilhører institusjonen. Prosjektet vil ikke bli igangsatt før det foreligger etisk godkjenning. Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte prosjektleder Anne Mette Rustaden på tlf.: 612 88 023.

PERSONVERN - HVA SKJER MED OPPLYSNINGENE OM DEG?

Opplysningene om deg skal kun brukes slik som beskrevet under formålet med prosjektet. Disse opplysningene planlegges brukt ut 2023. Eventuelle utvidelser i bruk og oppbevaringstid kan kun skje etter godkjenning fra HINNs lokale etiske komité og andre relevante myndigheter, og må godkjennes av deg. Dataene skal oppbevares på en sikker server, Tjenester for sensitive data (TSD), ved Universitetet i Oslo som Høgskolen i Innlandet har databehandleravtale med. Alle data og opplysninger blir behandlet konfidensielt og i henhold til personvernregelverket. Dette vil si at opplysningene skal anonymiseres og at verken navn eller fødselsnummer vil bli registrert. Det vil istedenfor brukes nummererte koder som knyttes til en navneliste, slik at det kun er deg og testleder som kan identifisere resultatene dine i studien du har deltatt i. Prosjekt- og testledere er underlagt taushetsplikt. Som deltaker i prosjektet har du rett til innsyn i hvilke opplysninger som blir registrert om deg og i sikkerhetstiltakene ved behandling av opplysningene. Identifiserende opplysninger slettes ved prosjektslutt (innen 31.12.23), og anonymisert datamateriale vil oppbevares for ettertiden for publisering og gjenbruk.

GODKJENNINGER

Etter ny personopplysningslov har behandlingsansvarlig Høgskolen i Innlandet og prosjektleder Anne Mette Rustaden et selvstendig ansvar for å sikre at behandlingen av dine opplysninger har et lovlig grunnlag. Dette prosjektet har rettslige grunnlag i EUs personvernforordning artikkel 6 nr. 1a og artikkel 9 nr. 2a og ditt samtykke. Du har rett til å klage på behandlingen av dine opplysninger til Datatilsynet. Vi behandler opplysningene basert på ditt samtykke.

KONTAKTOPPLYSNINGER

Dersom du har spørsmål til prosjektet eller ønsker å trekke deg fra deltakelse, kan du kontakte prosjektleder Anne Mette Rustaden, tlf. 612 88 023, anne.rustaden@inn.no. Dersom du har spørsmål om personvernet i prosjektet, kan du kontakte personvernombudet ved institusjonen: www.inn.no/om-hogskolen/personvern/

JEG SAMTYKKER TIL Å DELTA I PROSJEKTET OG TIL AT MINE PERSONOPPLYSNINGER BRUKES SLIK DET ER BESKREVET

Sted og dato

Deltakers signatur

Deltakers navn med trykte bokstaver

Vi leter i utgangspunktet ikke etter helseutfordringer. Skulle vi mot formodning likevel oppdage noe som avviker fra det vi forventer og/eller gir oss mistanke om helseutfordringer vil det **om ønskelig** bli tatt initiativ til videre medisinsk oppfølging. Jeg vil bli informert om uventede funn:

- Ja
 Nei

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

Sted og dato

Signatur

Rolle i prosjektet