

FFI-RAPPORT

16/01581

Allmenn verneplikt

militært multifaktorielt stress – er det kjønnsforskjeller?

—

Lasse Vestli Bækken
Hilde Kristin Teien

Allmenn verneplikt militært multifaktorielt stress – er det kjønnsforskjeller?

Lasse Vestli Bækken
Hilde Kristin Teien

Emneord

Kvinner i Forsvaret
Allmenn verneplikt
Kjønn
Militære øvelser
Stress

FFI-rapport

FFI-RAPPORT 16/01581

Prosjektnummer

1418

ISBN

P: 978-82-464-2780-5

E: 978-82-464-2781-2

Godkjent av

Øyvind Voie, *forskningsleder*
Janet Blatny, *avdelingssjef*

Sammendrag

Under militære operasjoner kan soldatene utsettes for ulike typer ekstreme belastninger, som går under samlebetegnelsen «multifaktorielt stress». Langvarig fysisk aktivitet, mentale belastninger, lite søvn, matmangel og ekstremvær er noen eksempler på stressfaktorer som soldatene kan bli utsatt for. Slike ekstrembelastninger gir betydelige forandringer i kroppen, og det er store individuelle forskjeller i hvordan den enkelte soldat reagerer på samme type stress. I FFI-prosjektet Allmenn verneplikt er en av oppgavene å kartlegge fysiologiske endringer hos kvinner som følge av ekstreme belastninger, og å gi ny kunnskap om de fysiske og mentale belastningene som soldater av begge kjønn utsettes for under øvelser og oppdrag.

Soldater er spesielt avhengig av god fysisk og mental funksjonsevne for å yte optimalt under militære operasjoner. Fysisk og mental kapasitet har stor betydning for soldaters operative evne, og dermed for Forsvarets stridsevne. Maksimal styrke, lokal muskulær utholdenhet og aerob utholdenhet er avgjørende for militær fysisk prestasjon.

Tidligere forskning på endringer i kroppen under og etter militære ekstrembelastninger er hovedsakelig utført på mannlige soldater, da kvinneandelen i Forsvaret både nasjonalt og internasjonalt har vært lav. På grunn av innføringen av kjønnsnøytral verneplikt («allmenn verneplikt»), er det en økning i antall kvinner i Forsvaret. Norge er det første NATO-landet som innfører allmenn verneplikt. Denne rapporten er en litteraturstudie der hensikten er å få bedre oversikt over de fysiske konsekvensene for kvinner som utsettes for flere stressfaktorer samtidig, og kartlegge eventuelle kjønnsforskjeller i slike situasjoner.

Internasjonale og nasjonale studier viser at kvinner gjennomsnittlig er lavere, veier mindre, har mindre muskelmasse og mer fettmasse enn menn. I Forsvaret kan sistnevnte være positivt for militærspesifikke oppgaver med lang varighet. Kvinner har mindre maksimal styrke, særlig i overkroppen, og har redusert fysisk utholdenhet sammenlignet med menn. Forskjellene i fysisk kapasitet er gjerne størst for maksimal styrke og mindre med hensyn på utholdenhet. Imidlertid har studier vist at kvinner i for eksempel ultraløp kan ha større utholdenhet. Hovedårsaken til forskjellen i maksimal muskelstyrke er kjønnsforskjeller når det gjelder muskelmasse. Det er kjønnsforskjeller i termoreguleringen, hvor unge kvinner mellom 15 og 40 år kan ha større kuldesensitivitet enn menn. Kvinner er i større grad utsatt for jernmangelanemi og muskel- og skjelettskader. Ved samme belastning som sine mannlige medsoldater er for eksempel kvinner 1,2 til 10 ganger mer utsatt for belastningsskader, og forekomsten av tretthetsbrudd er 1,5 til 9,5 ganger vanligere.

Det er nødvendig med bedre kunnskap om følgene av militære ekstrembelastninger for kvinner. I tillegg vil det være viktig å undersøke om det er noen kjønnsforskjeller i slike situasjoner. Dette kan hindre skader hos soldater og støtte eventuelle framtidige tiltak for å sikre at soldatene har god helse og optimal operativ evne. Det anbefales at fremtidige studier inkluderer kvinnelige soldater. FFI-prosjekter, nasjonalt og internasjonalt samarbeid vil ta hensyn til dette.

Summary

During military operations the soldiers are exposed to various types of extreme strain, often termed “multiple stressors”. Some examples of such stressors are strenuous physical activity, mental strain, sleep deprivation, energy depletion and extreme environments. Strenuous military activity leads to major alterations in the body, and the stressors affect each soldier individually. One of the tasks in a FFI project on evaluation of universal conscription is to identify physiological alterations in women after extreme strain, and to provide new knowledge regarding the physical and mental strain that both genders are exposed to during operations and missions.

For optimal performance during military operations the soldiers are dependent on good physical and mental working capacity. Physical and mental capacity has significant impact on the soldiers’ operational capability, and consequently the Armed Forces’ performance. Maximal strength, local muscular endurance and aerobic endurance are essential for military physical performance.

Since both the national and international share of women in the Armed Forces has been low, the previous studies on changes in the body after extreme military strain are mainly performed on male soldiers. As a result of the introduction of universal conscription for both genders, there is an increase in the number of women in the Norwegian Armed Forces. Norway is the first NATO country to do so. The aim of this report is, through a literature study, to get a better overview of the physical consequences for women who are exposed to multiple stressors, and to investigate the possible gender differences under such conditions.

Both international and national studies show that women are on average lower, weight less, have lower muscle mass and higher fat mass compared to men. The last-mentioned can be positive for military tasks with long duration. Furthermore, women have lower maximal muscle strength, especially in the upper body, and they have less endurance than men. The gender difference in physical capacity is usually largest for maximal strength and lower with regard to endurance. However, studies have shown that women can have better endurance for example in ultrarunning. The main reason for the difference in maximal strength is the gender difference in muscle mass. There are gender differences in the thermoregulation, where especially women between 15 and 40 years can have higher cold sensitivity than men. Women are also more exposed to iron deficiency anemia and muscle and skeletal injuries. For example, when under the same strain as their male colleagues, women are 1.2 to 10 times more often exposed to strain injuries, and the prevalence of stress fractures is 1.5 to 9.5 times more common.

Better knowledge about the consequences of extreme military strain in women is necessary. It will also be important to investigate if there are any gender differences under such conditions. This can prevent soldier injuries and support any future initiative for better securing good health and optimal operative performance. It is recommended that future studies include female soldiers. FFI projects, as well as national and international cooperation, will take this into account.

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metode	7
3 Ekstrembelastning	9
3.1 Fysiske kjønnsforskjeller	10
3.2 Militært multifaktorielt stress	19
3.3 Videre forskning	28
4 Oppsummering	30
Referanser	31
Forkortelser	34

Forord

Denne rapporten er en del av arbeidet tilknyttet prosjekt 1418 «Allmenn verneplikt – Evaluering av seleksjon, belastninger og restitusjon», avdeling Beskyttelse og samfunnssikkerhet. Kartlegging av tidligere forskning som er utført på kvinner under militære øvelser og trening i Forsvaret og internasjonalt er en del av arbeidet i flere av delaktivitetene i dette prosjektet.

Rapportenes grunnlag er et systematisk søk i flere søkemotorer, med avanserte søk der det var mulig, på artikler som særlig omhandler forskning på kvinner i militæret.

Tidligere FFI-ansatt Lasse Vestli Bækken startet dette arbeidet og Hilde K. Teien har slutført rapporten.

1 Innledning

På bakgrunn av vedtaket om innføring av allmenn verneplikt, som trådte i kraft 1. januar 2015, som betyr at Forsvaret fritt kan velge mellom alle 17-åringer inne til sesjon, har kvinneandelen i Forsvaret økt. Norge er det første NATO landet til å innføre allmenn verneplikt. Det er derfor behov for mer kunnskap vedrørende de fysiske, psykiske og sosiale konsekvensene av denne økte kvinneandelen. Med fysiske konsekvenser menes fysiologiske betraktninger som er avgjørende for Forsvarets stridsevne. Soldater er en gruppe mennesker som er spesielt avhengig av god mental og fysisk funksjonsevne for å kunne yte godt under militære operasjoner i ulike klimasoner. Hovedfokuset i denne rapporten er å få oversikt over studier på hvilke fysiske konsekvenser militært multifaktorielt stress har på kvinner, og om det er kjønnsforskjeller under slike situasjoner.

Med multifaktorielt stress menes ulike typer ekstreme belastninger som for eksempel langvarig fysisk aktivitet, søvnmangel, energiunderskudd, ekstremvær og mentalt stress. Innledningsvis gis det en kort oversikt over fysiske kjønnsforskjeller som kan være relevant å ta i betraktning med hensyn på allmenn verneplikt og forventet økt kvinneandel i Forsvaret.

2 Metode

Det har i de senere årene blitt publisert en rekke artikler og oversiktsartikler innenfor temaet som omhandler kvinner i forsvaret (Epstein, Yanovich, Moran, & Heled, 2013; K.E. Friedl, 2016; Haring, 2013; McGraw, Koehlmoos, & Ritchie, 2016; Nindl, 2015; Nindl, Jones, Van Arsdale, Kelly, & Kraemer, 2016; Tepe, Yarnell, Nindl, Van Arsdale, & Deuster, 2016). Disse artiklene, samt andre relevante oversiktsartikler (K. E. Friedl, 2005; Henning, Park, & Kim, 2011; Hoyt & Friedl, 2006; Lee et al., 1995; O'Hara, Henry, Serres, Russell, & Locke, 2014; Sharp, 1993; Tharion et al., 2005) ble gjennomgått for å få oversikt over nåværende status på området. Det ble i tillegg utført systematiske søk på relevante søkemotorer i perioden 8. mars til 31. mai 2016.

Oversikt over søkemotorer og søkeord som er benyttet er vist i Tabell 2.1. I de søkemotorene hvor det var mulighet for avanserte søk ble dette benyttet. Et eksempel på avanserte søk er vist i Tabell 2.1. Videre ble hver enkelt artikkels litteraturliste gjennomgått for relevant litteratur, samt lignende relevant litteratur som søkemotorene anbefalte. Studiene som ble inkludert inneholdt minst to av tre stressfaktorer (langvarig fysisk aktivitet, energiunderskudd, søvnmangel), samt hadde en varighet på minst 18 timer.

For å utveksle aktuell kunnskap og litteratur ble relevante forskere innenfor feltet kontaktet, deriblant Dr Reed W. Hoyt (sjef «Biophysics and Biomedical Modeling Divison, US Army

Research Institute of Environmental Medicine (USARIEM) og Dr Karl E. Friedl (pensjonert oberst, tidligere sjef ved USARIEM). Personlig meddelelse fra Dr Friedl var at vi hadde fått med relevant forskning og litteratur.

Tabell 2.1 Oversikt over søkemotorer og søkeord benyttet i det systematiske litteratursøket i perioden fra 8. mars til 31. mai 2016.

Søkemotorer
PubMed
Web of Science
ScienceDirect
Google Scholar
Søkeord
“women”
“female”
“sex differences”
“gender differences”
“military training”
“military field exercise”
“field exercise”
“sustained military operational stress”
“military operations”
“operational stressors”
“prolonged physical exercise”
“energy deficiency”
“ultra-endurance”
“ultra-marathon”
“adventure race”
Eksempel på avanserte søk
“women (title/abstract)” OR “female (title/abstract)” OR “sex differences (title/abstract)” OR “gender differences (title/abstract)” AND “military field exercise (title/abstract)”

3 Ekstrembelastning

Militære feltøvelser og/eller operasjoner inneholder ofte flere stressfaktorer på samme tid (langvarig fysisk aktivitet, søvnmangel, energiunderskudd, ekstremvær, etc.) og karakteriseres gjerne som multifaktorielle stressituasjoner. Historisk sett er det gjennomført en rekke studier som undersøker konsekvensene av slike situasjoner på menn, blant annet oppsummert av Hoyt and Friedl (2006), Henning et al. (2011) og O'Hara et al. (2014).

Det ble nylig utgitt en oppsummeringsrapport ved FFI som tok for seg studier utført av FFI på Krigsskolens stridskurs (Teien, 2013). Disse studiene, som hovedsakelig er utført på menn, finner at slike ekstrembelastninger blant annet gir en reduksjon i muskel-, fett- og kroppsmasse, reduksjon i fysisk og mental prestasjonsevne, økt infeksjonsrisiko og mage- og tarmproblemer, samt metabolske og hormonelle forandringer (Figur 3.1).



Figur 3.1 Illustrasjonen viser endringer som er observert i kroppen hos mannlige soldater som følge av påkjenninger under Krigsskolens stridskurs. Illustrasjon (Teien, 2013). Foto: Anette Ask.

Det er blant annet funnet at søvnmangel hos mannlige kadetter fører til nedsatt mental og fysisk ytelse. For eksempel ble det funnet at lite søvn under stridskurset fører til at kadettene føler seg mindre opplagt og arbeider dårligere. En oversikt av konsekvensene for søvnmangel hos mannlige kadetter er rapportert i FFI-rapport (Teien, 2013).

Siden kvinneandelen i Forsvaret og internasjonalt har vært lav er det i motsetning til antallet studier på menn lite litteratur som tar for seg konsekvensene av ekstrembelastning/multifaktorielt stress på kvinner, og om det er eventuelle kjønnsforskjeller i slike situasjoner. Selv om land som Tyskland og Israel har hatt relativ stor kvinneandel, har kvinnene i disse landene ofte hatt egne arbeidsoppgaver og som regel ikke deltatt i samme fysisk krevende aktivitet og øvelser som mennene, slik at sammenligning av kjønnsforskjeller ikke har latt seg gjøre.

På grunn av de senere årenes økning i antallet kvinner som gjennomfører førstegangstjenesten ("Statistikk Forsvaret, Personell," 2016), samt innføringen av allmenn verneplikt, noe som kan føre til en ytterligere økning i kvinneandelen i Forsvaret, er det behov for mere og bedre kunnskap om betydningen av multifaktorielt stress på kvinner. Kunnskapen kan for eksempel benyttes til å predikere hvordan kvinnelige soldater vil respondere i situasjoner som er fysisk og mentalt krevende blant annet for vinterøvelser og militære operasjoner, og i fremtiden bidra til tiltak for å redusere belastninger og skader.

I denne rapporten gis en oppsummering av funn som er observert under tidligere studier. Soldatenes mentale helse var ikke hovedfokus i disse studiene, og det anbefales derfor i senere arbeid å kartlegge mentale konsekvenser, og om det er eventuelle mentale kjønnsforskjeller i multifaktorielle stresssituasjoner.

FFI har studert sosiale forhold ved militærtjeneste siden 2008. Disse studiene er utført på både menn og kvinner, og undersøker blant annet om det er eventuelle sosiale kjønnsforskjeller i militærtjenesten. I tillegg er det sett på sosiale aspekter knyttet til kjønnsintegrering, herunder faktorer knyttet til seleksjon, frafallsårsaker og motivasjon for en videre karriere i Forsvaret. Det vises til nylig utgitt FFI-rapport for å få oversikt over disse studiene (Rones, 2015).

3.1 Fysiske kjønnsforskjeller

I dette kapittelet gis det en kort oversikt over noen generelle relevante fysiske kjønnsforskjeller. Det refereres først og fremst til forskjeller mellom kjønn som grupper, og funn kan derfor ikke direkte overføres til enkeltindivider. Denne delen av oversiktsrapporten er ment som et grunnlag for diskusjonen av militære fysiske ekstrembelastninger, og baserer seg hovedsakelig på relevante oversiktsartikler.

3.1.1 Kroppssammensetning og betydningen av hormoner

Flere av de kjønnsrelaterte forskjellene man ser i fysisk militærprestasjon er et resultat av kjønnsmodningsprosesser under puberteten og ungdomsperioden fra puberteten til

voksenperioden (Epstein et al., 2013). I denne perioden med store endringer i kroppen er det særlig kjønnsforskjeller i kroppens høyde, masse og sammensetning. Det henger sammen med individuelle endringer i hormoner. De enkelte hormonene kan virke alene eller i samspill med andre hormoner (Rogol, Roemmich, & Clark, 2002). Spesielt viktige er kjønns hormonene: 1) gonade steroidhormoner (først og fremst testosteron hos menn og østradiol hos kvinner), 2) adenale (binyre) androgener (først og fremst dehydroepiandrosteron sulfat (DHEAS)) og veksthormoner (veksthormon (HG) og insulinlignende veksthormon 1 (IGF-1)) (Rogol et al., 2002). Et høyere nivå av testosteron hos menn er avgjørende for de typiske kjønnsrelaterede forskjellene i kroppens høyde, masse og sammensetning (Rogol et al., 2002).

I tjuårene er menn generelt høyere, tyngre, har mer muskelmasse og er slankere enn kvinner (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Dette gjelder også for norske kadetter (Holtberget, 2012; Hoyt et al., 2006). Kjønnsforskjellene forklares med flere forskjeller i puberteten, slik som: 1) lengre vekstperiode, 2) større veksthastighet og 3) særlig høyere nivå av det mannlige kjønns hormonet testosteron hos menn og 4) høyere fettakkumulerings hastighet og et høyere nivå av essensielt fett (nødvendige fettsyrer) hos kvinner. Oversikt over detaljerte fysiologiske kjønnsforskjeller i tjuårene er gitt i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Tabellen gir oversikt over flere fysiologiske kjønnsforskjeller i tjuårene. Alle resultater i tabellen er gjennomsnittlige verdier og sammenligner menn i forhold til kvinner.

Nasjonalt (sammenligner menn i forhold til kvinner)		Referanser
13 cm høyere		Epstein et al., 2013
14 til 16 kg tyngre 50 % mer muskelmasse i overkroppen 30 % mer muskelmasse i beina Lavere fettprosent, 13 til 16 % versus 20 til 25 % Lavere nivå av essensielt fett i puberteten, 3 % versus 12 %		Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016
Høyere nivå av testosteron		Rogol et al., 2002
Norske kadetter (sammenligner menn i forhold til kvinner)	Alder (år)/antall forsøkspersoner	Referanser
17 kg tyngre Lavere fettprosent, 16 % versus 24 %	Menn: 23 år/255 Kvinner: 23 år/28	Holteberget, 2012
14 cm høyere 16 kg tyngre 42 % mer muskelmasse Lavere fettprosent, 16 % versus 26 %	Menn: 23 år/10 Kvinner: 24 år/6	Hoyt et al., 2006

3.1.2 Hjerne og karsystemet

Kvinner har, uavhengig av kroppsstørrelse, mindre hjerte, mindre hulrom i hjertet og tynnere venstre ventrikkelvegger enn menn (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Dette fører til at kvinner har et mindre slagvolum, og siden den maksimale hjertefrekvensen er lik for begge kjønn har kvinner derfor et lavere maksimalt minuttvolum enn menn (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). I tillegg har kvinner 14 til 16 prosent lavere hemoglobinmengde enn menn (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Hemoglobin utgjør størsteparten av de røde blodcellene og er dominerende for blodets oksygentransportkapasitet. Et resultat av lavere hemoglobinmengde hos kvinner enn menn er dermed lavere oksygentransport. En høyere forekomst av jernmangelanemi hos kvinnelige soldater kan dermed øke denne forskjellen mellom menn og kvinner (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016).

3.1.3 Metabolisme/menneskets stoffskifte

Energikilden kroppen til enhver tid benytter seg av avhenger hovedsakelig av intensiteten på aktiviteten. Under aktivitet ser det ut til at kvinner benytter mer fett og mindre karbohydrater og proteiner som energikilde sammenlignet med menn (Hauswirth & Le Meur, 2011; Nindl et al., 2016). Grunnen til dette er flere, men kjønns-hormonet østradiol ser ut til å spille en avgjørende rolle da det er vist at tilførsel av dette hormonet hos menn fører til økt fettforbrenning og redusert nivå av leverglukose og adrenalin (Nindl et al., 2016). Med tanke på sistnevnte ser det ut til at økningen av katekolaminene, adrenalin og noradrenalin, er høyere hos menn enn hos kvinner, og at dette igjen fører til økt mobilisering og muligens økt utnyttelse av muskelglykogen hos menn, mens det hos kvinner finnes en økt fettsensitivitet (Nindl et al., 2016). Ifølge Nindl og medarbeidere kan økt evne hos kvinner til å benytte fett som energikilde under aktivitet forklares med funn som viser at kvinner har økt utskillelse av lagrede fettsyrer, triglyserider, til skjelettmuskulatur, økt antall fettsyretransportproteiner i skjelettmuskulatur, samt økt antall enzymer relatert til omsetning av fett, sammenlignet med menn (Nindl et al., 2016).

I motsetning til under aktivitet ser det ut til at kvinner i hvileperioden (restitusjonsfasen) etter aktivitet har en høyere glukoseforbrenning enn menn, mens menn har en økt fettforbrenning (Hauswirth & Le Meur, 2011; Nindl et al., 2016). Økt karbohydratforbruk under hvile hos kvinner er foreslått som en mekanisme for å gjenoppbygge de intramuskulære fettlagrene (triglyseridlagrene) for neste aktivitetsøkt (Nindl et al., 2016).

3.1.4 Termoregulering

Soldater som deltar i militære operasjoner kan bli utsatt for ekstremvær og bli eksponert for både kalde og varme omgivelser, hvilket vil gi individuelle forskjeller i kroppens termoregulering. I avsnittet under vil det bli gitt en kort oppsummering av kjønns-relaterte forskjeller i termoregulering.

3.1.4.1 Varmeeksponering

Ved akutt varmestress har kvinner en mindre effektiv varmeregulering enn menn, noe som sannsynligvis er et resultat av kjønnsforskjeller i kroppssammensetning og fysisk kapasitet, og ikke et resultat av underliggende fysiologiske forskjeller i termoreguleringen (Epstein et al., 2013). Ved aktiviteter som påfører en gitt metabolsk varmeproduksjon vil derfor kvinner raskere bli utsatt for varmestress og varmerelaterte skader enn menn (Epstein et al., 2013). Ved en bestemt arbeidsintensitet vil imidlertid menn, som i gjennomsnitt har mer kroppsmasse og et høyere maksimalt oksygenopptak (VO_2 -maks), ha en større varmeproduksjon og dermed høyere kroppstemperatur enn kvinner (Epstein et al., 2013). I tillegg til ulikheter i kroppssammensetning og fysisk kapasitet kan ulikheter i hormonnivå mellom kjønn muligens påvirke termoreguleringen ved varmeeksponering (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016).

Det er kjent at kvinner har variasjon i kroppstemperatur, kjernetemperatur, i løpet av menstruasjonssyklus. Menstruasjonsyklusen består av to hovedfaser, follikkelfasen og lutealfasen. Follikkelfasen er tiden fra menstruasjonens første dag fram til eggløsningen, mens lutealfasen er tiden fra eggløsning til neste menstruasjon. Ifølge Epstein et al. (2013) har høyere progesteronnivåer i lutealfasen, blitt assosiert med økt kjernetemperatur i hvile og en økt temperaturskel for svetting, mens økte østrogennivåer under follikkelfasen, har blitt assosiert med en reduksjon i disse parameterne. Det er imidlertid usikkert hvor mye disse endringene i løpet av menstruasjonssyklus har å si for den praktiske hverdagen til den kvinnelige soldaten (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016).

3.1.4.2 Kuldeeksponering

I likhet med varmeeksponering vil ulikheter i kroppsstørrelse, kroppsfasong og kroppssammensetning være avgjørende for kjønnsrelaterte forskjeller ved kuldeeksponering. Generelt vil høyere fettmasse og tykkere underhudsfett hos kvinner gi mer isolasjon og redusere den kritiske temperaturen (temperaturen hvor skjelvinger starter) sammenlignet med menn (Epstein et al., 2013). Dette betyr imidlertid ikke at kvinner nødvendigvis har et termoregulatorisk fortrinn i forhold til menn. Mindre kroppsmasse, og dermed mindre varmeproduksjon og varmeinnhold, samt høyere overflate-til-masse ratio hos kvinner, fører til et større varmetap hos kvinner enn hos menn (Epstein et al., 2013).

Om kroppsbygning (antropometri) og kroppssammensetning alene kan forklare forskjellene i termoregulering mellom kjønn ved kuldeeksponering er imidlertid usikkert (Epstein et al., 2013). I en litteraturstudie ved FFI som omhandler forekomsten av nedsatt blodsirkulasjon i ekstremiteter hos norske soldater ved kuldeeksponering, er det rapportert at kvinner har redusert blodsirkulasjon til hendene og fingrene både ved termonøytrale omgivelser og lokal nedkjøling, samt at restitusjonstiden før blodstrømmen er tilbake til normalnivå er lengre, og at dette i tillegg til ulikheter i kroppsbygning og kroppssammensetning kan skyldes ulikheter i hormonelt miljø (Teien, 2016). En av konklusjonene i rapporten var at flere tidligere undersøkelser tyder på at kvinner tåler kulde dårligere enn menn.

Det er i tillegg rapportert at kvinner mellom 15 og 40 år står for majoriteten av tilfeller av primært Raynauds fenomen (PRF). PRF er ofte beskrevet som «hvite fingre» eller «likfingre» på grunn av den hvite fargeendringen som vanligvis sees ved et anfall. PRF er en vanlig plage som forekommer hos minst fem prosent av den norske befolkningen. Den kjennetegnes med en forsterket sammentrekking av de små blodårene i ekstremitene ved kuldepåvirkning. Årsaken til PRF antas å være en lokal unormal forsterket reaksjon fra nervesystemet på kulde og psykisk stress. Siden gjennomsnittlig fem prosent av verdensbefolkningen lider av PRF, vil milde tilfeller av PRF mest sannsynlig forekomme blant norske soldater.

Det stilles derfor spørsmål om dette kan føre til at kvinnelige soldater er mer utsatt for å pådra seg kuldeskader, spesielt i hender, enn menn. For soldater som arbeider og oppholder seg mye i kulde (definert til under 15 °C), og er avhengig av å kunne yte godt under militære operasjoner i ulike klimasoner, er det viktig å vite om faren for å pådra seg kuldeskader. Et tiltak er god kunnskap blant ledere i Forsvaret om blant annet individuelle forskjeller i blodsirkulasjonen. Dette innebærer bedre opplæring. Etablering av standardiserte tester av kuldeskader anbefales for å kartlegge disse individene, som er ekstra utsatt for kuldeskader.

Det er pågående forskningsprosjekt mellom Universitetet i Tromsø (UiT), Universitetssykehuset Nord- Norge og Forsvarets Sanitet (FSAN) hvor de ved hjelp av et varmekamera skal undersøke om det er mulig å forutse hvem som er spesielt utsatt for nedkjølingsskade, og dermed mer utsatt for alvorlige frostskader (Nordheim et al., 2014a, 2014b).

3.1.4.3 Kuldeskader

Kuldeskader omfatter alle skader som er forbundet med nedkjøling av menneskekroppen eller deler av den: frostskader, kjøleskader og hypotermi (generell kroppsnedkjøling) (Hassi et al., 2002). Kulderelaterte skader, spesielt kjøle- og frostskader i ekstremiteter, er et stadig tilbakevendende problem. Mange av elitesoldatene går sannsynligvis rundt med kroniske kuldeskader uten at de er klar over det (Opstad, 2005).

En pilotstudie på norske soldater fant at ca. 10 % av soldatene hadde en restitusjonsprofil som indikerte en forstyrrelse i mikrosirkulasjonen, noe soldatene selv ikke var klar over (Nordheim et al., 2014b). Ved redusert lokal sirkulasjon vil temperaturen raskt synke og dermed gi økt risiko for kuldeskader, spesielt frostskader i hendene. Avkjøling vil i tillegg påvirke fingerferdigheten, og ubehaget ved sterk avkjøling vil kunne gå utover konsentrasjonen, som er viktig for operativ evne. Forsvarets vinterskole (FVS) (Strand, 2014) rapporterer at det i perioden 2013-2014 var 143 soldater som fikk en eller flere kulderelaterte diagnoser.

For frostskader er det ingen klare gradsdefinisjoner slik som for brannskader, dermed har alle kuldeskader, fra mindre kjøleskader til alvorlige forfrysninger, ofte blitt rapportert som frostskader, det vil si en skade med forfrysning (Teien, 2016).

Den viktigste faktoren hos mennesket for å ivareta den termiske balansen i kalde omgivelser er å regulere bekleddingen. Ulempen til soldatene er at de er i situasjoner med begrensede muligheter til å justere bekleddingen, skifte våt eller svett bekledding, hindres i å være fysisk

aktive eller søke ly, slik at de dermed kan utsettes for nedkjøling eller varmestress. Dagens håndbekledning gir ikke god nok beskyttelse for å hindre nedkjøling av hendene ved kuldeeksponering. Imidlertid vil optimal håndbekledning hindre utførelsen av de nødvendige arbeidsoppgavene med hendene.

Det anbefales at evnen til å tåle kulde inngår i dagens undersøkelser av rekrutter før førstegangstjenesten.

3.1.4.4 Andre ekstreme omgivelser

I sin oppsummering av en rekke studier som ble gjennomført på amerikanske mannlige og kvinnelige soldater gjengir Friedl (K. E. Friedl, 2005) at det ikke er noen funn som tyder på at det finnes kjønnsrelevante forskjeller med tanke på prestasjon i høyden, risiko for trykkfallsyke eller evnen til å takle G-krefter (gitt at utstyret som ble benyttet var tilpasset kvinner).

3.1.5 Fysisk prestasjonsevne



Figur 3.2 Fysisk prestasjonsevne. Foto: Didrik Linnerud/Hæren/Forsvaret.

Ifølge Epstein et al. (2013) innebærer militær stridsevne en soldats evne til å effektivt gjennomføre militærspesifikke arbeidsoppgaver. I militæret fokuseres det derfor på å bedre både fysiske og mentale egenskaper for å kunne gjennomføre alle aspekter ved stridssituasjoner, og samtidig inneha god helse og være skadefri. Dette innebærer gjerne et vidt spekter av fysiske egenskaper, deriblant maksimal muskelstyrke (en repetisjon maksimum (1RM)), lokal

muskulær utholdenhet (en muskel eller muskelgruppes evne til å opprettholde repeterte kontraksjoner på en gitt submaksimal belastning) og aerob utholdenhet (ofte uttrykt som maksimalt oksygenopptak, VO₂-maks). I dette avsnittet gis en kort oversikt over kjønnsrelaterte forskjeller i disse fysiske egenskapene.

På grunn av den sterke sammenhengen mellom muskelmasse og styrke (blant annet vist av Miller, MacDougall, Tarnopolsky, and Sale (1993)) er kjønnsforskjeller når det gjelder muskelmasse den viktigste forklaringen på forskjellen observert mellom mannlige og kvinnelige soldater i maksimal muskelstyrke, 1RM. Siden man ofte finner at det er en større forskjell i mengden muskelmasse mellom menn og kvinner for overkroppen enn beina finner man gjerne det samme forholdet når man måler 1RM (Epstein et al., 2013; Lee et al., 1995; McGraw et al., 2016; Miller et al., 1993; Sharp, 1993). Typisk er kvinner i snitt 40 til 60 % svakere i overkroppen og 25 til 40 % svakere i beina enn menn (Epstein et al., 2013; McGraw et al., 2016). Målinger fra sesjon viser at menn scorer i snitt nesten 70 % høyere på brystpress enn kvinner, mens tilsvarende forskjell for beinpress er om lag 45 % (Aandstad, 2015).

Siden mengden muskelmasse er såpass avgjørende for muskelstyrken reduseres forskjellene i maksimalstyrke mellom menn og kvinner dersom det korrigeres for kroppsmasse og muskelmasse, selv om forskjellene ikke blir helt borte (Epstein et al., 2013).

Uttrykt relativt til kroppsstørrelsen har imidlertid kvinner bedre lokal muskulær utholdenhet enn menn (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Dette er først og fremst gjeldende ved lav kontraksjonsintensitet, og skyldes nok i første rekke at kvinner har mindre muskelmasse, og dermed utvikler mindre kraft enn menn (Epstein et al., 2013). Ved å utvikle mindre kraft vil det være lavere mekanisk kompresjon av lokale blodkar, samt at muskulaturen krever mindre oksygen, og på denne måten utsettes tretthet. Andre foreslåtte mekanismer er en høyere andel type I muskelfibre, høyere fettomsetning og bedre nevro-muskulær aktivitet hos kvinner enn hos menn (Epstein et al., 2013). I absolutte termer har imidlertid menn bedre lokal muskulær utholdenhet enn kvinner (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016).

I tillegg til maksimal styrke og lokal muskulær utholdenhet er aerob utholdenhet avgjørende for militær fysisk prestasjon. Menn har i snitt 15 til 30 prosent bedre aerob kapasitet, målt ved hjelp av maksimalt oksygenopptak (VO₂-maks), sammenlignet med kvinner (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Hos eliteutøvere kan denne forskjellen være nede i 10-11 % (Cheuvront, Carter, Deruisseau, & Moffatt, 2005; Nindl et al., 2016). Forskjeller mellom menn og kvinner i rekorder i distanseløp (1 500 – 42 000 meter) blir av Cheuvront et al. (2005) rapportert til å være på omtrent 8-14 %.

Norske mannlige rekrutter presterer omtrent 16 % bedre enn kvinnelige rekrutter på 3000 m løp, og resultater fra sesjon viser at menn presterer omtrent 20 % bedre enn kvinner på en prestasjonstest på tredemølle (Aandstad, 2015). Forskjeller i aerob utholdenhet kan skyldes forhold som mindre muskelmasse, mindre lunger, mindre hjerte og venstre ventrikkelvegger og lavere hemoglobinmengde hos kvinner (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016). Hvis man korrigerer det maksimale oksygenopptaket for antropometriske faktorer (menneskekroppens

proporsjoner) og hemoglobinkonsentrasjoner reduseres de kjønnsrelaterte forskjellene, selv om forskjellene ikke blir helt borte (Epstein et al., 2013).

Oppsummert kan det sies at menn i gjennomsnitt har høyere maksimal muskelstyrke (relativt og absolutt), har bedre lokal muskulær utholdenhet (absolutt) og er mer utholdende (relativt og absolutt) sammenlignet med kvinner, og at de kjønnsrelaterte forskjellene gjerne er størst for maksimal muskelstyrke og mindre for utholdenhet. Faktisk er det vist at kvinner kan prestere bedre enn menn ved sykling til utmattelse på 80 %, men ikke 90 %, av VO₂-maks (Froberg & Pedersen, 1984), ved 90 km løp når man matcher for prestasjon på maraton (Speechly, Taylor, & Rogers, 1996) og i distansesvømming (46 km) i åpent hav (under 20 °C) (Knechtle, Rosemann, Lepers, & Rust, 2014).

Foreslåtte forklaringer på bedre prestasjon hos kvinner enn menn i ultra-svømming er høyere fettprosent (isolasjon og bedre oppdrift), mindre motstand og bedre arbeidsøkonomi hos kvinner (Knechtle et al., 2014). I tillegg er kvinners evne til i høyere grad å benytte fett som energikilde under aktivitet, noe som kan utsette tretthet og risikoen for hypoglykemi (lavt blodsukker), foreslått som en forklaring på at kjønnsforskjellene utjevnes ved langvarig aktivitet (Froberg & Pedersen, 1984; Nindl et al., 2016). Cheuvront et al. (2005) skriver imidlertid at utjevning av prestasjon i distanseløp mellom menn og kvinner ikke er tilfelle siden det er funn som viser at menn utkonkurrerer kvinner målt i verdensrekorder på løp mellom 100 og 200 km, og ved lengre distanser (opp mot 1000 km) hvis konkurransene blir gjennomført i sertifiserte løyper.

Det skal imidlertid nevnes at forskjellene i maksimal styrke, lokal muskulær utholdenhet og aerob utholdenhet som er nevnt over er gjennomsnittsverdier som forteller noe om kjønnsrelaterte forskjeller på gruppenivå. Det finnes en overlapp i prestasjon mellom menn og kvinner, slik at noen kvinner presterer bedre enn noen menn også i disse fysiske egenskapene (Epstein et al., 2013; Lee et al., 1995; Nindl et al., 2016; Sharp, 1993). Uten å gå nærmere inn i hvilke arbeidskrav som stilles ved militære multifaktorielle stressituasjoner kan det i denne sammenheng trekkes frem at hvis arbeidskravene som stilles er uavhengig av kjønn, kan lavere fysisk kapasitet hos kvinner føre til at kvinner raskere blir utsatt for tretthet og dermed har en økt skaderisiko (Epstein et al., 2013).

3.1.6 Muskel- og skjelettskader

Kvinnelige soldater som trener under de samme forholdene/belastningen som menn er 1,2 til 10 ganger mer utsatt for overbelastningsskader enn menn (Epstein et al., 2013). Epstein og kollegaer lister opp høy fotbue, utoverrotasjon i hofta og bekkenet, overbelastning av fettmasse på muskel- og skjelettsystemet, kalsiummangel, mentalt og fysisk stress og inaktiv livsstil før militær tjeneste som mulige risikofaktorer for muskel- og skjelettskader (Epstein et al., 2013).

Blant overbelastningsskader er tretthetsbrudd blitt identifisert som den mest alvorlige skaden med tanke på soldatenes evne til å være kampklar (Epstein et al., 2013). Kumulative data (sammenlegging av data) viser at forekomsten av tretthetsbrudd er 1,5 til 9,5 mer vanlig hos kvinnelige enn mannlige soldater (Epstein et al., 2013). Mindre og tynnere bein, med tynnere

kortikalt bein som fører til mindre beinmasse, hos kvinner sammenlignet med menn kan være en av forklaringene på dette (Epstein et al., 2013). Det skal imidlertid nevnes at en høyere risiko for skader hos kvinner kan være et resultat av dårligere fysisk kapasitet/form, ettersom kvinner med samme grad av fysisk kapasitet/form som menn, opplever samme skaderisiko som menn (Epstein et al., 2013; Nindl et al., 2016).

Menn har i gjennomsnitt høyere maksimal muskelstyrke (både relativt og absolutt), har bedre lokal muskulær utholdenhet (absolutt) og er mer utholdende (både relativt og absolutt) enn kvinner. De kjønnsrelaterte forskjellene er størst for maksimal muskelstyrke og mindre for utholdenhet.

- Kjønnsforskjeller når det gjelder muskelmasse er den viktigste forklaringen på forskjellen observert mellom mannlige og kvinnelige soldater i maksimal muskelstyrke
- Typisk er kvinner i snitt 40 til 60 prosent svakere i overkroppen og 25 til 40 prosent svakere i beina enn menn
- Forskjellene i maksimalstyrke reduseres mellom menn og kvinner dersom det korrigeres for kroppsmasse og muskelmasse
- Menn har i snitt 15 til 30 % bedre aerob kapasitet sammenlignet med kvinner
- Det er en overlapp i prestasjon mellom menn og kvinner, slik at noen kan prestere bedre enn noen menn
- Samme arbeidskrav mellom kjønn kan resultere i økt skaderisiko hos kvinner
- Kvinnelige soldater som trener under de samme forholdene/belastningen som menn er 1,2 til 10 ganger mer utsatt for overbelastningskader enn menn
- Tretthetsbrudd er identifisert som den mest alvorlige overbelastningskaden med tanke på soldatenes evne til å være kampklar
- Tretthetsbrudd er 1,5 til 9,5 mer vanlig hos kvinnelige soldater enn mannlige soldater

3.1.7 Oppsummering fysiske kjønnsforskjeller

Det er i tidligere avsnitt gitt en kort gjennomgang av noen kjønnsrelaterte forskjeller som kan være relevante for innføringen av allmenn verneplikt og den forventede økning av kvinneandelen i Forsvaret.

Oppsummert kan det trekkes frem at i forhold til menn er kvinner i gjennomsnitt lavere, veier mindre, har mindre muskelmasse og mer fettmasse. Videre kan det trekkes frem at kvinner i gjennomsnitt har mindre maksimal styrke, særlig i overkroppen, og har lavere maksimalt oksygenopptak enn menn, og at forskjellene i fysisk kapasitet gjerne er størst for maksimal styrke og mindre for utholdenhet. I tillegg er kvinner i større grad utsatt for jernmangelanemi og muskel- og skjelettskader, ved samme belastning som sine mannlige kollegaer.

Det er flere kjønnsrelaterte forskjeller som er viktige i militær sammenheng, som ikke er diskutert i denne rapporten. Fysiske egenskaper bevegelighet, balanse og koordinasjon er ikke trukket frem, det samme gjelder andre viktige egenskaper som for eksempel nærkamp, samt andre forhold som immunforsvar og mage- og tarm.

I neste avsnitt er det en gjennomgang av litteratur som ser på hvilke konsekvenser militært multifaktorielt stress har på kvinner, og om det finnes eventuelle kjønnsforskjeller i slike situasjoner.

3.2 Militært multifaktorielt stress

Soldater i strid blir gjerne utsatt for kortere perioder med langvarig fysisk aktivitet, redusert energiinntak og begrenset mengde søvn, samt ekstremvær. Dette er situasjoner som kan karakteriseres som militære multifaktorielle stresssituasjoner. Som nevnt tidligere i rapporten er det gjennomført en rekke studier som undersøker effektene av slike situasjoner på menn, men ikke på kvinner. De ulike stressfaktorene i en multifaktoriell stresssituasjon kan forsterke hverandre eller tvert om virke mot hverandre, og det er hovedgrunnen til at det er viktig å referere til studier som er gjennomført i multifaktorielle feltstudier. I dette kapitlet er det en gjennomgang av litteratur som ser på kvinner under militære situasjoner med flere stressfaktorer, og om det eventuelt finnes kjønnsforskjeller.

3.2.1 Militære studier

Etter gjennomgang av referanselister i relevant litteratur, systematiske søk på diverse søkemotorer og kontakt med relevante forskere og eksperter innenfor feltet ble det funnet kun to originalstudier som undersøker effekten av militært multifaktorielt stress på begge kjønn: 1) Castellani et al. (2006) og 2) Hoyt et al. (2006). Studie en har fokus på USA og studie to har fokus på Norge. Deres funn blir oppsummert under.

Studie en – amerikansk studie:

Castellani et al. (2006) undersøkte en avsluttende feltøvelse på rekruttskolen til den amerikanske marinen. Over en varighet på 54 timer blir deltagerne i denne feltøvelsen utsatt for flere stressfaktorer, deriblant langvarig fysisk og mentalt stress, underskudd på søvn og mat, samt ekstreme omgivelser og følelsesmessig stress. Feltøvelsen inkluderer både menn og kvinner, og de fysiske belastningene er uavhengig av kjønn. I den aktuelle studien gjennomførte forsøkspersonene militære oppgaver som blant annet marsjering og hinderløype i 20 timer per døgn, samt sov i 4 timer. Fysisk aktivitetsnivå («physical activity level» (PAL)) var på omtrent 3,4. PAL tilsvarer grad av fysisk aktivitet delt med hvilstoffskifte. Totalt i løpet av feltøvelsen fikk to og to soldater mat som ga 27,7 MJ (6616 kcal), og resultatene viste at energiunderskuddet for de mannlige og kvinnelige forsøkspersonene (29 menn og 20 kvinner) var på henholdsvis 43,2 MJ (10318 kcal) og 34 MJ (8121 kcal). Vann var fritt tilgjengelig under hele øvelsen. Gjennom veiing, måling med dobbeltmerket vann (undersøke energiforbruk) og måling av kjernetemperatur (ved hjelp av svelgbar sensor som går gjennom fordøyelsessystemet) var formålet å undersøke endringer i kroppsvekt, energiforbruk og endringer i kjernetemperatur. Først og fremst viste resultatene at de kvinnelige forsøkspersonene hadde et lavere energiforbruk enn de mannlige ved samme aktivitetsnivå, men at denne forskjellen forsvant når man uttrykte energiforbruk per kroppsmasse og fettfrimasse. De mannlige og kvinnelige forsøkspersonene gikk ned henholdsvis 3,1 og 1,6 kg i kroppsvekt. Det var ingen forskjell i kjernetemperatur mellom kvinner og menn, samt at ingen av deltagerne opplevde generell kroppsnedkjøling (hypotermi).

Studie to – norsk studie:

I likhet med Castellani et al. (2006) undersøkte Hoyt et al. (2006) effekten av en feltøvelse på begge kjønn. Studien ble utført under Krigsskolens stridskurs i Norge, en øvelse hvor deltagerne utsettes for flere stressfaktorer på samme tid; langvarig aktivitet, mangel på søvn og energiunderskudd. Påkjeningen under Krigsskolens stridskurs skal i størst mulig grad ligne dem som forventes under en militær konflikt. I studien til Hoyt et al. (2006) gjennomgikk forsøkspersonene (norske kadetter fra krigsskolen, 10 menn og 6 kvinner) en syv dager lang feltøvelse som besto av 23 timer aktivitet (PAL på omtrent 3,5), omtrent 1 time søvn og et energiinntak på 0,2 til 1,9 MJ (48 til 450 kcal) per døgn. Gjennom bruk av dobbeltmerket vann og referansemotoden for måling av kroppssammensetning, dobbel røntgenabsorpsjon – DXA (Dual-energy X-ray Absorptiometry), ønsket forskerne å undersøke energiforbruket og endringene i kroppssammensetning som følge av feltøvelsen. I likhet med funnene til Castellani et al. (2006) var det totale energiforbruket større hos de mannlige forsøkspersonene enn hos de kvinnelige. Forskjellen i totalt energiforbruk ble utjevnet etter korrigering for kroppsmasse og fettfrimasse (kroppsmasse minus fettmasse). Sammenlignet med Castellani et al. (2006) var reduksjonen i kroppsvekt (menn 7,5 kg og kvinner 6 kg) større. Hovedårsaken til dette skyldes et lavere energiinntak. Ved hjelp av DXA fant Hoyt et al. (2006) at tapet av muskelmasse var størst hos de mannlige forsøkspersonene (menn 4 kg og kvinner 2,5 kg), mens tapet av fettmasse var likt mellom kjønnene (menn 3,45 kg og kvinner 3,42 kg). Estimering viste at de kvinnelige forsøkspersonene hadde et større bidrag fra fett som energikilde. I Forsvaret kan

dette være positivt for bedre prestasjon i militære øvelser og operasjoner med lang varighet (K.E. Friedl, 2016).

Både Hoyt et al. (2006) og Castellani et al. (2006) finner at det er ingen forskjell i energiforbruk mellom menn og kvinner ved korrigerings for kroppsmasse og fettfrimasse. Dette er i tråd med hva Tharion et al. (2005) skriver i sin oversiktsartikkel over energibehov hos militært personell. I tillegg finner Hoyt et al. (2006) at kvinner har en fett-fremtredende energimetabolisme. Dette er i overensstemmelse med resultater fra mer kontrollerte idrettsvitenskapelige studier (Hauswirth & Le Meur, 2011). Studien til Hoyt et al. (2006) hadde lavt antall forsøkspersoner, kun 6 kvinner og 10 menn, og det oppfordres til fremtidige studier for å bekrefte/undersøke videre.

Det er lite beskrevet hvordan kvinner påvirkes av ulike ekstremlastninger/multifaktorielt stress i militæret, og om det er eventuelle kjønnsforskjeller under slike situasjoner. Det tilsier at det er mangler i kunnskapen, og det er derfor behov for mer kunnskapsutvikling.

Betydningen av ordet stress i forbindelse med militære operasjoner er påkjenninger som endrer, eller truer med å endre, kroppens balanse.

Individuelle forskjeller kan forklare grunnen til at soldater kan reagere svært ulikt på samme type stress.

Tidligere studier viser:

- Det er ingen forskjell i energiforbruk mellom menn og kvinner ved korrigerings for kroppsmasse og fettfrimasse
- Kvinner forbrenner mer fett under aktivitet og har høyere fettprosent enn menn. Dette kan være en fordel i Forsvaret ved militæraktivitet med lang varighet
- Etter ultramaraton har kvinner og menn lik endringer i markører for muskelødeleggelse og betennelse og opplever lik subjektiv følelse av tretthet og smerte
- En stor reduksjon i kvinnelige kjønnshormoner funnet under militære ekstremlastninger kan få konsekvenser for den kvinnelige soldatens stridsevne og helse

Se Tabell 3.2 for oversikt.

I tillegg til at de ikke fant noen kjønnsrelaterte forskjeller i relativt energiforbruk observerte Castellani et al. (2006) ingen forskjeller mellom de mannlige og kvinnelige forsøkspersonene når det gjaldt endringer i kroppstemperatur. Det er imidlertid vanskelig å si om dette lar seg overføre til ekstreme omgivelser (kulde og/eller varme), da det ikke var noen nedbør og temperaturen på omgivelsene varierte mellom 3,6 og 21,4 °C.

Studiene fra Castellani et al. (2006) og Hoyt et al. (2006) gir oss noe innsikt i hvordan både menn og kvinner blir påvirket av multifaktorielt stress. Det er imidlertid store mangler i litteraturen når det gjelder hvordan kvinner påvirkes, og om det finnes noen kjønnsforskjeller.

3.2.2 Idrettsvitenskapelige studier – hormonelle endringer

I dette avsnittet gjennomgås idrettsvitenskapelige studier som undersøker lignende situasjoner som under militære ekstrembelastningsstudier/multifaktorielle stress studier. For beste sammenligningsgrunnlag er kun studier med en varighet på ca. 20 timer eller mer inkludert. Ved å sette en slik grense har studier som har undersøkt effekten av typisk langdistanseutholdenhet som maraton og triatlon blitt utelatt, mens studier som har undersøkt effekten av typisk ultra-distanseutholdenhet som ultra-maraton og “adventure-race” blitt inkludert. Det er først og fremst lagt vekt på studier som sammenligner menn og kvinner.

Berg et al. (2008) ønsket i sin studie å undersøke om det var kjønnsforskjeller (9 menn og 7 kvinner) i hormonelle endringer under en ultra-distanse konkurranse (Adventure Racing World Championship, Hemavan, Sverige), hvor deltagerne konkurrerte i lag (3 menn og 1 kvinne). Konkurransen bestod av gange, løp, padling (kajak), sykling og klatring. Konkurransen hadde en gjennomsnittlig varighet på seks dager, strakk seg over mer enn 800 km og hadde en gjennomsnittlig intensitet på 38 % av høyeste VO_2 verdi målt under denne testen (Peak VO_2 (VO_{2peak})) (6 menn og 3 kvinner). (VO_{2peak} referer kun til den høyeste VO_2 verdien målt under en bestemt test, mens VO_2 -maks referer til høyest VO_2 verdi som er målt hos individet). Søvn (ca. 2 timer per døgn), hvile, mat og drikke var *ad libitum*, det vil si så mye en ønsker.

Ved hjelp av blodprøver før, rett etter (tid på døgnet varierte mellom forsøkspersonene) og 24 timer etter endt konkurranse ønsket forskerne å undersøke endringer i utvalgte hormoner, spesielt kjønns- og veksthormon (1) IGF-1, 2) IGF-1 bindende proteiner (IGFBP), 3) insulin og glukagon (totalt 6 menn), 4) follikkelstimulerende hormon (FSH), 5) luteiniserende hormon (LH), 6) østradiol, 7) testosteron, 8) progesteron og seksualhormonbindende globulin (SHBG), 9) kreatin kinase MB (CKMB) og 10) hemoglobin (6 menn og 1 kvinne).

To av kvinnene i studien benyttet prevensjonsmidler. Disse ble ekskludert fra analyser på FSH, LH, østradiol, testosteron, progesteron og SHBG. Det samme gjaldt en kvinne som var amenoreisk (manglende menstruasjon)). Videre ble energiinntak (3 menn) og energiforbruk (6 menn) estimert, samt at kroppsvekt og kropps fett ble målt (med håndholdt bioimpedans) (9 menn og 3 kvinner). Det totale energiforbruket ble estimert til å være omtrent 322,4 MJ (77 000 kcal), mens totalt energiunderskudd var på totalt 167,5 MJ (40 000 kcal).

Resultatene viste at ingen av deltagerne gikk ned i vekt, men at fettmassen ble redusert hos samtlige forsøkspersoner (9 menn og 3 kvinner) hvor dette ble målt. Fravær av vektreduksjon kan skyldes ødem, og ingen reduksjon i fettmasse hos kvinnene kan være et resultat av lite antall forsøkspersoner. Alle de kvinnelige forsøkspersonene hadde lave østradiolnivåer fra studiens start og opplevde moderat vaginal blødning på konkurransens andre dag, bortsett fra en som manglet menstruasjon. IGF-IGFBP systemet endret seg likt i begge kjønn, bortsett fra IGFBP-2 etter 24 timer som var signifikant økt hos kvinnene (til samme nivå som de mannlige forsøkspersonene), i løpet av studien. Eksempelvis var reduksjonen i total og fri IGF-1 lik mellom de mannlige og kvinnelige forsøkspersonene. En reduksjon i IGF-1 er i tråd med funn i lignende militære studier på menn (Henning et al., 2011; Hoyt & Friedl, 2006). De kvinnelige forsøkspersonene opplevde ingen endring i FSH, LH, SHBG eller testosteron. Østradiolnivåene ble som følge av konkurransen lavere enn deteksjonsnivået, mens progesteron ble signifikant redusert. Begge disse endringene skjedde uavhengig av menstruasjonssyklus (undersøkt ved hjelp av spørreskjema). Økningen i IGFBP-2 hos de kvinnelige forsøkspersonene henger sannsynligvis sammen med reduksjonen i østradiol. De mannlige forsøkspersonene hadde en reduksjon i testosteron og testosteron/SHBG på henholdsvis 67 og 30 %, samt en signifikant reduksjon i FSH. Reduksjon i testosteron er i overensstemmelse med funn i lignende militære studier på menn (Henning et al., 2011; Hoyt & Friedl, 2006). Det var ingen endring i insulin, glukagon eller hemoglobin. CKMB økte fra før til etter konkurransen og var fortsatt forhøyet etter 24 timer. Økningen var lik for begge kjønn.

Oppsummert viste studien til Berg et al. (2008) at ekstreme utholdenhetskonkurranser fører til lik respons i IGF-IGFBP systemet, bortsett fra IGFBP-2, hos menn og kvinner, hvilket reflekterer en katabol fase (nedbrytning av kroppens energilagre som følge av for lavt energiinntak i forhold til energiforbruket). Resultatene viste også at endringen i kjønnshormonene ikke var relatert til de endokrine forandringene i IGF-IGFBP aksene, men at det kan være en sammenheng med lokale endringer i IGF-1 utskillelse.

Studien til Berg et al. (2008) ga et innblikk i hvordan multifaktorielt stress påvirker hormonelle endringer hos både menn og kvinner. Graden av fysisk aktivitet, mangel på søvn og energiunderskudd under denne konkurransen kan minne om de stressfaktorene militært personell blir utsatt for under typiske feltøvelser og andre fysiske krevende militæraktiviteter. Overføringsverdien til militær sammenheng kan derfor sies å være stor. Studien har imidlertid noen begrensninger. Først og fremst er antallet forsøkspersoner nokså lavt (9 menn og 7 kvinner). Videre ble blodprøvene etter endt konkurranse tatt når deltagerne kom i mål, og tidspunktet for blodprøven ble derfor spredt utover dagen. Dette kan påvirke resultatene ettersom produksjonen og utskillelsen av hormoner varierer i løpet av døgnet (Berg et al., 2008). For å kunne sammenligne endringer i hormoner er det svært viktig at blodprøver tas ved samme tidspunkt før, under og etter militærøvelsen ellers er data ikke sammenlignbare. Videre er det vanskelig å kontrollere belastningen mellom kjønn i slike studier.

Energiinntaket og energiforbruket ble kun estimert hos menn, og det er vanskelig å si om alle forsøkspersonene, uavhengig av kjønn, gjennomført det samme arbeidet i løpet av konkurransen. Studien nevner ikke om forsøkspersonene var nødt til å bære en ytre belastning.

Resultatene er uansett viktige for å forstå betydningen av langvarig multifaktorielt stress på menn og kvinner. Det optimale er at det er mest mulig standardiserte forhold, og at det er god kontroll på at alle tilbake legger samme distanse, har samme intensitet og lik varighet. Det er behov for flere studier.

En annen studie som har undersøkt hormonelle forandringer ved langvarig fysisk aktivitet er studien til Copeland and Verzosa (2014). Studien er inkludert i rapporten til tross for at den kun undersøkte kvinner. Deltagerne i studien var seks premenopausale og seks postmenopausale kvinner, det vil si at kvinnene har sluttet med menstruelle blødninger. Menopause omtales også som overgangsalderen. Hovedfokuset her er på de premenopausale kvinnene. Disse kvinnene var alle i den follikulære fasen (dag 1 til 13) av menstruasjonssyklusen (selv-rapportert). Ingen av deltagerne var på hormonbehandling eller benyttet hormonelle prevensjonspiller, hadde manglende menstruasjon (amenoriske), hadde andre skader eller medisinske tilstander som hindret regelmessig trening eller aktiv deltagelse i prosjektet.

Ved hjelp av blodprøver før, rett etter og etter 24 timer ønsket forskerne å undersøke det kvinnelige kjønnshormonet østradiol og insulinliknende vekstfaktor 1 (IGF-1) systemets respons på ultramaraton. Det insulinliknede vekstfaktor (IGF) systemet er av stor betydning for normal vekst og utvikling hos mennesket. Insulinliknende vekstfaktor 1 (IGF1) stimulerer celledifferensiering, proteinsyntese og glukoseopptak i en rekke vev. Blodnivået av denne vekstfaktoren øker gradvis inntil puberteten og faller deretter sakte med økende alder. Deltagerne løp enten 50 km (en runde) eller 100 km (to runder) hvor hver runde inneholdt 1300 meter stigning og foregikk på sti. Omgivelsestemperaturen varierte mellom 20,6 og 27,5 °C. Deltagerne hadde ubegrenset tilgang på mat og drikke. For å undersøke forskjellene mellom de pre- og postmenopausale kvinnene ble forsøkspersonene matchet for prestasjon; den gjennomsnittlige tiden for å fullføre var på henholdsvis 19 og 21 timer. Det var ingen forskjell i kroppsmasseindeks («Body Mass Index» (BMI)), fettprosent eller VO_{2peak} (høyeste VO_2 målt i kun denne testen) mellom gruppene.

Resultatene viste en økning i østradiol som følge av ultramaraton, men verdiene var tilbake til verdiene før løpet etter 24 timer. Sirkulerende IGF-1 ble redusert som følge av ultramaraton, og verdiene var fortsatt redusert etter 24 timer. Det samme gjaldt IGFBP-3. IGFBP-1 økte som følge av ultramaraton, men verdiene var tilbake til førverdier etter 24 timer. Selv om denne studien undersøkte en betydelig kortere konkurranse enn Berg et al. (2008) fant man at de kvinnelige forsøkspersonene hadde forandringer i IGF-1 systemet. I motsetning til Berg et al. (2008) var det her imidlertid en økning i østradiol. En økning i østradiol hos kvinner er tidligere funnet etter maraton (Bonen & Keizer, 1987) og etter styrke- og utholdenhetstrening (Copeland, Consitt, & Tremblay, 2002), men ikke etter triatlon (ingen endring) (Ginsburg, O'Toole, Rimm, Douglas, & Rifai, 2001). Av disse studiene ligner muligens konkurransen i studien til Berg et al. (2008) mest på en militær multifaktoriell stressituasjon.

En nærmere undersøkelse av hvordan militære multifaktorielle stressituasjoner påvirker kjønnshormoner, og hvilke konsekvenser dette har, hos kvinner er derfor nødvendig. Eksempelvis blir østrogen trukket frem som en forklaring på hvorfor kvinner i større grad benytter fett som energisubstrat under aktivitet (Hauswirth & Le Meur, 2011), og det er

argumentert med at kvinner derfor kan prestere bedre enn menn under ekstreme situasjoner med langvarig aktivitet (K.E. Friedl, 2016).

En reduksjon i østradiol under deteksjonsnivåer, som funnet av (Berg et al., 2008), kan derfor ha konsekvenser ikke bare for prestasjon, men også for den kvinnelige soldatenes helse. I likhet med Berg et al. (2008) har studien til Copeland and Verzosa (2014) noen begrensninger, slik som at kontroll er vanskelig i feltstudier (intensitet, pauser og inntak av vann og mat). Videre var det fire av tolv forsøkspersoner (to par) som gjennomført 50 km, mens åtte forsøkspersoner (fire par) gjennomførte 100 km.

Temesi et al. (2015) ønsket i sin studie å undersøke om kvinner var mer motstandsdyktige mot ekstrem nevro-muskulær tretthet ved ultraløp. Dette gjorde de ved å undersøke 20 ultraløpere (10 menn og 10 kvinner) før og etter det 110 km lange North Face® Ultra-Trail du Mont-Blanc® 2012. Løpet hadde en total stigning på 5862 m. Under løpet var det både regn, snø og skyet vær, samt temperaturer på maksimalt 12 °C og under 0 °C på høyder over 1800 m over havet. Gjennom bruk av styrketester, måling av muskelaktivitet (elektromyografi (EMG)), elektrisk stimulering (femoral og tibial nervestimulering, samt transkraniell magnetisk stimulering), blodprøver og subjektiv evaluering var formålet å undersøke om det fantes kjønnsforskjeller i sentral og nevro-muskulær tretthet etter ultraløp. Den gjennomsnittlige tiden de mannlige og kvinnelige forsøkspersonene brukte på å fullføre løpet var på henholdsvis 20:07:47 og 25:49:23. Studien viste at de kvinnelige forsøkspersonene var mindre utsatt for tretthet, vist gjennom mindre fall i kraft i isometrisk kneekstensjon og mindre perifer tretthet i plantarfleksorene.

Videre var det ingen forskjeller mellom kjønnene med tanke på sentral tretthet. Det var heller ingen forskjell når det gjaldt subjektiv opplevd tretthet eller i markører for muskelødeleggelse og betennelse (c-reaktivt protein, kreatinfosfokinase og myoglobin). Det rapporteres at deres funn kan være en forklaring for at kvinner kan prestere bedre enn menn på ultraløp hvor varigheten på aktiviteten blir ekstremt lang. Eventuelle kjønnsforskjeller ved undersøkelse av tretthet kan avhengige av blant annet hva slags protokoll som gjennomføres (intervall kontra kontinuerlig arbeid), hvilken type muskelkontraksjon som utføres (isometrisk kontra dynamisk) og hvilken muskelgruppe som undersøkes (albuebøyere, knestrekke, etc.). Det er derfor uvisst om slike funn kan overføres til militære situasjoner. I tillegg hadde studien til Temesi et al. (2015) noen begrensninger, deriblant lavt antall forsøkspersoner og ingen kontroll over menstruasjonssyklus. Det er funn som viser at militære multifaktorielle stressituasjoner fører til reduksjon i fysisk prestasjon hos menn (blant annet oppsummert av O'Hara et al., 2014). Det er derfor et behov for studier som undersøker dette hos kvinner. FFI har i samarbeid med USARIEM og NIH-F planlagt studie i 2017 hvor blant annet endringer i betennelse og restitusjonsprosessen skal undersøkes.

En annen studie som undersøkte både menn og kvinner under gjennomføring av ultramaraton er studien til Cote et al. (2015). Formålet med studien var å undersøke om det var kjønnsrelaterte forskjeller i hjertets respons på langvarig fysisk aktivitet. 17 menn og 8 kvinner som gjennomførte Fat Dog 100 ble undersøkt. Fat Dog 100 er et løp som befinner seg i British Columbia, Canada, og strekker seg over 100 eller 160 km i sti og fjell, med 600-2300 m

stigning. Temperaturene på omgivelsene varierte mellom 6 og 30 °C under forsøket. De mannlige og kvinnelige forsøkspersonene gjennomførte henholdsvis ca 142 og ca 121 km på henholdsvis ca 29 og ca 26 timer. Resultatene gav samme grad av tretthet i hjertet (cardiac fatigue) som følge av løpet, hos menn og kvinner. I tillegg viste undersøkelsen at forsøkspersonene gikk ned omtrent 1,5 kg i kroppsmasse og hadde økt hjerterefrekvens etter løpet sammenlignet med før. Forskernes funn var noe uventet da de tidligere hadde gjort funn som tydet på at det var kjønnsmessige forskjeller i hjertets sammentrekking (kontraktilitet) hos triatleter. De forklarer at dette muligens kan skyldes ulikhetene i intensitet (50 % kontra 80 %) og varighet (29 timer kontra 6 timer) mellom henholdsvis denne undersøkelse og tidligere undersøkelser på triatleter. Det er derfor vanskelig å overføre resultatene til Cote et al. (2015) til militære multifaktorielle stressituasjoner. Som i de andre studiene nevnt over har også denne studien noen begrensninger, deriblant lavt antall kvinnelige forsøkspersoner, ingen kontroll over deltagerens aerobe kapasitet eller inntak av salt (natriumklorid). Det er derfor behov for mer forskning for å undersøke kjønnsrelaterte forskjeller i hjertets respons på langvarig fysisk aktivitet i militære multifaktorielle stressituasjoner.

3.2.3 Oppsummering multifaktorielt stress

I foregående avsnitt har det vært en gjennomgang av litteratur som omhandler menn og kvinner som blir utsatt for et multifaktorielt stress over en kortere periode (fra 20 timer til 1 uke). I Tabell 3.2 oppsummeres de viktigste funnene til denne litteraturen.

Tabell 3.2 Tabellen oppsummerer funn fra studier som undersøker effekten av multifaktorielt stress hos både menn og kvinner.

Referanse	Situasjon	Populasjon	n	Kjønn	Varighet	Vær og temp. (°C)	Aktivitet (per døgn)	PAL	Søvn (per døgn)	Energiforbruk (MJ/kroppsvikt/døgn)	Hovedfunn
Castellani et al. (2006)	Militær feltøvelse	Rekrutter fra USMC	29 20	Menn Kvinner	54 t	Opphold, 4 - 21 °C	20 t	3,4 3,5	4 t	0,35 0,34	♀ = ♂ relativt energiforbruk
Hoyt et al. (2006)	Militær feltøvelse	Kadetter fra Krigsskolen	10 6	Menn Kvinner	7 døgn	Temperert, 4 - 30 °C	23 t	3,5 3,6	1 t	0,34 0,35	♀ = ♂ relativt energiforbruk, ♀ > ♂ fettoksidasjon
Berg et al. (2008)	Adventure race (Adventure race World Championship)	Utholdenhets-trente elite-utøvere	9 7	Menn Kvinner	Median: 6,2 døgn (variasjon på 5,2 - 7,3 døgn)	-	Ca. 22 t	-	2 t	Ca. 0,65 -	Lik IGF-IGFBP respons i ♀ og ♂ (foruten IGFBP-2), reduksjon i kjønnsspesifikke gonade hormoner i ♀ og ♂
Copeland og Verzosa (2014)	Ultramaraton	Utholdenhets-trente	6 6	Kvinner (premenopausale) Kvinner (postmenopausale)	Ca. 19 t Ca. 21 t	20,6 - 27,5 °C	-	-	-	-	Forandringer i IGF1-systemet og økning i østrogen
Temesi et al. 2015	Ultramaraton (North Face® Ultra-Trail du Mont-Blanc®)	Godt trete ultraløpere	10 10	Menn Kvinner	Ca. 20 t Ca. 26 t	Regn, snø og skyet < 0 - 12 °C	-	-	-	-	♂ > ♀ fall i kraft i knestrekkerne og perifer tretthet i plantar fleksorene, ♀ = ♂ sentral tretthet, markører for muskelødeleggelse og betennelse, og subjektiv følelse av tretthet og smerte
Cote et al. 2015	Ultramaraton (Fat Dog 100)	Godt trete ultraløpere	17 8	Menn Kvinner	Ca. 29 t Ca. 26 t	6 - 30 °C	-	-	-	-	♀ = ♂ respons i hjertet (cardiac fatigue)

n = antall forsøkspersoner, varighet = hvor lenge aktiviteten og studien pågikk, PAL = «physical activity level» (fysisk aktivitets nivå), hovedfunn = hovedresultater i studien, ♂ = menn og ♀ = kvinner

3.3 Videre forskning

Litteraturgjennomgangen viser at det er utført få studier om følgene av militære multifaktorielle stressituasjoner for kvinner, noe som gjør det vanskelig å trekke gode konklusjoner. Det er derfor behov for mer kunnskapsutvikling på området.

FFI-prosjektet Allmenn verneplikt bidrar blant annet med å oppnå økt innsikt og gi ny kunnskap om de fysiske og mentale belastninger soldater av begge kjønn som utsettes for under øvelser og oppdrag. Hensikten er å oppnå en bedre forståelse av hvordan Forsvaret skal ivareta sitt personell før, under og etter militær aktivitet. Et sentralt spørsmål i den forbindelse vil være å undersøke om dagens regimer for ernæring, trening og restitusjon er optimalisert med hensyn på yteevne, mestring og restitusjon. Det er for eksempel under studier utført på menn funnet flere endringer i kroppen som må restitueres etter militær aktivitet (Figur 3.1). Det er derfor blant annet behov for mer forskning på restitusjonsprosessen.

FFI har i samarbeid med *US Army Research Institute of Environmental Medicine* (USARIEM) og Norges idrettshøgskole Forsvarets institutt (NIH/F) planlagt en ny ernæring og restitusjonsstudie vinteren 2017, hvor begge kjønn er inkludert. I denne studien vil hovedformålet være å undersøke endringer i betennelse, og om det er eventuelle kjønnsforskjeller i militær multifaktoriell stressituasjon.

I mars 2015 ble det bestemt å innføre nye fysiske tester i hæren med ulike krav for menn og kvinner, både ved seleksjon og for ansatte. Innføringen av nye fysiske tester i hæren er besluttet implementert fra januar 2016. Det ulik oppfatning blant fageksperter om dette er til det beste for Forsvaret og soldatene. I motsetning til Norge har flere NATO land innført kjønnsnøytrale krav, hvor en konsekvens var at mennenes krav ble justert ned. Mer kunnskapsutvikling og FoU kan bidra til å støtte eventuelle fremtidige tiltak for å sikre best mann og kvinne til rett jobb, og i tillegg sikre at soldatene har god helse og optimal forsvarsevne.

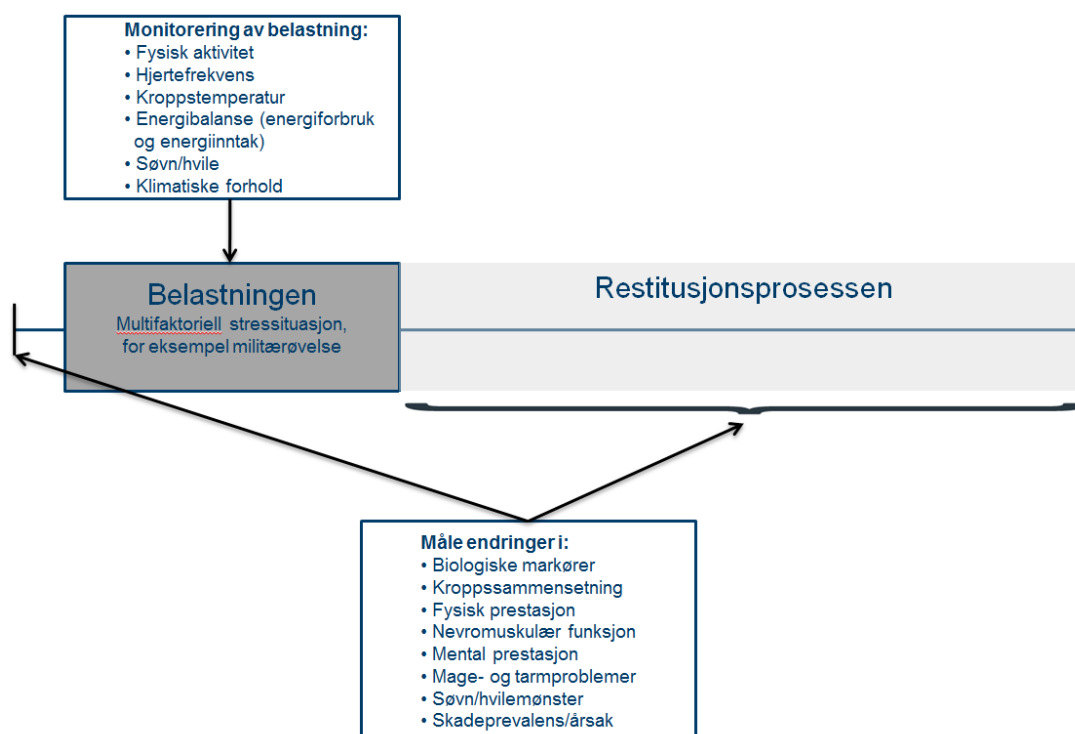
Ved Krigsskolen er det en pågående skadeundersøkelse på kadetter i forbindelse med stridskurset, og det er nylig etablert en NATO gruppe HFM RTG-269 «*Combat integration: Implications for physical employment standards (PES)*», hvor arbeidet er svært relevant. FFI deltar i denne gruppen¹, som har en funksjonstid på tre år. Gruppen skal blant annet se på integreringen av kvinner i forsvaret, og dagens fysiske standarder for militær personell. Hovedformålet er å identifisere beste metode for utvikling av fysiske tester for militær personell. En annen NATO gruppe som hvor arbeidet er relevant er HFM RTG-260 «*Enhancing warfighter effectiveness with wearable biosensor and physiological models*». FFI deltar også i arbeidet i RTG-260¹, som startet i 2015. Målsetningen til RTG-260 er å dele erfaringer, kunnskap og forskningsaktivitet med bruk av sensorer og målesystem. RTG-260 sitter mye kunnskap om nyttige verktøy/metoder for å samle inn data i kjønnsstudier. I tillegg gir fysiologisk måling mulighet for mer effektiv trening og objektive data.

¹ Kontakt person ved FFI er Hilde K. Teien

Det kan nevnes at det er pågående forskning mellom Universitetet i Tromsø (UiT), Universitetssykehuset Nord- Norge og Forsvarets Sanitet (FSAN) hvor de ved hjelp av et varmekamera skal undersøke om det er mulig å forutse hvem som er spesielt utsatt for nedkjølingsskade, og dermed mer utsatt for alvorlige frostskafer. Deltagere i studien er soldater på Setermoen (Nordheim et al., 2014a, 2014b).

En feltøvelse som innebærer flere stressfaktorer på samme tid påvirker soldater på flere områder, deriblant endringer i kroppssammensetning, reduksjon i fysisk og mental prestasjonsevne, økt infeksjonsrisiko og mage- og tarmproblemer, samt metabolske og hormonelle forandringer (Henning et al., 2011; Hoyt & Friedl, 2006; O'Hara et al., 2014; Teien, 2013). Dette er mye studert hos menn, men ikke hos kvinner. Med en økning i andel kvinner i Forsvaret er det viktig å undersøke slike endringer hos kvinner. Det er imidlertid vanskelig å gjøre dette i en enkelt studie, og det bør derfor gjennomføres flere studier.

I tillegg til at det finnes få studier som undersøker effekten av militært multifaktorielt stress hos kvinner finnes det få studier som undersøker restitusjonsprosessen etter slike situasjoner, både hos menn og hos kvinner. Det finnes kun et fåtall slike studier: Nindl et al. (1997) og Hammarsland, Paulsen, Solberg, Slaathaug, and Raastad (2015). Det er behov for mer forskning som undersøker både menn og kvinner. I Figur 3.3 skisseres det et forslag til studier som kan gjennomføres.



Figur 3.3 Figuren viser forslag til studier som kan undersøke effekten av multifaktorielt stress hos menn og kvinner, samt restitusjonsprosessen etter slike situasjoner.

4 Oppsummering

I FFI-prosjekt 1418 «Allmenn verneplikt – Evaluering av seleksjon, belastninger og restitusjon», avdeling Beskyttelse og samfunnsikkerhet, har en av oppgavene vært å kartlegge fysiologiske endringer hos kvinner som følge av ekstreme belastninger.

I denne rapporten er studier som undersøker multifaktorielt stress hos både menn og kvinner vært tema. Innledningsvis var det en gjennomgang av fysiske kjønnsforskjeller. Her kom det frem at gjennomsnittlige menn er høyere, tyngre, har mer muskelmasse og mindre fettmasse, samt sterkere, særlig i overkroppen, og mer utholdende enn gjennomsnittlige kvinner.

De kjønnsmessige forskjellene i kroppens størrelse, fason og sammensetning gjør at kvinner og menn responderer ulikt til varme- og kuldeeksponering. En større kuldesensitivitet hos kvinner, kan føre til at kvinner har større risiko for å pådra seg kuldeskader, spesielt kjøle- og frostskafer i fingrene. Videre ser det ut til at kvinner i større grad benytter fett, og i mindre grad karbohydrater og protein, som energisubstrat under aktivitet sammenlignet med menn. Dette kan i Forsvaret være positivt for militære øvelser og operasjoner med lang varighet.

Det ser ut til at kvinner oftere er utsatt for jernmangelanemi, samt har en høyere risiko for muskel- og skjelettskader hvis de blir utsatt for de samme treningsbelastningene som sine mannlige kollegaer. Det er foreslått at endret treningsform og forlenget treningsperiode kan redusere skader.

Når det gjelder multifaktorielt stress ser det ut til at menn og kvinner som blir utsatt for de samme forholdene har det samme relative energiforbruket, men at kvinner i større grad benytter fett som energisubstrat. Siden kvinner har større fettprosent og i større grad forbrenner fett under fysisk aktivitet kan det i Forsvaret være positivt for militærspesifikke oppgaver med lang varighet.

Det ser ikke ut til at det er noen kjønnsmessig forskjell i hormonene IGF-IGFBP systemrespons, med unntak av IGFBP-2. Utover dette er det vanskelig å si noe særlig mer om det finnes en kjønnsforskjell i respons på militært multifaktorielt stress. Dette er derfor et felt som krever mer forskning. Dette kan eksempelvis undersøkes nærmere ved å gjennomføre ulike målinger før og etter en krevende feltøvelse, samt i perioden etter for å undersøke restitusjonsprosessen.

FFI-prosjektet Allmenn verneplikt gir grunnlag for forskning og utviklingsarbeid (FoU) innen området. I tillegg vil arbeidet i NATO grupper bidra til nyttig kunnskap. Norge er det første NATO landet som har innført allmenn verneplikt.

Referanser

- Aandstad, A. (2015). Fysiske testresultater i Forsvaret - relatert til alder og kjønn (Vol. Data fra P3, pp. 107): The Norwegian Defence University College/Norwegian School of Sport Sciences, Defece institution.
- Berg, U., Enqvist, J. K., Mattsson, C. M., Carlsson-Skwirut, C., Sundberg, C. J., Ekblom, B., & Bang, P. (2008). Lack of sex differences in the IGF-IGFBP response to ultra endurance exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 18(6), 706-714. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00758.x
- Bonen, A., & Keizer, H. A. (1987). Pituitary, ovarian, and adrenal hormone responses to marathon running. *Int J Sports Med*, 8 Suppl 3, 161-167.
- Castellani, J. W., Delany, J. P., O'Brien, C., Hoyt, R. W., Santee, W. R., & Young, A. J. (2006). Energy expenditure in men and women during 54 h of exercise and caloric deprivation. *Med Sci Sports Exerc*, 38(5), 894-900. doi: 10.1249/01.mss.0000218122.59968.eb
- Chevront, S. N., Carter, R., Deruisseau, K. C., & Moffatt, R. J. (2005). Running performance differences between men and women:an update. *Sports Med*, 35(12), 1017-1024.
- Copeland, J. L., Consitt, L. A., & Tremblay, M. S. (2002). Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(4), B158-165.
- Copeland, J. L., & Verzosa, M. L. (2014). Endocrine response to an ultra-marathon in pre- and post-menopausal women. *Biol Sport*, 31(2), 125-131. doi: 10.5604/20831862.1097480
- Cote, A. T., Phillips, A. A., Foulds, H. J., Charlesworth, S. A., Bredin, S. S., Burr, J. F., . . . Warburton, D. E. (2015). Sex differences in cardiac function after prolonged strenuous exercise. *Clin J Sport Med*, 25(3), 276-283. doi: 10.1097/JSM.000000000000130
- Epstein, Y., Yanovich, R., Moran, D. S., & Heled, Y. (2013). Physiological employment standards IV: integration of women in combat units physiological and medical considerations. *Eur J Appl Physiol*, 113(11), 2673-2690. doi: 10.1007/s00421-012-2558-7
- Friedl, K. E. (2005). Biomedical research on health and performance of military women: accomplishments of the Defense Women's Health Research Program (DWHRP). *J Womens Health (Larchmt)*, 14(9), 764-802. doi: 10.1089/jwh.2005.14.764
- Friedl, K. E. (2016). Biases of the Incumbents - What If We Were Intergrating Men into a Women's Army? . *Military Review*, 96(2), 69-75.
- Froberg, K., & Pedersen, P. K. (1984). Sex differences in endurance capacity and metabolic response to prolonged, heavy exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52(4), 446-450.
- Ginsburg, G. S., O'Toole, M., Rimm, E., Douglas, P. S., & Rifai, N. (2001). Gender differences in exercise-induced changes in sex hormone levels and lipid peroxidation in athletes participating in the Hawaii Ironman triathlon. Ginsburg-gender and exercise-induced lipid peroxidation. *Clin Chim Acta*, 305(1-2), 131-139.
- Hammarland, H., Paulsen, G., Solberg, P. A., Slaathaug, O. G., & Raastad, T. (2015). *Depressed physical performance outlasts hormonal disturbances and changes in body composition after one week of arduous exercise in Norwegian Naval Special Forces.* Journal article.

-
- Haring, E. L. (2013). Insights from the Women in Combat Symposium. *Joint Force Quarterly* (70), 55-58.
- Hassi, J., Mäkinen, T., Holmér, I., Päsche, A., Risikko, T., Toivonen, L., & Hurme, M. (2002). *Håndbok for arbeide i kulde*: Thelma AS.
- Hauswirth, C., & Le Meur, Y. (2011). Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. *Sports Med*, 41(10), 861-882. doi: 10.2165/11593180-000000000-00000
- Henning, P. C., Park, B. S., & Kim, J. S. (2011). Physiological decrements during sustained military operational stress. *Mil Med*, 176(9), 991-997.
- Holtberget, K. (2012). Måling av kroppssammensetning i militær sammenheng In A. Aandstad (Ed.), *Moving Soldiers*.
- Hoyt, R. W., & Friedl, K. E. (2006). Field studies of exercise and food deprivation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 9(6), 685-690. doi: 10.1097/01.mco.0000247472.72155.7c
- Hoyt, R. W., Opstad, P. K., Haugen, A. H., DeLany, J. P., Cymerman, A., & Friedl, K. E. (2006). Negative energy balance in male and female rangers: effects of 7 d of sustained exercise and food deprivation. *Am J Clin Nutr*, 83(5), 1068-1075.
- Knechtle, B., Rosemann, T., Lepers, R., & Rust, C. A. (2014). Women outperform men in ultradistance swimming: the Manhattan Island Marathon Swim from 1983 to 2013. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(6), 913-924. doi: 10.1123/ijspp.2013-0375
- Lee, S. W., Kimick, A., Oseen, M., Chahal, P., Wheeler, G., & Singh, M. (1995). Gender and Military Performance. In N. D. P. 8 (Ed.), *Optimizing the Performance of Women in the Armed Forces of NATO*.
- McGraw, K., Koehlmoos, T. P., & Ritchie, E. C. (2016). Women in Combat: Framing the Issues of Health and Health Research for America's Servicewomen. *Mil Med*, 181(1 Suppl), 7-11. doi: 10.7205/MILMED-D-15-00223
- Miller, A. E., MacDougall, J. D., Tarnopolsky, M. A., & Sale, D. G. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 66(3), 254-262.
- Nindl, B. C. (2015). Physical Training Strategies for Military Women's Performance Optimization in Combat-Centric Occupations. *J Strength Cond Res*, 29 Suppl 11, S101-106. doi: 10.1519/JSC.0000000000001089
- Nindl, B. C., Friedl, K. E., Frykman, P. N., Marchitelli, L. J., Shippee, R. L., & Patton, J. F. (1997). Physical performance and metabolic recovery among lean, healthy men following a prolonged energy deficit. *Int J Sports Med*, 18(5), 317-324. doi: 10.1055/s-2007-972640
- Nindl, B. C., Jones, B. H., Van Arsdale, S. J., Kelly, K., & Kraemer, W. J. (2016). Operational Physical Performance and Fitness in Military Women: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations. *Mil Med*, 181(1 Suppl), 50-62. doi: 10.7205/MILMED-D-15-00382
- Nordheim, A. J., Borud, E. K., Sagen, T., Hjelle, D., Mercer, J., & de Weerd, L. (2014a). Termografi ved frostskaer i Forsvaret. *Tidsskr Nor Legeforening*, 17(134), 1645.
- Nordheim, A. J., Borud, E. K., Sagen, T., Hjelle, D., Mercer, J., & de Weerd, L. (2014b). Use of dynamic thermography in diagnosing frostbite and non-freezing cold injuries in the Norwegian armed forces (pp.).
- O'Hara, R., Henry, A., Serres, J., Russell, D., & Locke, R. (2014). Operational stressors on physical performance in special operators and countermeasures to improve performance: a review of the literature. *J Spec Oper Med*, 14(1), 67-78.

-
-
- Opstad, P. K. (2005). 827 - Soldaters yteevne og medisinsk behandling under vinterforhold
Prosjektluttmelding. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).
- Rogol, A. D., Roemmich, J. N., & Clark, P. A. (2002). Growth at puberty. *J Adolesc Health, 31*(6 Suppl), 192-200.
- Rones, N. (2015). «Men det er også det at vi blir sett på som en sånn jentegjeng, at alle bare er jenter i Saniteten» – utvalgte funn fra avhandlingen *The Struggle over Military Identity* og konsekvenser av disse (pp. 108): Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI).
- Sharp, M. A. (1993). Physical fitness, physical training and occupational performance of men and women in the U.S. Army. (pp. 22). Natick, Massachusetts: USARIEM.
- Speechly, D. P., Taylor, S. R., & Rogers, G. G. (1996). Differences in ultra-endurance exercise in performance-matched male and female runners. *Med Sci Sports Exerc, 28*(3), 359-365.
- Statistikk Forsvaret, Personell. (2016). *Statistikk Forsvaret*. Retrieved 04.05.2016, 2016, from <https://forsvaret.no/aarsrapport/statistikk/personell>
- Strand, A. A. (2014). Forsvarets vinterskole Masterleksjoner. ML 02 Vinterskader (PowerPoint presentation). from Forsvarets vinterskole
- Teien, H. K. (2013). Historisk gjennomgang av studier utført av FFI på Krigsskolens stridskurs (pp. 104): Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI).
- Teien, H. K. (2016). Forekomsten av nedsatt blodsirkulasjon i ekstremiteter hos norske soldater ved kuldeeksponering - en litteraturstudie (pp. 60): Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).
- Temesi, J., Arnal, P. J., Rupp, T., Feasson, L., Cartier, R., Gergele, L., . . . Millet, G. Y. (2015). Are Females More Resistant to Extreme Neuromuscular Fatigue? *Med Sci Sports Exerc, 47*(7), 1372-1382. doi: 10.1249/MSS.0000000000000540
- Tepe, V., Yarnell, A., Nindl, B. C., Van Arsdale, S., & Deuster, P. A. (2016). Women in Combat: Summary of Findings and a Way Ahead. *Mil Med, 181*(1 Suppl), 109-118. doi: 10.7205/MILMED-D-15-00409
- Tharion, W. J., Lieberman, H. R., Montain, S. J., Young, A. J., Baker-Fulco, C. J., Delany, J. P., & Hoyt, R. W. (2005). Energy requirements of military personnel. *Appetite, 44*(1), 47-65. doi: 10.1016/j.appet.2003.11.010

Forkortelser

BMI	“Body Mass Indeks” (kroppsmasseindeks)
CKMB	Kreatin kinase MB
DHEAS	Dehydroepiandrosteron sulfat
DXA	“Dual-energy X-ray Absorptiometry” (dobbel røntgenabsorpsjon)
EMG	Elektromyografi
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
FoU	Forskning og utvikling
FSH	Follikkelstimulerende hormon
G	Gravitasjonskonstanten
HG	Veksthormon
IGF	Insulinlignende veksthormon
IGF-1	Insulinlignende veksthormon 1
IGFBP	Insulinlignende veksthormon bindene proteiner
kcal	Kilokalorier
LH	Luteiniserende hormon
MJ	Megajoule
NIH/F	Norges idrettshøgskole Forsvarets institutt
PAL	“Physical activity level” (fysisk aktivitets nivå)
RM	Repetisjon maksimum
SHBG	Seksualhormonbindende globulin
USARIEM	US Army Research Institute of Environmental Medicine
VO ₂	“Volume oxygen” (oksygenopptak)
VO ₂ -maks	Maksimalt oksygenopptak
VO ₂ -peak	“Peak” oksygenopptak (maksimal oksygenverdi innenfor en enkelt fysisk test)

About FFI

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

FFI's MISSION

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

FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

Om FFI

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

FFIs FORMÅL

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

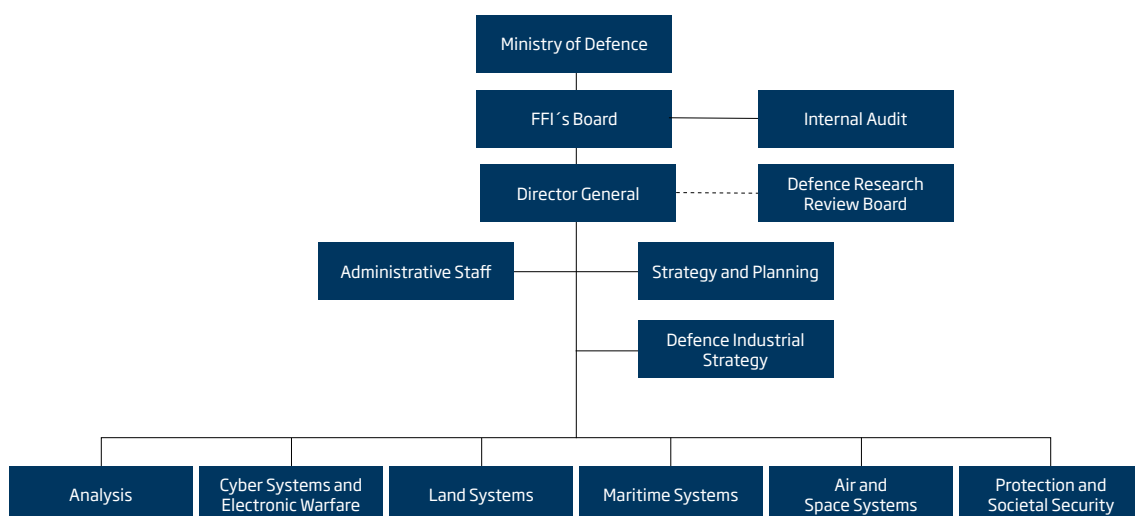
FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

FFI's organisation



Forsvarets forskningsinstitutt
Postboks 25
2027 Kjeller

Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

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

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

Office address:
Instituttveien 20
N-2007 Kjeller

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