



FHS Krigsskolen

Bacheloroppgave

En kvalitativ studie om restitusjon etter svært tunge militære øvelser

*Hvor lang er restitusjonstiden før en presterer på normalt nivå etter en svært tung
militær øvelse?*

av

Joakim Henriksen Fossen og Mads Aanes Haugen

Leveret som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LEDELSE OG
LANDMAKT

Antall ord: 13399

Innlevert: April 2022

Godkjent for offentlig publisering

Forord

Tidlig våren 2021 introduserte veileder Martin Ekeberg rapporten til Hilde Teien om stridskurset for kull Ruge. For kadettene del var rapportens bruksområde på den tiden kun for egen interesse og nysgjerrighet. I oppstartsfasen av bacheloroppgaven ble vi oppmerksomme på flere bemerkelsesverdige funn fra rapporten som danner bakgrunnen for hvorfor vi ønsket å skrive om dette temaet. Til tross for at svært tunge militære øvelser er en arena for å dyrke mestringstro og personlig utvikling, har de flere konsekvenser på kroppens fysiologi. Det legger grunnlaget for denne oppgavens fokus på fysiologiske konsekvenser etter svært tunge militære øvelser.

Stabssersjant Martin Ekeberg skal derfor ha mye av æren for at vi har valgt å skrive en bachelor om dette spennende temaet. Vi takker for samarbeidet, og ikke minst hjelpen vi har fått til å finne den gode litteraturen som presenteres i oppgaven.

Oslo, Krigsskolen, 19-04-2022

Sammendrag

En kvalitativ studie om restitusjon etter svært tunge militære øvelser skal avdekke hvor lang tid det realistisk sett tar å komme seg tilbake til normale verdier. Hensikten er å hjelpe utdanningsplanlegger å tilpasse militær utdanning i forbindelse med tunge militære øvelser. Oppgaven har drøftet statistikk om restitusjon i etterkant av tunge militære øvelser, ved å fokusere på tre primærkilder, samt annen støttelitteratur. Håvard Hamarsland, Hilde Teien og Jani Vaara er tre viktige kilder til dataen i oppgaven. Funnene viser at det foreligger en omtrentlig periode på 3 uker i restitusjon for at de fysiologiske faktorene vender tilbake til normale verdier. Samtidig belyser funnene viktigheten av å planlegge med roligere perioder i etterkant av disse øvelsene, for å kunne fortsette utdanning med høy kvalitet.

Innholdsfortegnelse

1	INTRODUKSJON	5
1.1	BAKGRUNN	5
1.2	MÅL OG PROBLEMSTILLING	6
1.3	AVGRENSNINGER	6
1.4	BEGREPER	7
2	METODE	8
2.1	METODEVALG	8
2.2	VALG AV KILDER	9
2.3	KILDEKRITIKK	11
2.4	METODEKRITIKK	11
3	TEORI	13
3.1	PRIMÆRKILDENE	13
3.2	RESTITUSJON	15
3.2.1	Passiv og aktiv restitusjon	16
3.2.2	Søvn	16
3.2.3	Mat	17
3.2.4	Hydrering	17
3.3	HORMONELLE FORANDRINGER	18
3.3.1	Kortisol	18
3.3.2	Aldosteron og prolaktin	19
3.3.3	Testosteron	20
3.3.4	Insulinliknende vekstfaktorer	20
3.3.5	Adrenalin	21
3.3.6	Kreatinkinase	21
3.3.7	C-reaktivt protein	22
3.4	KROPPSSAMMENSETNING	22
3.4.1	Muskler	23
3.4.2	Muskeltretthet	23
3.4.3	Muskelmasse	24
3.4.4	Frie oksygen radikaler	25
3.4.5	Fett	25
3.5	MUSKELFUNKSJON	28
4	DRØFTING	30
4.1	RESTITUSJON	30
4.1.1	Delkonklusjon	31
4.2	HORMONELLE FORANDRINGER	32
4.2.1	Kortisol	32
4.2.2	Aldosteron og prolaktin	33
4.2.3	Testosteron	33
4.2.4	Kreatinkinase	35
4.2.5	C-reaktivt protein	35
4.2.6	Restitusjonstid	35
4.2.7	Delkonklusjon	36
4.3	KROPPSSAMMENSETNING	36
4.3.1	Delkonklusjon muskelmasse	38
4.3.2	Delkonklusjon fettmasse	39
4.4	MUSKELFUNKSJON	39
5	KONKLUSJON	40
	LITTERATURLISTE	43

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Mestringsøvelser er en samlebetegnelse på svært tunge militære øvelser. Fenomenet er flittig brukt i Forsvarets avdelinger, og ellers i militære miljøer over hele verden. Disse øvelsene er preget av hard fysisk aktivitet, med lite inntak av mat og mangel på søvn over en lengre periode. Øvelsene omtales ofte som «helvetesuger». For noen militære avdelinger er dette en av de viktigste praksisarenaene i utdanningen når det gjelder krav til mestringstro og profesjonsidentitet. Et eksempel på en slik øvelse fra andre siden av Atlanterhavet er amerikanske Navy SEALs «hell week». I det norske Forsvaret er Krigsskolens stridskurs, seleksjonsøvelsene til Forsvarets spesialkommando og kystjegerkommandoen eksempler på slike mestringsøvelser. Over hele verden er disse øvelsene omtalt som noe av det tyngste man kan utsettes for fysisk og psykisk, i fredstid. I de fleste tilfeller er hensikten med mestringsøvelsene at deltakerne skal mestre å håndtere usikkerhet. Dette er mye av grunnen til at det ikke deles informasjon om de ulike aktivitetene som gjennomføres under øvelsene. Oppgaven vil ikke gå i detalj på noen av aktivitetene, men heller se på hva som skjer med kroppen etter deltakelse på en slik øvelse, og hvor lang tid man trenger før man er tilbake til utgangspunktet. Til tross for at det blir satt av rikelig med tid til forberedelser før slike øvelser, hva gjelder fysisk trening og mentale forberedelser, er de fysiologiske konsekvensene uunngåelige. Det er derfor svært interessant å gjøre et dypdykk i både statistikk og faglitteratur som sier noe om de spesifikke endringene som skjer med kroppen etter flere dager med svært høyt energiforbruk og minimalt med inntak av mat og søvn.

Mestringstro er noe Forsvaret ønsker å dyrke hos alle tilsatte, uavhengig av grad, stilling og kjønn. Som kommende offiserer og utdanningsledere er det nødvendig å forstå hva profesjonen innebærer og hva som forventes av en soldat i krevende situasjoner. Utdanning, trening og øving (UTØ) i Forsvaret legger til rette for at alle skal oppleve å mestre fysisk og psykisk krevende oppgaver. Dette er noe av grunnen til at UTØ i Forsvaret ofte blir generalisert som svært tungt og fysisk utmattende for den enkelte. For å sikre at organisasjonen løser de oppdrag som blir gitt, er det derfor avgjørende at Forsvarets tilsatte har høy mestringstro. Derfor er mestringsøvelser en del av utdannelsen i mange av Forsvarets avdelinger, både for ansatte og vernepliktige.

Mestringsøvelser er ikke kun en test av deltakernes psykiske robusthet, de har også en konsekvens på menneskets fysiologi. I løpet av en slik øvelse skjer det en rekke forandringer med kroppen som det tar tid å bygge opp igjen. Derfor er det interessant å vite hvor lang tid det faktisk tar å oppnå full restitusjon, med tanke på opprettholdelse av den operative evnen til Forsvaret. De tre mestringsøvelsene som denne oppgaven skal se nærmere på er hovedsakelig Krigsskolens stridskurs, Marinejegerkommandoens seleksjonsøvelse og en 11 ukers treningsperiode for finske fallskjermjegeraspiranter. Alle tre er eksempler på mestringsøvelser med relevant statistikk rundt kroppens endringer. Denne oppgaven skal fokusere på hvor lang tid man faktisk kan forvente å bruke etter en slik øvelse, for å få kroppen tilbake til normalen igjen.

1.2 Mål og problemstilling

Hensikten med denne oppgaven er å studere fysiologiske endringer etter tunge militære øvelser. Ved å se på tall fra ulike studier gjort på fysiologiske endringer vil oppgaven svare på hvor lang tid det tar for kroppen å komme tilbake til normalen igjen. Den vil belyse hvilke faktorer som krever lang og kort restitusjonstid. De fysiologiske endringene etter en øvelse danner utgangspunktet for kroppens tilstand når restitusjonstiden starter. Målet er å avdekke den reelle restitusjonstiden kroppen har behov for etter å ha vært gjennom en svært tung mestringsøvelse. Dette er for å danne et bilde på hvor lang restitusjonstid en bør forvente å planlegge med, i utdanning av soldater.

Opgaven vil søke å gi svar på følgende problemstilling:

Hvor lang er restitusjonstiden før en presterer på normalt nivå etter en svært tung militær øvelse?

1.3 Avgrensninger

Opgaven avgrenses til å se på restitusjon av følgende fysiske faktorer:

1. Kroppssammensetning
2. Hormonelle forandringer
3. Muskelfunksjon

Oppgaven er avgrenset til disse tre faktorene. Ved å presentere tilfredsstillende mengder teori og forskning på disse tre vil det være nok for å gi tilstrekkelig svar på problemstillingen. For at forskningen skal være spesifikk og nøyaktig, er det derfor ikke hensiktsmessig for denne oppgaven å ta for seg flere faktorer enn de tre som er nevnt.

Oppgaven vil ikke ta stilling til hvilke psykiske konsekvenser man får under og etter mestringsøvelser. Dette er fordi psykiske påkjenninger blir for komplekst, og det innbefatter flere subjektive vurderinger som gjør det vanskelig å komme frem til en klar konklusjon om påkjenningene. Fysiologiske endringer og restitusjonstid på den andre siden vil gi nøyaktige tall, og er på den måten en målbar parameter i motsetning til det psykiske aspektet.

Oppgaven vil kun se på mannlige personellgrupper, og vil som en følge av dette ikke kommentere de generelle forskjellene mellom menn og kvinner. Det er fordi oppgaven skal finne svar på mønstrene man kan se hos majoriteten av de som gjennomfører tyngre mestringsøvelser. Kroppssammensetningen til menn og kvinner er forskjellige, og det er flere menn enn kvinner å vise til når det kommer til tilgjengelig statistikk. Derfor vil oppgaven utelate statistikk om kvinner og vil kun omfatte mannlige deltakere.

1.4 Begreper

Begrepet kroppssammensetning vil i denne oppgaven omhandle muskel- og fettmasse. Det er to av mange målbare fysiologiske forandringer på personell før og etter en tung mestringsøvelse.

Svært tung militær øvelse vil brukes for å omtale militære øvelser hvor en presser kroppen tilnærmet så langt en er villig til å gjøre i fredstid. Å sette en spesifikk tallverdi på hvor mye kalorier en skal brenne, eller hvor lite mat og søvn en skal få vil være uhensiktsmessig. Derfor brukes begrepet for å omtale øvelser med tilsvarende belastning som på Krigsskolens stridskurs og seleksjonsøvelsene til Forsvarets spesialkommando og kystjegerkommando.

Normalt nivå, slik det brukes i problemstillingen, skal beskrive den tilstanden kroppen er i før gjennomførelsen av svært tunge militære øvelser. I kildene denne oppgaven benytter

seg av vil statistikken presentere et utgangspunkt hos deltakerne før de gjennomførte øvelsene, dette forstås som det normale nivået.

2 Metode

I dette kapitlet vil oppgavens metode gjøres rede for. Først ved å beskrive hvilken metode som er brukt for å besvare problemstillingen. Deretter hvilke studier oppgaven baserer seg på og hvilke kilder som har blitt brukt. Avslutningsvis vil kapitlet ta for seg kritikk av metode og henholdsvis kritikk av kilder for å belyse eventuelle gap i validiteten til konklusjonen.

Av de statiske målingene oppgaven benytter seg av, er det i stor grad brukt InBody Scan. Det er et Bioelektrisk Impedansanalyse (BIA) system. “... a method for measuring body composition, including muscle mass, body fat, and total body water” (InBody, 2022). Testen gjennomføres ved at maskinen sender ut høy og lav frekvens stråler som tar seg gjennom vannet i kroppen og måler motstand. På den måten får en svært nøyaktige tall på kroppens oppbygging. InBody Scan er enda mer nøyaktig enn tradisjonelle BIA maskiner, fordi den krever ikke input av kjønn, alder eller annen data for å gjennomføre en måling. Derfor vil tallene komme direkte fra testen og ingen ytre faktorer. Samtidig fordeler den kroppen i flere ulike sylindre. Så kroppen blir ikke scannet som én enhet, men heller flere deler. Det gir mer nøyaktige tall. I en studie gjort for å se på nøyaktigheten til BIA scan ble det konkludert med at det er et valid redskap å bruke. Studien baserte seg på 484 personer hvor de både ble scannet med InBody og DEXA, et tilsvarende system. DEXA ble brukt som referanse standard hvor tallene ble sammenlignet. Tallene viste at BIA gir valide tall (Ling, 2011).

2.1 Metodevalg

Denne oppgaven vil benytte seg av kvalitativ metode. En kvalitativ metode er hensiktsmessig når en skal se på fenomener en ikke kjenner så godt til og spesielt når de ikke er forsket mye på. Majoriteten av arbeidet omfatter det å tolke data fra andre studier for å forstå temaet bedre. «Kvalitativ forskning avdekker *hvorfor* noe skjer» (Johannessen, 2016, ss. 28-29). I denne sammenhengen gjør bruken av kvalitativ metode fremfor kvantitativ at oppgaven kan fokusere mer på beskrivelsen av tematikken, istedenfor å måle den. Det er fordelaktig for å besvare problemstillingen, fordi det krever høy fagkompetanse

rundt menneskets fysiologi før en kan gå rett på analyse av harde fakta. Vår generelle fagkompetanse er ikke tilstrekkelig for å kunne svare på problemstillingen uten å ha grundig forståelse for oppgavens tre faktorer innenfor fysiologiske endringer. Dette argumentet for kvalitativ metode er også gjeldende for temaet restitusjonstid. Når det gjelder restitusjon må oppgaven først belyse hva restitusjon er. Dette danner grunnlaget for nærmere analyse av hver enkelt faktors restitusjonstid.

Enda mer konkret vil oppgaven være en litteraturstudie. En litteraturstudie baserer seg på allerede eksisterende dokumenter (Johannessen, 2016, s. 105). Formålet med studien er å tolke funn fra andre studier for å svare på problemstillingen. Studiene er spesifikt valgt ut for å belyse flere faktorer med dybde innenfor lignende funn. Oppgaven vil hovedsakelig fokusere på tre primærkilder. En litteraturstudie vil derfor være passende for denne oppgaven grunnet at det ikke er gjennomførbart å selv samle tilstrekkelig og relevant statistikk om temaet på tiden som er tilgjengelig. En av ulempene med litteraturstudier er at dataen ikke alltid er vinklet mot problemstillingen. Likevel er det fordelaktig å benytte en større masse forsøkspersoner for å få frem mer nøyaktige svar, noe som hadde vært umulig å gjennomføre for oss. Derfor faller litteraturstudie naturlig som metode for å besvare denne problemstillingen.

2.2 Valg av kilder

Rapporten til Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) fra 2013, som heter “Historisk gjennomgang av studier utført av FFI på Krigsskolens stridskurs”, er en av de mest grundige rapportene på svært tunge militære øvelser. “Krigsskolen har to arenaer som anses å være essensielle for å oppnå offiserskompetanse, - stridskurs og fjellmarsj vinter (Krigsskolen, 2016). For å forstå hvorfor Forsvaret stiller krav til at kommende offiserer har bestått stridskurset, er det viktig å ha et bevisst forhold til stridskursets hensikt. I emnebeskrivelsen forklares hensikten for praksisen slik: “å gi kadettene mulighet til å løse oppdrag under svært krevende og stridslignende forhold der de må forsere mentale og fysiske barrierer” (Forsvaret, 2021). Øvelsen er en praksisarena som har blitt brukt siden 1967 for å simulere noen av de komplekse scenarier man kan utsettes for i strid. De fysiologiske konsekvensene av øvelsen er mange, og har blitt testet grundig gjennom en årrekke. Studien presenterer funn fra flere kull som har gjennomført stridskurset fra starten av 1970-tallet til rapportens utgivelsesdato i 2013. De mange testene som har blitt utført gir et meget godt grunnlag for funnene som avdekkes. FFI-rapporten er derfor første

primærkilde til oppgaven. Fordelene med å bruke en slik artikkel er først og fremst at den bruker relevant statistikk hentet fra målinger på kadettene, gjennomført av Krigsskolen. En annen fordel er at den er gjennomført i Norge og skrevet på norsk. En av flere temaer rapporten tar for seg er viktigheten av restitusjon etter en slik øvelse, og hvor lang tid det tar før man er tilbake i samme form. I rapporten blir det også henvist til flere anerkjente forfattere innenfor fysiologi og idrett. Hovedinntrykket etter gjennomlesing var at rapporten dekker mesteparten av det som er verdt å nevne for å besvare oppgavens problemstilling. Det ble derfor ikke nødvendig for oppgaven å etterspørre videre statistikk fra andre parter.

Opgaven støtter seg også til en studie gjort av Håvard Hamarsland på Den Norske Marinejegerkommandoen (MJK) sitt årlige opptak for aspirerende marinejegere. MJK er Forsvarets maritime spesialstyrke. De har som oppgave å løse sensitive og risikofylte operasjoner. Det å være en spesialjeger i MJK betyr at en har bestått et svært krevende opptak og gjennomført utdanning med kontinuerlige høye krav til individet. Å kunne kalle seg en marinejeger er en prestasjon (Forsvaret, 2022). Studien baserer seg på en periode av opptaket hvor aspirantene skal gjennom en helvetesuke. Denne ble anbefalt av veileder fordi den belyste et funn som rapportene etter Krigsskolens stridskurs ikke viste tall på, funnet omhandler muskelfunksjon. Studien er også svært omfattende og innehar lignende tester som ble gjort på stridskurset. Hamarslands rapport ble derfor én av tre hovedartikler som er studert i denne oppgaven.

En annen studie gjort i Finland over en 11-ukers utdanningsperiode gav indikasjoner på de samme trendene en ser i de to studiene presentert ovenfor. Forskjellen på dette studiet er at intensiteten på kurset er noe lavere enn på stridskurs og på marinejegeropptaket.

Artikkelen ble hentet fra PubMed som er en database for medisinske fagartikler. Denne er brukt for å gi mer dybde, på bakgrunn av at mange av de samme type testene ble gjort. Følgelig ga det muligheten til å sammenligne en større mengde av samme type statistikk som de to andre artiklene presenterer. I kontrast med de to foregående studiene er tallene fra denne studien mindre ekstreme, i den forstand at de fysiologiske endringene ikke er like store. For å opprettholde evne og vilje til å lære over en 11 ukers periode er det naturlig at intensiteten i et slikt kurs må senkes. Dette i forhold til hva læringsutbytte skal være. I praksis betyr det at aspirantene må få mer tilgang til både mat og søvn, for å fungere over tid. Den noe lavere intensiteten gjenspeiles i resultatene fra studien, og det blir derfor et

spørsmål for videre drøfting i oppgaven om disse 11 ukene faller under kategorien svært tung militær øvelse. Likevel er studien relevant for å belyse mestringsøvelser på et spekter. Det er ikke lik belastning på alle mestringsøvelser og dette er viktig å ha et bevisst forhold til. Dette er den siste primærkilden for oppgaven.

Til slutt ble teori på de fysiologiske faktorene hentet fra Store Medisinske Leksikon for å muliggjøre en drøfting rundt hormonene som påvirkes av tunge militære øvelser. Annen litteratur er hentet gjennom databaser som PubMed og Journals.lww via Google Scholar hvor det er funnet relevante fagartikler for å understøtte primærkildene eller forsterke teorien.

2.3 Kildekritikk

Oppgaven er en litteraturstudie, det betyr at dataen vi har tatt i bruk er hentet fra allerede eksisterende kilder. Kildekritikk er derfor viktig ettersom oppgaven vår er basert på kunnskap noen andre har samlet inn og konkludert med. For å evaluere kildene har vi brukt noen prinsipper for kildekritikk; relevans, gyldighet og holdbarhet (Dalland, 2017, ss. 72-77). Relevans handler først og fremst om at kildens innhold treffer oppgaven. Gyldighet og holdbarhet handler om hvor troverdig kilden er. Her er det viktig å spørre seg selv om hvem er forfatteren, hvorfor forfatteren skrev dette og lignende. De tre prinsippene har vært styrende ved valg av kilder og har på den måten bevisstgjort oss på kvaliteten til kilder.

For å gi oppgaven en solid kjerne valgte vi oss tre primærkilder, likevel kunne vi ikke belage oss på bare disse. Det gjorde at deler av teoridelen er hentet utenfor databaser som Pubmed eller Journals.lww. Spesielt når det kommer til restitusjon var det i større grad utfordrende å finne fagartikler med relevant stoff. Derfor var kildekritikk en viktig del av innsamlingen av kilder. Det ble nødvendig å undersøke hvem som hadde skrevet informasjonen og hvor de hadde hentet egne kilder.

2.4 Metodekritikk

Når det kommer til kritikk av metode er den største faktoren som har påvirket konklusjonene kildevalget. I letingen etter kilder med relevans til oppgaven kan det antas at vi har kun valgt kilder som taler i én retning. Det kan bety at vi ikke har fått et fullverdig

spekter når det kommer til påvirkning etter tunge militære øvelser. Resultat kan antas å ha blitt påvirket i noen grad av dette, ettersom studiene vi har valgt har en viss divergens i deres konklusjoner.

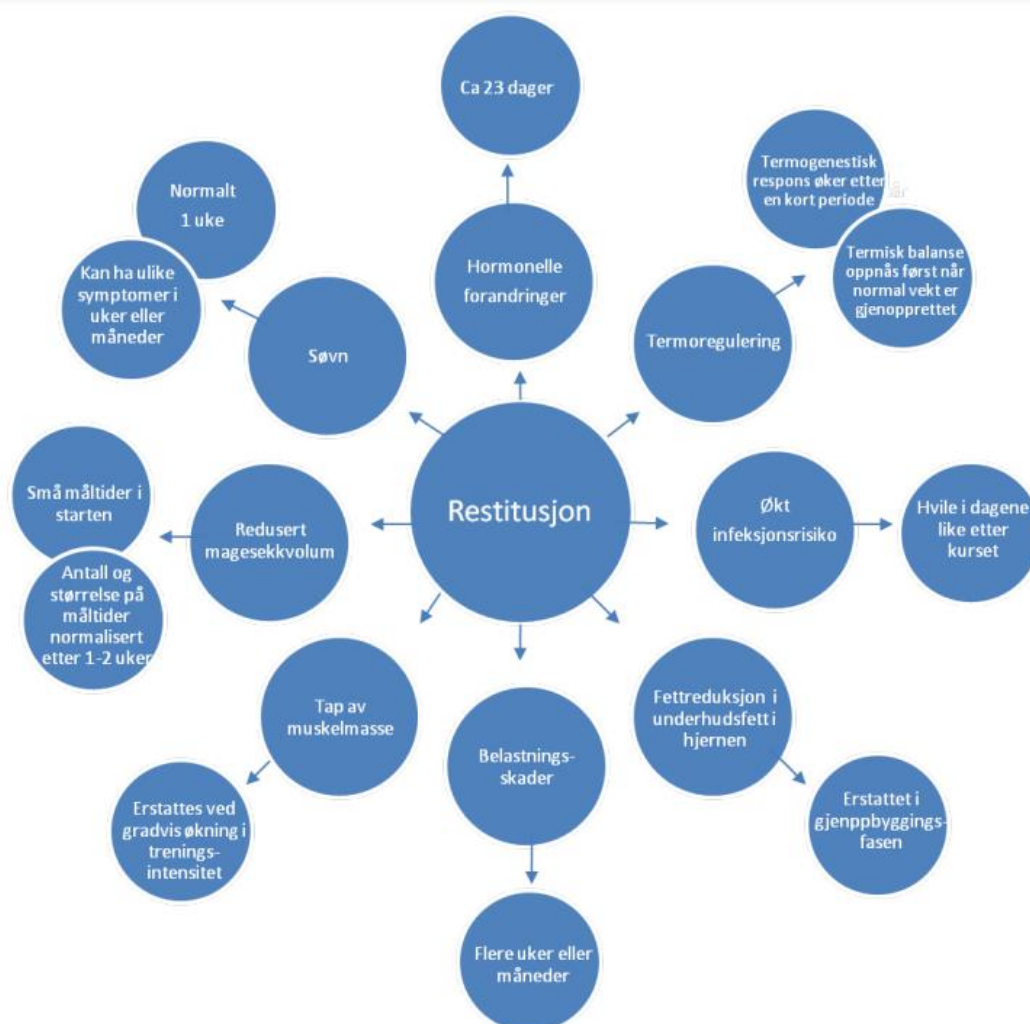
Videre er det også relevant å nevne at målingsverktøyet studiene har brukt for å måle kroppssammensetning heller ikke er et perfekt verktøy, studier viser at det tidvis gir unøyaktige tall. For eksempel, en studie gjort i 2021 viser at muskelmasse hos jenter hadde en tendens til å bli overvurdert. InBody er sannsynligvis ikke stabilt nok som et verktøy for å følge opp én enkeltperson. På den andre siden er den nøyaktig nok til en studie med et høyere antall forsøkspersoner slik som denne oppgaven (Larsen, 2021)

Avslutningsvis er det også relevant å nevne at motivasjonen og innsatsen hos deltakerne på disse øvelsene ikke er vurdert. Det kan ha en stor betydning på om de har klart å ta seg helt ut, som vil gjøre at det er en divergens innad i gruppene selv om de i utgangspunktet skal ha vært gjennom tilsvarende belastning.

3 Teori

3.1 Primærkildene

Ifølge FFI-rapporten, “Alle endringer i kroppen som følge av deltagelse på stridskurset ser ut til å være helt restituerte etter 2-3 måneder” (Teien, 2013, s. 3). Det er en stor variasjon i hvor lang tid de ulike endringene restitueres, og alle endringene er ikke like essensielle for å oppnå tilstrekkelig restitusjon. Rapporten presenterer en modell (Fig. 1) som viser en oversikt over de ulike faktorene som påvirkes, og tiden det tar for å oppnå full restitusjon. Figuren viser at kroppen bruker omtrent 23 dager på å komme tilbake til samme hormonbalanse. Når det gjelder kroppssammensetning vises det ikke til spesifikke tall, men at muskelmassen erstattes ved gradvis økning i intensitetsnivå, og fettreduksjon erstattes i gjenoppbyggingsfasen.



Figur 1 (Teien, 2013, s. 90)

Kjennetegnet for helvetesuken til marinejegerne er kontinuerlig høy aktivitet med kun 2-3 timer avbrudd til søvn per døgn. Totalt 15 (23 ± 4 år, 1.81 ± 0.06 m, 78 ± 7 kg) aspiranter gjennomførte denne helvetesuken og det ble gjort tester i forkant, etter og på dag 1, 3, 7 og 14 etter uken var over. Testene innebar kroppsanalyse ved hjelp av BIA, samt blodprøver for å måle hormoner, kreatinkinase og CRP (Hamarsland, 2018) (Fig. 2).

Variables	Baseline	Pre-Hell Week	0 h	24 h	72 h	1 wk
Testosterone (nmol·L ⁻¹)	13.4 ± 5.1	10.6 ± 3.5	3.1 ± 1.2 ^{a,b}	4.1 ± 2.0 ^{a,b}	7.3 ± 2.8 ^{a,b}	15.3 ± 6.0 ^a
Free testosterone	5.1 ± 2.0 ^a	3.3 ± 0.9 ^b	1.5 ± 1.6 ^{a,b}	1.2 ± 1.1 ^{a,b}	1.6 ± 0.5 ^{a,b}	4.7 ± 1.9 ^a
Sex hormone-binding globulin (nmol·L ⁻¹)	27.3 ± 8.0	32.7 ± 9.5	40.1 ± 12.3 ^{a,b}	40.1 ± 12.4 ^{a,b}	43.4 ± 12.2 ^{a,b}	33.3 ± 8.7 ^b
Cortisol (nmol·L ⁻¹)	493 ± 116	458 ± 87	1122 ± 260 ^{a,b}		714 ± 100 ^{a,b}	633 ± 89 ^{a,b}
Testosterone/cortisol (×100)	3.0 ± 1.6	2.4 ± 0.9	0.3 ± 0.1 ^{a,b}		1.0 ± 0.4 ^{a,b}	2.5 ± 1.1
IGF-1 (nmol·L ⁻¹)	39.0 ± 8.7 ^a	30.7 ± 8.1 ^b	14.6 ± 3.6 ^{a,b}		21.5 ± 3.5 ^{a,b}	32.6 ± 6.1
IGFBP3 (nmol·L ⁻¹)	115 ± 22 ^a	102 ± 13 ^b	63 ± 14 ^{a,b}	64 ± 14 ^{a,b}	82 ± 13 ^{a,b}	107 ± 17
T4 (pmol·L ⁻¹)	18.1 ± 2.4 ^a	16.4 ± 1.6 ^b	14.5 ± 2.4 ^{a,b}		16.8 ± 2.3 ^b	17.7 ± 2.2 ^a
T3 (pmol·L ⁻¹)	6.5 ± 0.3 ^a	6.0 ± 0.4 ^b	4.1 ± 0.7 ^{a,b}		5.5 ± 0.3 ^{a,b}	6.1 ± 0.6 ^b
TSH (mU·L ⁻¹)	1.5 ± 0.8	2.0 ± 1.1	1.9 ± 1.0		2.4 ± 1.4 ^b	3.0 ± 2.0 ^{a,b}
CK (U·L ⁻¹)	633 ± 437	324 ± 161	2210 ± 1359 ^{a,b}	1732 ± 954 ^a	414 ± 228	138 ± 71 ^b
CRP (mg·L ⁻¹)	1.6 ± 1.8	5.2 ± 7.8	23.1 ± 14.8 ^{a,b}	20.1 ± 13.3 ^{a,b}	7.7 ± 6.7	1.4 ± 0.6

Values are mean and standard deviation. Values that were likely to be affected by sampling at a later time of day at the 24 h time point have been removed.

^aSignificantly different from baseline.

^bSignificantly different from pre-hell week.

Figur 2: Tabellen ovenfor viser utgangspunktet og endringer etter helvetesuken i ulike hormoner (Hamarsland, 2018).

Den siste studien ble gjennomført på 52 finske aspirerende fallskjermjegere (18-21 år gamle) i starten av sin førstegangstjeneste. Det ble gjennomført testing fem ganger; uke 2, 4, 7, 9 og 11. Testene bestod av benpress, benkpress, 12 minutter løp, 1 minutt pushups og situps. I tillegg ble kroppssammensetning testet ved BIA og blodprøver ble tatt for å lage en hormonprofil. Under ser man tabellen med tallene fra testene som ble gjort, det som skiller seg ut i størst grad er tallene etter uke 8 (feltøvelsen) (Fig. 3).

	M1 (week 2), middle of basic training	M2 (week 4), end of basic training	M3 (week 7), middle of specialized training	M4 (week 9), after military field training	M5 (week 11), middle of basic training
Aerobic capacity (ml 12-min running test)	3,219 ± 142		3,146 ± 163†		3,226 ± 190‡
Muscular endurance (repetitions per minute)					
Sit-ups	54 ± 6		55 ± 7†		56 ± 7†
Push-ups	52 ± 11		61 ± 13†		60 ± 13†
Maximal power (cm)					
Standing long jump	248 ± 13		241 ± 13†		242 ± 13†
Maximal strength (N)					
Bench press	1,090 ± 210	1,090 ± 230	1,060 ± 230	1,020 ± 230	1,080 ± 230
Leg extension	4,350 ± 1,290	4,660 ± 1,500	4,520 ± 1,350	4,370 ± 1,500§	4,600 ± 1,640
Body composition (kg)					
Body mass	74.7 ± 8.7	74.7 ± 8.5	74.9 ± 8.3	73.3 ± 7.8§	74.2 ± 7.7
Hormonal profiles (nmol·L ⁻¹)					
TES	13.0 ± 3.1	12.7 ± 3.7	13.2 ± 4.5	7.0 ± 5.2§	12.7 ± 4.7
COR	514.7 ± 108.3	468.8 ± 139.5	471.1 ± 95.4	491.2 ± 113.2	537.6 ± 141.5
IGF-1	32.3 ± 9.7	31.4 ± 8.0	32.2 ± 7.8	23.1 ± 7.6§	32.2 ± 8.8
SHBG	34.8 ± 9.7	33.5 ± 7.9	36.7 ± 9.7	43.4 ± 12.1§	34.8 ± 10.4

Figur 3: Tabellen over viser de målingene som ble gjort under de 11-ukene med trening for fallskjermjegerne. Spesielt tallene etter uke 8 (feltøvelsen) skiller seg ut (Vaara, 2015)

3.2 Restitusjon

Restitusjon omhandler en prosess for å gjenopprette normale tilstander. “Innen idretten kan restitusjon defineres som gjenopprettelse av de fysiologiske forstyrrelser som er forårsaket av trening og konkurranser” (Virus, 1996). I denne sammenhengen må derfor restitusjon forstås i forhold til kroppens målinger og den generelle tilstanden før mestringsøvelsen startet. Målingene før en mestringsøvelse er derfor det utgangspunktet man ønsker å få kroppen tilbake til så fort som mulig. For de ulike studiene denne oppgaven vil benytte seg av er det gjort analyser av svært tunge militære øvelser hvor man bryter ned kroppen på mange områder. Spesielt med tanke på kroppssammensetning, hormonelle forandringer og muskelfunksjon vil det beskrives en tilstand langt vekk fra kroppens normale verdier.

Restitusjon som nevnt i problemstillingen vil bety en tilstand hvor kroppssammensetning, hormonelle forhold og muskelfunksjon er tilbake igjen til normal tilstand, altså målingene før den militære øvelsen starter. Jo større divergensen er på disse tre faktorene, jo lengre tid vil det ta å restituere. I tilfeller hvor det har foregått en ekstrem nedbryting av kroppen, er det viktig at man er tålmodig med restitusjonsprosessen. Etter en hard treningsøkt kan restitusjonstiden være så lite som 24 timer hvis man spiser riktig, gir kroppen hvile og får en god natts søvn (Garthe, 2022). En så kort restitusjonstid er ikke realistisk etter mestringsøvelser.

3.2.1 Passiv og aktiv restitusjon

Det vil også være spennende å se på hvilke tiltak som er mulig å benytte for å senke restitusjonstiden. For å gjøre dette finnes det to former for restitusjon, passiv og aktiv. Aktiv restitusjon er et tiltak en kan benytte for å fremme restitusjonsprosessen i kroppen for å gjøre den kortere eller mer effektiv ved hjelp av bevegelse. Når en benytter seg av aktiv restitusjon betyr det å holde seg fysisk aktiv mens en restituerer, ved å bevege kroppen med lav intensitet. Eksempler på dette kan være å jogge ned etter en løpeøkt, eller gå seg en tur istedenfor å trene en dag. Passiv restitusjon derimot, krever ingen bevegelse i det hele tatt. Eksempler på dette kan være å få nok søvn. Søvn baserer seg i noen grad på individuelle faktorer, men 8-10 timer er hensiktsmessig når man har vært gjennom stor belastning i de fleste tilfeller (Tangen, 2017). Skillet mellom de to restitusjonsformene gjelder ikke bare for tiden etter treningen. Underveis i en intervalløkt kan man for eksempel velge å holde seg i ro i pausene (passiv), eller gå i et lavt tempo (aktiv). Andre eksempler på passiv restitusjon kan være å benytte seg av badstue, massasje eller andre hjelpemidler hvor man ikke selv er i bevegelse. Teori og forskning på restitusjon har vist at den soleklare vinneren for å senke restitusjonstiden er aktiv restitusjon (PhysioCentral, 2022). Noen av de fysiologiske effektene av aktiv restitusjon som trekkes frem er at økt blodgjennomstrømning hjelper med å redusere inflammasjon. Vevene i kroppen vil også få mer oksygen, som gjør at kroppen kjennes bedre ut og minsker følelsen av utmattelse. En annen faktor er at man ikke bygger opp like mye melkesyre i vevene ved aktiv restitusjon, som betyr at du minimerer stølhets og stivhet i muskler og ledd (PhysioCentral, 2022).

3.2.2 Søvn

De største behovene en trenger etter en svært tung mestringsøvelse er basisbehovene søvn, mat og vann. Søvn tar opp omtrent en tredjedel av livet vårt og er nødvendig for å overleve. Det har også en rekke fordeler når man får tilstrekkelige mengder, samtidig som en rekke ulemper om man får for lite. Hovedoppgaven til søvn er å gjenopprette kroppens energinivå. Forskning er tydelige på at en som er mer aktiv, enten fysisk eller psykisk er nødt til å sove mer (Wilkins, 2010). Søvn er delt opp i non-REM søvn og REM søvn. REM står for Rapid Eye Movement og er et stadiet i søvnen hvor øynene beveger seg hurtigere. Hjernen er mer aktiv i dette stadiet og drømmer er mer intense. Dette stadiet er i stor grad forbundet med læring ettersom REM stimulerer delene av hjernen hvor læring finner sted.

Den andre delen av søvn, non-REM søvn, er forbundet med restitusjon. “During the deep stages of NREM sleep, the body repairs and regrows tissues, builds bone and muscle, and strengthens the immune system” (Felson, 2020). Non-REM søvn er delt opp i tre faser. En går gjennom disse tre fasene for å komme inn i REM søvn. De tar mellom 5 og 25 minutter hver, slik at det er ikke uvanlig å oppnå REM søvn før etter 90 minutter (Felson, 2020). Søvn er ett av flere basisbehov som er helt nødvendig å dekke etter en tung militær øvelse.

3.2.3 Mat

Det neste basisbehovet er mat. Det er helt essensielt for å leve, og ikke minst ta vare på seg selv. Det en spiser reflekterer både positivt og negativt på kroppen. Et variert og næringsrikt kosthold vil kunne forebygge sykdommer som hjerte og karsykdommer, beinskjørhet, ulike typer kreft og lignende. Det vil også gi kroppen den næringen den trenger for å restituere seg etter perioder hvor en har vært syk, trent mye eller for eksempel vært gjennom en tyngre militærøvelse (Helsedirektoratet., 2014). En studie gjort på viktigheten av ernæring hos personer som har vært alvorlig syke, viser en sterk korrelasjon til viktigheten av riktig ernæring og effektiv restitusjon. “Consuming adequate caloric intake in the recovery phase of critical illness is essential for rehabilitation” (Nienow, 2021). Å spise nok mat for å gi kroppen nødvendige ressurser til å restituere seg selv er definitivt førsteprioritet. En annen viktig prioritering er å spise variert for å dekke opp kroppens mange behov. Maten må først og fremst inneholde makronæringsstoffer, altså protein, karbohydrat og fett som et minimum. Studier viser også at det å dekke mikronæringsstoffene vil gi bedre ytelse for eksempel innenfor idrett (Beck, 2015). Poengene med å dekke alle behovene er for at kroppen skal kunne fungere som den skal og følgelig restituere fortere. Et frafall av næring vil gjøre at kroppen ikke kan fokusere i like stor grad på å restituere.

3.2.4 Hydrering

Hydrering er en viktig faktor innenfor næring og restitusjon. Væske har en rekke oppgaver i kroppen, fra å frakte vitaminer rundt i kroppen til å holde kroppstemperaturen stabil. Tilstrekkelig væske er en betydelig bidragsyter når det kommer til kroppens funksjoner, derfor er det nødvendig å ha et bevisst forhold til hvor mye en drikker. En studie gjennomført i 2021 viser at det ikke nødvendigvis er nok å kun drikke når en er tørst (Judge, 2021). Det er en korrelasjon mellom det å kun drikke når en er tørst og

dehydrering, spesielt i varmt klima og under lengre treningsøkter. En må være bevisst inntaket av væske for å kunne dekke opp hele kroppens behov.

3.3 Hormonelle forandringer

Hormoner er kjemiske substanser som har i oppgave å utløse bestemte fysiologiske responser (Hauge & Berg, 2020). Oppgavene til hormoner er mange, fra å regulere væske- og elektrolyttbalanse til å være viktig for menneskets tilpasning til stress og påkjenninger. I studien gjort av Hamarsland ble det målt hormonell profil på bakgrunn av tidligere studier. De viser en rekke hormoner med endring ved kontakt med militær trening. "... military training has been demonstrated to increase circulating levels of cortisol and aldosterone and to decrease circulating levels of prolactin, testosterone, and insulin-like growth factor 1 (IGF-1)" (Gomez-Merino, 2003). Kortisol, aldosteron, prolaktin, testosteron og IGF-1 er altså forventet å få forandrede verdier i møte med krevende militær trening. Det er relevant å vite noen hovedkarakteristika om noen utvalgte hormoner som er blitt målt i flere av studiene denne oppgaven vil ta for seg:

3.3.1 Kortisol

Kortisol, eller "stresshormonet", er et av kroppens viktigste hormoner. Hormonet sin hensikt er å bryte ned karbohydrater og derav øke blodsukkeret. Samtidig har det andre oppgaver som å hemme bruken av glukose i perifere vev og gir økt nedbryting av fett i fettceller. Kortisol følger en døgnrytme hvor nivået i kroppen synker i løpet av dagen og øker om natten. Grunnen til at det kalles for "stresshormonet" er dets rolle når kroppen opplever stressreaksjoner. Den får kroppen inn i et "fight-or-flight"-modus. Rent fysiologisk betyr det at kroppen skiller ut hormoner i kroppen, blant annet kortisol. Responser til kroppen er at den får energi til musklene og det gjør at kroppen håndterer stresset bedre. Likevel er det ikke slik at det er sunt å ha et høyt nivå av kortisol over lengre tid. Ved høyt kortisolnivå over lengre tid vil kroppen være under kronisk stress. Det kan øke risikoen for sykdommer (Berg & Otterholt, 2020).

Teien kommenterer i FFI-rapporten at et fellestrekk for kroppens hormoner er at nivået faller på dagtid og øker på nattetid. "Det gjelder spesielt for hormonet kortisol. Døgnrytmen til kortisol er vist å være helt utslettet etter stridskurset" (Opstad, 1987, ss. 83-109). Det betyr at det har skjedd en forstyrrelse i døgnrytmen til kadettene. Konklusjonen

fra rapporten sier at økningen av kortisol er en direkte konsekvens av lite søvn, og øker uten en form for konsekvent rytme. Målingene som ble gjennomført av Hamarsland viste også en økning av kortisol. Hormonet hadde en økning på $154\% \pm 75\%$ og dette nivået var fortsatt høyt i etterkant av øvelsen. Fra studie til Vaara viste målingene også en økning av kortisol etter uke 8, som var feltøvelsen. Men de hormonelle forandringene er betraktelig mindre enn de som presenteres av Teien og Hamarsland. De mest relevante målingene er fra uke 7 til uke 9, før og etter feltøvelsen, hvor det var en økning av kortisol på omtrent 4,3%. Noe som er interessant ved målingene er at kortisol verdien hos de finske fallskjermjegerne i uke 2 var 514.7 ± 108 nmol/L, mens den i uke 9 viste 491.2 ± 113.2 nmol/L. Dette er en total nedgang på 4,8% fra uke 2 til uke 9. De største likhetstrekkene er derfor å finne mellom kadettene fra Krigsskolen og MJK aspirantene.

Verken Hamarsland eller Teien presenterer et spesifikt tidsestimat på når kortisolnivået var tilbake. Men sistnevnte kommenterer at de biologiske døgnrytmene i kadettens kropp viste seg å være tilnærmet likt normalt nivå etter 4-5 dager med restitusjon. I denne sammenhengen er det viktig å ikke forveksle biologiske døgnrytmer med hormonenes nivå, fordi det er ingenting i FFI-rapporten som indikerer at kortisolnivået var tilbake etter 4-5 dager. Hamarslands målinger viser også at kortisol nivået fortsatt var $43\% \pm 35\%$ mer enn normalt etter en uke med restitusjon. Kortisol viser seg dermed å være det eneste hormonet som ikke hadde returnert til normale verdier etter en uke, ifølge Hamarsland. I Vaara sin studie er det ikke en like markant økning av kortisol i uke 9. Men funnet som er verdt å nevne i videre drøfting er at uke 11 viser det høyeste nivået av kortisol hos de finske aspirantene. Verdien i denne uken viser $537,6 \pm 141,5$ nmol/L, som er 9,5% høyere enn uke 9.

3.3.2 Aldosteron og prolaktin

Aldosteron er et hormon som fungerer i nyrene. Oppgaven til hormonet er å holde natrium i kroppen. Det resulterer i at kroppen holder på vann. Samtidig øker hormonet også utskillelsen av magnesium, kalium og hydrogen. Hormonet produseres kontinuerlig i kroppen gjennom døgnet. En vanlig produksjon er 0.2 milligram per døgn hos voksne mennesker (Halse, 2020). Til tross for at det ikke vises til spesifikke målinger av aldosteronnivå i noen av studiene, kommenterer både Teien og Hamarsland at det skjer en forandring etter øvelsen. I likhet med kortisol, ser man en økning i aldosteron. Prolaktin er et proteinhormon, hormonet sin største oppgave er å stimulere vekst og de

melkeproduserende kjertlene. Dette hormonet sin utskillelse er tett knyttet opp mot dopaminnivået i hypothalamus. Når det er nedgang i dopaminet, vil et resultat være større sekresjon av prolaktin. I likhet med aldosteron er dette et hormon som det ikke fremvises talldata på. Men forskning viser at under stressende situasjoner vil dette stoffet utskille seg i kroppen på bakgrunn av faktorer som dopaminnivået (Halse & Berg, Prolaktin, 2018)

3.3.3 Testosteron

Testosteron er det viktigste hormonet for menn og er et av flere androgene hormoner (hormoner som fremmer mannlig utvikling). Det dannes i cellene i testiklene gjennom tilførsel av kolesterol. Hormonet øker skjelettmuskulaturen, det er derfor den største grunnen til at menn har mer muskler enn kvinner. Andre effekter en ser ved nedgang av testosteron er bortfall av libido, potens, muskelstyrke, aggressiv oppførsel og proteinsyntese (Teien, 2013). En annen faktor knyttet til testosteron er ratioen mellom testosteron og kortisol. "Since testosterone shows anabolic effects and cortisol promotes catabolic effects, the testosterone/cortisol ratio has been considered as a marker of overreaching and overtraining syndromes" (Marinho, 2016). Det er derfor en målbar verdi å følge i etterkant av militære øvelser. FFI-rapporten presenterer hva Per-Kristian Opstad, tidligere forsker ved FFI, har funnet ut etter sine målinger av hormonbalansen hos kadettene før, under og etter stridskurset. En av de merkbare forskjellene var at testosteronnivået var redusert med cirka 90 prosent. Testosteron viste seg å være restituert til normaltstand 23 dager etter stridskurset. Hamarsland kommenterer samme funn i sin studie og viser til en kraftig nedgang av testosteron på $70\% \pm 12\%$. Hos de finske aspirantene vises det også til en nedgang i testosteron. Denne reduksjonen er noe lavere enn de to andre studiene, og ligger på omtrent 40%. Uten at Teien stadfester spesifikt når hormonnivået er tilbake viser tallene at det tar maksimum 23 dager. For MJK aspirantene var nivået tilbake til normalen etter 1 uke. Vaaras studie viser at de finske aspirantene gikk fra 13.2 ± 4.5 nmol/L i uke 7, til 7 ± 5 i uke 9, og var tilbake til normale verdier i uke 11 med 12.7 ± 4.7 nmol/L.

3.3.4 Insulinliknende vekstfaktorer

Insulinliknende vekstfaktorer, ofte forkortet til IGF-1, er små proteiner som dannes i leveren. Dette forekommer ved at veksthormon påvirker leveren. Primæroppgaven til IGF-1 er å stimulere cellevekst; spesielt i bloddannende celler og vev. En kan måle IGF-1 for å

se etter fortyrrelser i sekresjonen av veksthormoner fra hypofysen (Berg, Insulinliknende Vekstfaktorer, 2018). I Vaaras studie på de finske aspirantene vises det til en nedgang i IGF-1 på omtrent 30%. Bakgrunnen for denne nedgangen forklares med høy grad av intensitet, lite mat og søvn (Vaara, 2015). I likhet med Vaaras studie viser Hamarsland også til en negativ utvikling av IGF-1 hos MJK aspirantene med en enda større reduksjon, over 50% tap. Bakgrunnen for dette er tett korrelert opp imot den fysiske belastningen, mangel på søvn og lavt kaloriinntak skriver Hamarsland (Hamarsland, 2018). Til tross for at det ikke fremkommer spesifikke tall på reduksjon i IGF-1 kommenterer Teien i sin rapport at veksthormon i likhet med testosteron påvirkes i stor grad av søvn (Aakvaag, 1983).

3.3.5 Adrenalin

Adrenalin er et hormon som skilles ut i blodet basert på impulser fra det sympatiske nervesystemet. Effekten av hormonet er at hjertet pumper fortere, stoffskiftet og blodsukkeret øker og det gjør enkelt forklart kroppen klar til å takle en utfordring. Det kalles av denne grunn for et “katastrofehormon”, fordi kroppen går inn i en slik modus. Hormonet, sammen med noradrenalin og dopamin, faller inn under kategorien katekolaminer. Fellestrekket for katekolaminer er at de lar seg påvirke av stress. Stressende situasjoner vil utløse adrenalin i blodet (Halse, Adrenalin, 2021). Det er derfor naturlig at dette er et hormon som øker under svært tunge militære øvelser. Teien bekrefter at det er økt adrenalinproduksjon under stridskurset. Forskning på stridskurset fra 70-tallet, gjennomført av Lindemann, påviste en økning av adrenalin på omtrent 300 prosent under stridskurset. Per Opstad, tidligere forsker ved FFI, konkluderer med at denne økningen ikke skyldes mangel på søvn. Studiene til Hamarsland og Vaara nevner ikke hormonet adrenalin.

3.3.6 Kreatinkinase

I Hamarsland sin studie ble det også gjort målinger av kreatinkinase. Kreatinkinase er et enzym lokalisert i muskelvevet. Rollen til enzymet er å spalte kreatinfosfat, som fungerer for musklene som en energireserve. Kreatinkinase kan normalt bare finnes i blodet i små konsentrasjoner. Likevel kan det øke ved for eksempel muskelskader (Kierulf, 2021). Kreatinkinase ble ikke undersøkt i studiene til Teien og Vaara. Det var en 700% økning av kreatinkinase ved første test etter helvetesuken (Hamarsland, 2018).

3.3.7 C-reaktivt protein

C-reaktivt protein (CRP) er et protein som produseres i leveren når kroppen får en betennelse, og kan enkelt måles ved blodprøve. Det gjøres ofte for å se etter betennelsesreaksjoner i kroppen. Det kan være mange grunner til at CRP nivået øker, alt fra betennelser i sår, kutt, infeksjoner og lignende. Når målingen overgår 5 mg/L er det sannsynlig å anta at kroppen har fått en betennelse (Husøy, 2020). Et funn i rapporten til Teien var en 10 ganger økning av CRP nivået hos kadetter i løpet av stridskurs (Teien, 2013). Hamarsland gjorde et lignende funn der CRP resultatene var høye, spesielt hos 4 av deltakerne var det veldig høyt. Tallene viser mer enn ti ganger økning fra referansemålingene før øvelsen (Hamarsland, 2018). CRP ble ikke målt i studien til Vaara.

3.4 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning handler om hva kroppen er satt sammen av. En kan se på det som todelt, fettmasse og fettfri-masse. Fettfri-masse kan være organer, muskler bein og annet som ikke er fett. Fettmasse tar for seg de essensielle og ikke-essensielle typer fett (MacPherson, 2021). Innenfor kroppssammensetning vil denne oppgaven kun ta for seg fettmasse og muskelmasse. Det er derfor nødvendig å forstå bedre hva fett- og muskelmasse er og innebærer for kroppen, før en ser på hvilke forandringer en vil oppleve under svært tunge militære øvelser. Først og fremst, fett tjener en viktig rolle for kroppen og er avgjørende for at kroppen skal fungere. Ved ekstremt lav fettprosent vil det påvirke nærmest alle organene i kroppen og en kan i ytterste konsekvens dø som en følge av dette. Samtidig skal en ikke ha for høy fettprosent fordi det øker risikoen for en rekke sykdommer. Likevel er fett en helt essensiell del av kroppen. Fett har flere viktige oppgaver som å beskytte indre organer, frakte fettløselige vitaminer og ikke minst fungere som et energilager. Protein og karbohydrater inneholder 4 kalorier per gram, og fett inneholder mer enn det dobbelte med 9 kalorier per gram. Dette betyr at overskudd av fett vil legge seg på kroppen. Ved stort inntak vil derfor fettprosenten øke og i små mengder vil fettprosenten synke. Noe som er viktig å poengtere er at fysisk aktivitet og underskudd av fett eller annet kaloriinntak gjør at fettlagrene man allerede har på kroppen vil omgjøres til energi. Dette er en overlevelsesmekanisme mennesker har fra tiden en potensielt måtte gå uten mat over lengre perioder (Woods, 2016). Kaloriunderskudd over lengre tid forårsaker ikke bare at kroppen mister fett, men også muskelmasse.

3.4.1 Muskler

Musklene i kroppen har som hovedoppgave å skape bevegelse, og danner derfor utgangspunktet i alt en kan gjøre med kroppen vår og hvor stor kraft en er i stand til å utvikle. Den totale mengden kroppen har av muskler beskrives som muskelmasse, og er én av flere deler av kroppen som kan måles ganske nøyaktig i en InBody scan. “Til sammen utgjør musklene cirka 40 % av kroppens vekt, men det finnes store, individuelle forskjeller. Kjønn, treningstilstand, arv og mengde kroppsfett er blant de faktorene som utgjør en forskjell” (Smith, 2009). I teorien vil derfor en person som eksempelvis veier 90 kg ha en muskelmasse som utgjør 36 kg av den vekten. Men selv om en kan hente ut nøyaktige målinger på den totale muskelmassen, er det viktig å forstå musklene i kroppen som mer enn bare vekt og størrelse. Hver muskel har et fysiologisk tverrsnitt, den måles vinkelrett på muskelfibrenes lengdeakse. Større muskler har større kapasitet og kan derfor yte mer. Ergo jo større fysiologisk tverrsnitt, jo større yteevne har muskelen. Det finnes tre typer muskulatur; skjelettmuskulatur, glatt muskulatur og hjertemuskulatur (Sand, 2014, s. 324). Disse tre har forskjellige formål, og den typen som er mest relevant for oppgaven er skjelettmuskulaturen. Det som skiller denne typen fra glatt muskulatur og hjertemuskulatur er at den er underlagt viljemessig kontroll. Glatt muskulatur deles inn i to typer, visceral og multienhet. Førstnevnte er den vanligste formen for glatt muskulatur. Til tross for at glatt muskulatur kun utgjør 3% av total kroppsvekt, er den kritisk for at mange av kroppens organer skal fungere (Sand, 2014, s. 351). I motsetning til skjelettmuskulatur er ikke glatt muskulatur viljestyrt, hvilket betyr at det er skjelettmuskulaturen som i all hovedsak sørger for at en kan bevege kroppen slik en vil.

3.4.2 Muskel tretthet

“Intens eller langvarig muskelbruk fører til muskeltretthet, som betyr at musklens maksimale kontraksjonskraft reduseres” (Sand, 2014, s. 345). I møte med harde fysiske oppgaver er det naturlig at musklens maksimale yteevne reduseres. Underveis i en styrketreningsøkt eller en lang arbeidsdag med mye fysisk arbeid er det derfor ikke uvanlig at man kan oppleve tendenser til muskeltretthet. Noe som er verdt å nevne om muskeltretthet er at det også kan være psykiske årsaker bak, simpelthen fordi det er vanskelig å opprettholde god motivasjon over tid med tungt fysisk arbeid (RM, 1995). Det kan i teorien virke som et uunngåelig problem hvis man er fysisk aktiv over en lengre

periode, men det er ikke faktum. “Muskeltrøtthet har sammenheng med at næringsstoffene musklene bruker blir oppbrukt og spaltet” (Malt, 2020). For at en kan bruke kroppen slik en ønsker må musklene hente energi fra et sted. De tre hovednæringsstoffene som gir kroppen energi er fett, karbohydrater og proteiner. Maten en spiser må derfor inneholde disse tre for at næringen kan omdannes til energi i kroppen. Slik Malt presenterer det, har muskeltrøtthet en sammenheng med disse tre næringsstoffene. Tungt arbeid over lengre tid uten inntak av mat vil derfor naturligvis føre til muskeltrøtthet. Det er først og fremst glykogenlagrene i kroppen som forbrukes først, men når dette er oppbrukt må kroppen hente energi fra kroppens fettlagre og proteinlagre. “Det tar forholdsvis lang tid å fylle opp tømte glykogenlagre i musklene, og dette krever tilførsel av karbohydrater gjennom maten” (Sand, 2014, s. 344). Dersom denne tilførselen er fattig på karbohydrater kan det ta en uke før glykogenlagrene er fulle igjen, men de kan også bli fulle igjen i løpet av et døgn hvis tilførselen er god. Protein er næringsstoffet som bygger muskler, og når man ikke får dette tilført vil musklene heller ikke bygges. Hvis energibehovet ikke dekkes, vil kroppen bruke protein som energikilde, samt fett og karbohydrater. Konsekvensen av dette er at musklene svekkes (Kvam, 2019). Når man forbruker mer energi enn man får tilført, må underskuddet fylles opp fra kroppens reservelager, som kalles for katabol tilstand. Det er en tilstand der musklene ikke har ytterligere tilgang på energi, og det foregår en nedbryting av energilagrene som er større enn oppbyggingen (Teien, 2013, s. 24). Denne nedbrytingen gjør at man taper muskler. Dette er et naturlig fenomen under mestringsøvelser, fordi kroppen skal gjennomføre tyngre aktiviteter uten tilstrekkelig tilførsel av næringsrik mat som gir energi.

3.4.3 Muskelmasse

FFI-rapporten kommenterer hvilken konsekvens stridskurset hadde for tap av muskelmasse hos kadettene. Metoden som ble brukt av Krigsskolen for å se målingene på kadettene kroppssammensetning før og etter stridskurset var BIA. Målingene viste nøyaktige tall på flere fysiologiske faktorer, der total muskelmasse var én av dem. Blant funnene fra FFIs analyse av BIA-målingene var det “påvist tap av muskelmasse på ca. 6 prosent” (Teien, 2013, s. 3). På en kropp som veier 90 kg vil et slik prosentvis tap av muskelmasse tilsvare 5,4 kg, dette er en betydelig mengde og et klart tegn på at en nedbrytning av kroppens skjelettmuskulatur har funnet sted. Det forteller også at musklene har arbeidet utover den hvilen og næringstilførselen de vanligvis trenger for å enten vokse eller opprettholde vanlig masse. For å se nærmere på hvordan gjenoppbyggingen foregår er det viktig å ha forståelse

for nettopp hva som har skjedd med muskulaturen på en slik øvelse. Begrepet *overtrening* er ett av nøkkelordene i den sammenhengen. “Overbelastning og overtrening oppstår når balansen mellom treningsbelastningen og tid til restitusjon blir ugunstig” (NHI, 2021). Ugunstig balanse kan i denne konteksten forstås som en skjevfordeling av aktivitet og hvile, der det er større mengde fysisk aktivitet enn tilstrekkelig tid til hvile. På grunn av stridskursets art, og andre tilsvarende mestringsøvelser, er det derfor forståelig hvorfor en både mister muskelmasse, og opplever det som kalles for overtrening i idrettsmiljøer. Ifølge lege Roald Bahr er overtreningen en tilstand som senker funksjonsevnen i lang tid. Metoden for behandling av overtrening er hvile og restitusjon. Denne prosessen kan ta fra uker til flere måneder (R. Bahr, 1993). Det er et skille mellom akutt og kronisk overtrening. Ved akutt overtrening kan kroppen raskt komme tilbake til samme form kun etter et par dager med hvile. Kronisk overtrening derimot, krever mer tid og man vil ikke være tilbake til samme form til tross for flere dager med god hvile.

3.4.4 Frie oksygen radikaler

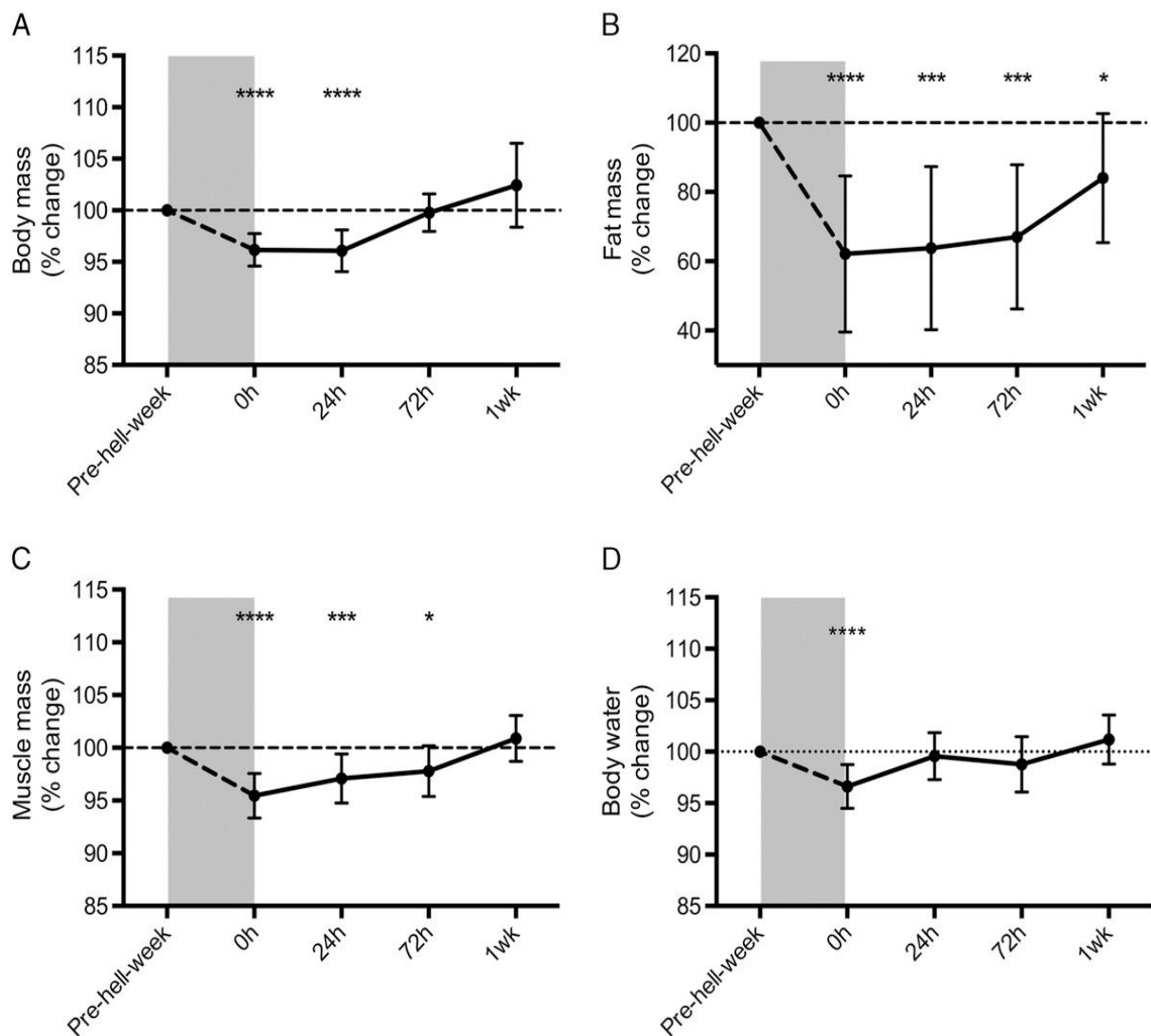
Nivået av frie oksygen radikaler, også kjent som reactive oxygen species (ROS), er én av flere målinger som presenteres fra FFIs rapport. Kroppen trenger oksygen for å fungere, men Kristine Jones presenterer i sin fagartikkel *Oksygen - venn eller fiende?* at oksygen også gir “opphav til ROS som er potensielt skadelige for organismen” (Jones, 2010). Etter gjennomført stridskurs presenterer Teien at målingene viste en nedgang i ROS i de hvite blodcellene til deltakerne, på grunn av lekkasje ut av cellene. Dersom ROS potensielt er skadelig, kan en nedgang oppfattes som en positiv fysiologisk konsekvens av stridskurs, men det er ikke nødvendigvis riktig. Når denne nedgangen er utilsiktet, kan den starte “betennelsesreaksjon i det omkringliggende vevet” (Teien, 2013, s. 30). Derfor kan en nedgang av ROS under stridskurset lede til andre negative konsekvenser slik som muskelutmattelse. Målingene fra rapporten viste at kadettene kun trengte 3 dager med hvile før konsentrasjonen av ROS i kroppen var tilbake til normalt nivå.

3.4.5 Fett

Kroppens fettlager er som nevnt en av de viktigste kildene til energi. Når kroppen er i aktivitet forbruker den først og fremst av karbohydratlagrene. Sammenlignet med kroppens fettlager tar det kort tid før karbohydratlageret er tomt. Dersom det ikke blir tilført karbohydrater vil kroppen forbruke energi fra fettlageret istedenfor karbohydratlageret.

Lavt og høyt intensitetsnivå har noe å si for hvor lang tid dette fettlageret varer. Ved lav aktivitet kan fettlageret dekke behovet for 50 dager, og ved høy aktivitet mellom 10 og 20 dager (Teien, 2013, s. 24). På grunn av mangel på mat og/eller hardt fysisk arbeid, øker fettforbrenningen under stridskurset. Av det totale tapet av kroppsvekt etter stridskurset består rundt 75% av redusert kroppsfett. Dette er en konsekvens av hard fysisk aktivitet med høy intensitet over lengre tid, kombinert med lite mat og hvile.

I studien til Hamarsland på marinejegeropptaket viser han til et fall av kroppsmasse på $6.6\% \pm 1.9\%$. Det kommer av en nedgang i både muskelmasse, fettmasse, samt den totale vannmengden i kroppen. Slik det er illustrert i grafen under (Fig. 4) er det en nedgang i “fat mass by 2.1 ± 1.7 kg ($37\% \pm 23\%$) and muscle mass by 1.9 ± 0.9 kg ($4.5\% \pm 2.1\%$)” (Hamarsland, 2018). Funnene som er interessante å ta med seg er at de aspirantene med lavere fettprosent hadde et større forbruk av muskelmasse. Resultatet av en ukes restitusjon viser at aspirantene var tilbake på normalverdier når det kommer til kroppssammensetning, men at fettprosent fortsatt viste seg å være 16% lavere enn det den initialt var (Hamarsland, 2018).



Figur 4: Tallene ovenfor viser målingene fra de ulike tidspunktene etter gjennomført helvetesuke. En kan se at muskelmasse har nådd normalverdier etter en uke, men fettmassen er fortsatt mindre enn tidligere (Hamarsland, 2018).

I den lignende studien på finske fallskjermjegere på viser det betydelig mindre forandring. Kun etter uke 8 (feltøvelsen) er det en forandring på over 1 kg. Tallene som på alle andre målinger har vist over 74 kg, viste denne uken 73 kg. Dette er å forvente etter en feltøvelse med mer aktivitet, feltrasjoner og mindre søvn. Kroppssammensetningen er ikke delt opp mellom fett, kroppsvekt og eventuelle tap av vann. Tallene er også tilbake til normalverdier til nesten måling hvor aspirantene hadde gått opp igjen den kiloen en kunne se var borte etter feltøvelsen (Vaara, 2015). Væsketap er sannsynligvis en betydelig faktor for nedgangen på kun 1 kg. I en tilsvarende studie gjort på australske spesialjegere var det

vist etter en helvetesuke nedgang på 9.45% i kroppsvekt. Det vil si omtrent 7 kg nedgang. Øvelsen varte i 5 dager. Likevel var tallene nærmest tilbake etter 72 timer etter øvelsen. Målingene på 72 timer viste i underkant av 1% nedgang i kroppsvekt (Gunga, 1996). Store deler av dette kan ha en sammenheng med væsketap ettersom det såpass hurtig returnerte til normale verdier.

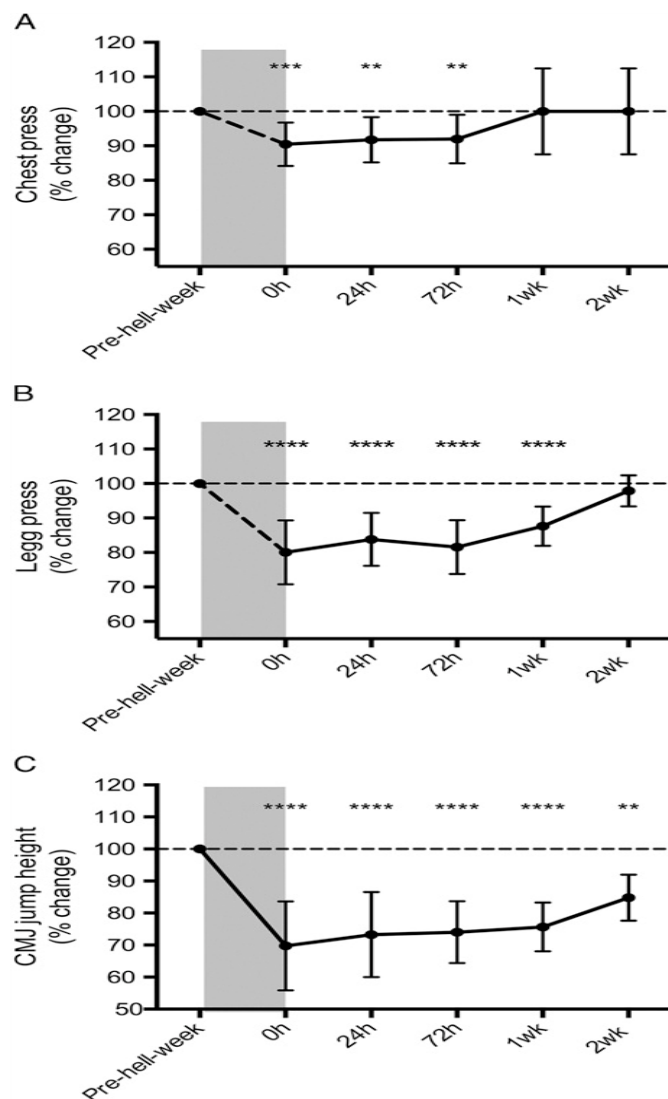
3.5 Muskelfunksjon

Musklene har som nevnt i hovedoppgave å skape bevegelse for kroppen. På hvilken måte og i hvilken grad dette gjøres påvirkes av type belastning. I denne oppgaven er det relevant å se på to måter kroppen bruker muskelkraft. Først og fremst, isometrisk bruk av musklene handler om å fjerne bevegelse, for å så spenne muskelen mot fast motstand. Isometriske muskelarbeid er statisk. Dette kan gjøres ved å dytte på et objekt som er for tungt til at det vil flytte på seg slik at man kun spenner muskulaturen (Mæhlum, 2020). Det motsatte vil være isotonisk, altså dynamisk bruk av musklene. Da er det bevegelse i muskulaturen (Sand, 2014). Eksempel på dette kan være vektløfting hvor man flytter på en vekt, samtidig som muskelen strekker seg ut og sammen.

En måte å utvikle muskelkraft innenfor isotonisk bruk av musklene på er plyometriske øvelser. Plyometriske øvelser er for alle praktiske formål spenstøvelser. Da jobber musklene som en strikk ved at det skjer en forlenging av musklene og deretter en rask konsentriske fase, ved at man for eksempel gjennomfører et hopp. Kraften i den konsentriske fasen er enda større ved at musklene er forlenget i forkant av den konsentriske fasen. Musklene aktiveres hurtig og i et kort øyeblikk for å generere muskelkraft (Davies, 2015). I forbindelse med restitusjon av muskelfunksjon er det viktig å skille på bevegelse og ikke bevegelse. Det er blitt målt kort restitusjonstid på muskelstyrke gjennom isometriske øvelser, men samtidig lengre tid med nedsatte målinger på plyometriske øvelser (Hamarsland, 2018). En hovedforskjell mellom disse er at en har lengre tid for å bygge opp stor kraft i isometriske øvelser. I en isotonisk øvelse må bevegelsen skje hurtig og tiden for å generere kraft er mindre.

I Hamarsland sin studie er det store forandringer fra før og etter helvetesuken. Det ble gjennomført tre fysiske tester for å se på muskelfunksjon (Fig. 5). Den første kalles for "Counter movement jump (CMJ)" og innebærer at deltakeren setter seg i 90° for deretter å hoppe så høyt han kan. Hensikten med denne plyometriske øvelsen, som forklart i forrige

avsnitt, er å få testet eksplosiviteten i beina. Test to og tre var statiske målinger av beinpress og benkpress. Apparatet brukt for å gjennomføre testene er et apparat Forsvaret har brukt for å teste folk på disse øvelsene. Det har vært brukt på sesjon for testing inn til verneplikten. Tallene viser at det tar betydelig med tid å restituere muskelkraft, spesielt for beinmuskulaturen. I grafen under kan en se at CMJ fortsatt ikke er restituert etter to uker med en mangel på $-14\% \pm 5\%$ (Hamarsland, 2018). Den plyometriske øvelsen er den som skiller seg signifikant ut fra de andre faktorene ved at den ikke var vist å returnere på noen av testene. Grafen viser at tallene har en prosentvis forbedring mot normale verdier, men det ble ikke gjort en test videre etter 2 uker.



Figur 5: Grafene ovenfor viser utgangspunktet og endringer fra helvetesuken for de fysiske testene. Spesielt CMJ har en lang restitusjonstid (Hamarsland, 2018).

For å bygge videre på disse funnene er det samsvar mellom Hamarsland sine funn og det som står i rapporten om de finske fallskjermjegerne. Som nevnt er det fortsatt

eksplosivitet i beina som tar lengst tid å restituere, og ikke styrken. Det er i likhet med faktor 2 også observert størst endring etter feltuken. Målingen viser at maksimal styrke ikke påvirkes i like stor grad som maksimal kraft. Det er eksplosiviteten som påvirkes mest (Vaara, 2015). Dette kan en enkelt måle gjennom plyometriske øvelser. Avslutningsvis, i motsetning til Vaara og Hamarsland, kommenterer ikke FFI rapporten muskelfunksjon i etterkant av stridskurset. Det er derfor utelatt noen kommentarer knyttet til denne rapporten i teoriavsnittet.

4 Drøfting

4.1 Restitusjon

Et spørsmål som dukker opp i drøftingen av disse resultatene er først og fremst hvordan en kan påvirke restitusjonstiden ytterligere. I forlengelsen av dette er det naturlig å spørre om statistikken fra de tre primærkildene er retningsgivende for realistisk restitusjonstid. Et svar på dette kan være å benytte seg av kunnskapen som finnes om metoder for restitusjon. Tidligere i oppgaven ble det brukt to begreper; passiv og aktiv restitusjon. Det er ikke tvil om at innenfor passiv restitusjon er det viktig å få nok hvile. En kan også benytte seg av aktive hjelpemidler som badstue, massasje og lignende. Søvn etter en mestringsøvelse bør helst ligge på omkring 8-10 timer. Realistisk sett er det ikke enkelt å få til dette hver eneste dag i en aktiv hverdag. Ansatte i Forsvaret har ofte tettepakkeprogrammer og det er ikke uvanlig at man må gi opp søvn på ett tidspunkt under utdanning. Det er derfor heller viktig å vurdere om en skal legge om utdanningen for å legge til rette for mer søvn slik at man fortere kommer tilbake til normal form. Til forskjell fra mange andre tiltak er søvn et enkelt tiltak å benytte seg av. Det er i praksis billig å iverksette, slik at det er et godt tiltak for å effektivisere restitusjon. Institusjoner som Norges Idrettsforbund ser ut til å være enig i at 8-10 timer er det en trenger for å kunne få optimalisert restitusjonen, dog er dette noe individuelt (Tangen, 2017). Badstue krever i større grad at man har tilgang på hjelpemiddelet, men det er ikke uvanlig å finne i norske militærleirer. Derfor kan en anta at det er realistisk å bruke for en militær avdeling, men det er vanskelig å si noe om hvilken effekt det vil ha på å korte ned restitusjonstiden. Massasje er et annet hjelpemiddel som er enkelt å benytte seg av. I militæret operer man som regel i makkerpar. Her kan en benytte makkerparet for å massere hverandre. I tillegg til de passive tiltakene er de aktive enda

viktigere for å redusere restitusjonstid. En rolig løpetur eller en svømmetur vil være bedre for kroppen enn kun å slappe av. Det kan argumenteres for at en har fått så store belastninger at det er smertefullt å gjennomføre noen former for aktivitet, men likevel kan man alltid gjøre aktiviteten enklere. Aktiv restitusjon er bevist å være mer effektivt enn kun passivt, slik at utdanningsplanlegger bør utnytte dette for å få soldatene sine tilbake til normalen forttere. Ernæring er også en viktig faktor knyttet til restitusjonstid. En studie nevnt tidligere viste tydelig at det viktigste for kroppen er å dekke sitt kaloribehov gjennom makronæringsstoffer. Likevel viser det seg å være fordelaktig å også dekke opp mikronæringsstoffene for en bedre effekt. Kroppen er avhengig av mer enn bare karbohydrater, fett og protein for å optimalisere restitusjon, selv om dette er det viktigste for å starte prosessen. Derfor må en tilrettelegge for et variert kosthold i restitusjonsperioden for å få dekket kroppens mange behov. Dette innebærer naturligvis å sette av nok tid til at soldatene får spist, som vil ha en konsekvens på effekten kostholdet har. Å drive aktiviteter med lav intensitet er bra for restitusjon, men dersom ernæringen er dårlig vil det føre til lengre restitusjonstid. Et fokus på aktive restitusjonstiltak og ernæring vil senke restitusjonstiden betydelig, selv om det ikke er mulig å sette et konkret tall på det med den statistikken denne oppgaven benytter. Prioritet for en utdanningsplanlegger er uansett å bevisstgjøre seg det at kvaliteten på utdanningen vil i stor grad være påvirket i perioden etter en mestringsøvelse. For å kunne gi god utdanning med høy kvalitet så trenger en ikke nødvendigvis senke totalbelastningen, men fordele de tyngre øvelsene med påfølgende rolige perioder i etterkant. Et eksempel på dette kan være å ikke plassere en lengre feltøvelse rett før en uke med høy belastning, for eksempel en uke med stridsteknikk. Det vil gi dårlig kvalitet på stridsteknikken og en får dårlig utdanning. I forlengelsen av dette, så kan man fortsatt gjennomføre begge aktivitetene så lenge det er planlagt nok restitusjonstid.

4.1.1 Delkonklusjon

Restitusjon i militære avdelinger er først og fremst et ansvar hos den enkelte person. Samtidig er det svært relevant for utdanningsplanlegger å tilrettelegge for å korte ned restitusjonstid ved hjelp av aktive tiltak. Det er ikke enkelt å sette tall på hvor mye restitusjonstiden reduseres ved aktive tiltak, men likevel er det gjort studier som indikerer at det har en raskere effekt enn kun å restituere passivt. Restitusjon bør derfor undersøkes videre i etterkant av tunge militære øvelser, for å se på effekten av aktiv og passiv

restitusjon. Det er ikke solide nok tall å vise til når det gjelder aktiv restitusjons påvirkning på restitusjonstiden etter en lengre mestringsøvelse som stridskurs eller MJK-opptaket. Konklusjonen blir at det med høy sannsynlighet vil hjelpe, men i hvilken grad kan en ikke fastsette uten videre forskning. På den andre siden kan det være at undersøksgruppene fra studiene brukte en del verktøy for restitusjon selv om det ikke er nevnt i rapporten. Videre er det også relevant å vurdere om deltakerne på de ulike øvelsene er i forskjellig fysisk form. En person i bedre fysisk form vil som et resultat av dette restituere fortere, noe som kan ha innvirkning på restitusjonstiden. Tallene viser at stridskurset er det som tar lengst tid å restituere fra, men om dette kan påvirkes ved bedre restitusjonstiltak blir noe en må se videre på. Det vil ikke være hensiktsmessig eller mulig å gi nøyaktige tall. Konklusjonen blir at disse tiltakene kan betydelig senke restitusjonstid, men individuelle faktorer, mangel på data og kompleksitet gjør at det vil kreve videre forskning for å gi et bedre svar. For utdanningsplanlegger er det derfor viktig å fordele totalbelastningen. Hvis det tar 3 uker å restituere seg etter en tyngre øvelse, så kan det eksempelvis være bedre med en mindre belastende del i etterkant av den tyngre øvelsen. Dette senker ikke totalbelastningen, men vil gi overskudd og bedre kvalitet på utdanningen.

4.2 Hormonelle forandringer

I denne oppgaven er hormonelle forandringer definert som de svingningene i hormonbalansene målt i etterkant av mestringsøvelser. Spesifikke hormoner er målt for å kunne se på trender ved balansen til hormonene. Oppgaven vil derfor drøfte funnene fra de tre studiene og se på tiden det tok for de ulike hormonene å vende tilbake til normale verdier. Hormonene som omtales vil kun være de hormonene presentert i teoridelen av oppgaven.

4.2.1 Kortisol

Et fellestrekk i de tre studiene er at det er bevist økning av hormonet kortisol under øvelsene. Som nevnt i teorikapittelet mister kortisolet sin naturlige døgnrytme under stridskurset, og har generelt en mye høyere konsentrasjon (Opstad, 1987). Denne høye konsentrasjonen er også bevist i Hamarslands studie. I kontrast med stridskurset og MJK-opptaket hadde ikke kortisol en like stor økning etter feltøvelsen til de finske fallskjermjegeraspirantene. Bakgrunnen for dette er antageligvis at belastningen på generell basis har vært mindre når det kommer til fysisk aktivitet, kaloriinntak og søvn.

Dersom økningen av hormonet kortisol er en direkte konsekvens av lite søvn, slik Teien konkluderer med, kan det tyde på at feltøvelsen til de finske aspirantene ikke var like mye preget av forstyrrelse i døgnrytme og andre stressfaktorer, som stridskurs og MJK-opptaket. Fra studie til Vaara er det uke 11 som skiller seg spesielt ut med tanke på kortisolnivået. Verdien i denne uken viser $537,6 \text{ nmol/L} \pm 141,5 \text{ nmol/L}$, som er 9,5% høyere enn uken etter feltøvelsen. Det er ingen informasjon i studie som tyder på at uke 10 eller 11 har vært mestringsøvelser. Men det kan være flere forklaringer på hvorfor kortisolnivået har steget til $537,6 \text{ nmol/L}$ i uke 11. Først og fremst er det rimelig å anta at det er mye stress i forbindelse med avslutningen på en 11-ukers periode for de finske fallskjermjegeraspirantene. Avsluttende tester og frykt for å ikke bestå kurset kan forklare det høye kortisolnivået. Dette er vanskelig å gjøre vurderinger på fordi en ikke kan skille på utløsende og medvirkende årsaker. Men det er verdt å merke seg at feltøvelsen så en langt mindre økning av kortisol enn hva som ble vist i uke 11.

4.2.2 Aldosteron og prolaktin

Aldosteron viser seg også å ha en økning under stridskurset (P. K. Opstad, 1985). FFI-rapporten er den eneste av de tre primærkildene som viser til gjennomført statistikk på aldosteron. Men til tross for at Hamarsland sin studie ikke tok for seg et dypdykk på dette hormonet, viser han til at aldosteron øker under fysisk aktivitet i militær sammenheng (Gomez-Merino, 2003). Aldosteron ble ikke nevnt i siste studien, men det er rimelig å anta at det har skjedd en økning under feltøvelsen til de finske fallskjermjegeraspirantene. Teien skriver i sin rapport at det skjer en merkbar endring i prolaktin etter stridskurset. Som nevnt presenteres det ikke talldata på prolaktin, men på grunn av tidligere forskning er det naturlig at det er redusert under alle tre øvelsene på grunn av den høye fysiske belastningen.

4.2.3 Testosteron

Teien skriver i rapporten at det er en betydelig endring i testosteron etter stridskurs. Testosteronet er målt at faller med omtrent 90% (Teien, 2013). Bakgrunnen for dette begrunnes ved den høye fysiske belastningen under stridskurset. Det poengteres at det er lite sannsynlig at det er lavt kaloriinntak som gir størst forandring, ettersom de samme resultatene ble funnet ved kadetter som hadde et større kaloriinntak. Likevel er det rimelig å anta at det er en totalbelastning ved lite søvn, mat og stor aktivitet som hemmer

produksjon av testosteron. En annen faktor som taler for dette, er testosteronmålingene under marinejegeropptaket. Hamarsland målte omtrent 70% tap av testosteron etter gjennomført øvelse. I kontrast med det Teien skriver i sin rapport antar Hamarsland at den negative energibalansen, altså forbruket av kalorier opp imot kaloriinntaket, har mest å si for endringene. “However, as suggested by Friedl and colleagues, the reductions in testosterone (total and free), T3, IGF-1 and IGFBP3 are probably caused primarily by the negative energy balance” (Hamarsland, 2018). Studiene har kommet frem til lignende resultater, men det er uenighet i hva som forårsaker endringen i hormonbalansen. Teien tar utgangspunkt i en måling hvor kadettene fikk mer mat, men uten endring. På den andre siden tar Hamarsland utgangspunkt i en annen studie gjort under lignende forhold, der forklaringen er negativ energibalanse. Funnet som Teien beskriver er derfor antageligvis en bedre indikator for å vurdere hvilke faktorer som påvirker hormonene i størst mulig grad. Fysisk aktivitet kan derfor antas å bety mer for fallet i testosteron enn kaloriinntaket (Teien, 2013). Likevel er det en negativ energibalanse i alle studiene, slik at det er rimelig å si at det har en påvirkning, men antageligvis er det ikke den primære årsaken for lavt testosteronnivå. Opstad kommenterer også at denne endringen i testosteron var til stede selv ved høy kalorigdiett, og konkluderer derfor med at årsaken til den store reduksjonen i testosteron var fysisk aktivitet. I Hamarslands studie viser han til at nivået lå stabilt over 10 nmol/l før helvetesuken startet. Ut ifra målingenes tidspunkter ser man en relativt hyppig økning opp mot 72H. Deretter viser grafen at verdiene er tilbake til normalen etter en uke. Testosteron tar sannsynligvis ikke en hel uke å restituere, men fordi testen ikke ble gjennomført tidligere enn etter en uke, er det vanskelig å bevise dette. Både fritt testosteron og globulin følger den samme økningen som testosteron. Tallene indikerer at det også kan ha vært restituert tidligere, men etter 1 uke er det tilbake til normale verdier.

Videre i rapporten til Teien beskriver hun de fysiologiske endringene ved den hormonelle ubalansen som vises allerede etter 2 dager på stridskurset. Det var mulig å observere på skjeggveksten, samt andre bivirkninger; mangel på initiativ, defensiv atferd og mindre aggressivitet. Bakgrunnen for dette er som beskrevet i teoridelen, den synkende utskillelsen av androgene hormoner i kroppen, for eksempel testosteron. Studien om de finske fallskjermjegerne har lignende funn hvor en ser en betydelig nedgang av testosteron etter feltuken. Vaara begrunner dette med en tidligere studie som fant at testosteronnivået har en korrelasjon med høy fysisk aktivitet, lite søvn og lavt kaloriinntak (Vaara, 2015).

Målingene til Vaara viser ikke en tilsvarende endring som stridskurset viser, men det understøtter likevel at fysisk aktivitet vil påføre endringer i testosteronnivået.

4.2.4 Kreatinkinase

Kreatinkinase ble også undersøkt i studien til Hamarsland. Det var en 700% økning av kreatinkinase ved første test etter helvetesuken (Hamarsland, 2018). I rapporten til Teien var det ikke beskrevet noen funn om kreatinkinase. Dette gjelder også den siste studien om de finske fallskjermjegerne, der det ikke var tatt med i undersøkelsen. Kreatinkinase er altså ikke undersøkt godt nok, men på bakgrunn av Hamarslands funn er det rimelig å anta at det er en betydelig økning under svært tunge militære øvelser.

4.2.5 C-reaktivt protein

I studiene blir det også vist til betydelige endringer i CRP. Slik nevnt tidligere er dette en måte å måle betennelse i kroppen. Et funn i rapporten til Teien viste en 10-ganger-økning av CRP nivået hos kadetter i løpet av stridskurs (Teien, 2013). Hamarsland gjorde et lignende funn der CRP resultatene var høye, særlig hos 4 aspiranter. Tallene viser mer enn ti ganger økning fra referansemålingene (Hamarsland, 2018). Under en tung militær øvelse er det naturlig at man kan bli utsatt for små uhell og skader. Resultatene kan derfor begrunnes ved at deltakerne pådratt seg småskader og/eller kutt som er med på å øke CRP nivået i kroppen. Samtidig nevner studien til Hamarsland at lignende funn er gjort hos maratonløpere som ikke har hatt noen ytre skader (Hamarsland, 2018). Derfor kan en også anta at det er et resultat av en høy totalbelastning over lengre tid som gir denne kraftige økningen i CRP.

4.2.6 Restitusjonstid

I dette avsnittet skal oppgaven oppsummere de ulike restitusjonstidene pirmærkildene nevner for de hormonelle forandringene. Først og fremst tar Teien opp i sin rapport at alle hormonelle endringer var tilbake til normale verdier etter 23 dager (Teien, 2013). Rapporten tar ikke for seg noen grundig gjennomgang av hvilke hormoner som kommer tilbake raskest, men det gjør i større grad studien til Hamarsland. Det meste av de hormonelle forandringene etter marinejegeropptaket var tilbake til normalverdier etter 1 uke med restitusjon. Unntaket var kortisol som fortsatt hadde for høye verdier etter 1 uke. Likevel er hormonbalansen i stor grad tilbake etter 1 uke og det er rimelig å anta at det ikke

er snakk om mer enn noen få dager før kortisolet også hadde vært tilbake til normalen (Hamarsland, 2018). Dette er på bakgrunn av at tallverdiene var i ferd med å nå normalverdiene på dette tidspunktet. I den siste studien av Vaara var hormonbalansen tilbake til normale verdier etter 2 uker. Likevel er det rett å nevne at det ikke ble gjort noen tester før 2 uker senere. Slik at hormonnivåene kan ha vært tilbake tidligere (Vaara, 2015).

4.2.7 Delkonklusjon

For å konkludere de hormonelle forandringene er det tydelig at graden av fysisk belastning, søvn og kaloriinntaket til deltakerne påvirker restitusjonstiden. Likevel viser det seg at kaloriinntaket har en mindre betydning enn fysisk belastning og søvnmangel. Til slutt, tallene studiene kommer frem til har en viss divergens. Først, Teien fant ut at alle hormonelle forandringer var tilbake etter 23 dager. Hamarsland derimot viste at, utover kortisolet, så er den hormonelle balansen tilbake etter 1 uke. Vaara hadde alle tallene tilbake til normalen etter 2 uker. Det er derfor rimelig å konkludere at den hormonelle balansen vil være tilbake et sted mellom 2-3 uker etter en svært tung militær øvelse.

4.3 Kroppssammensetning

Kroppssammensetning har i denne oppgaven blitt definert som målingene av den totale muskel- og fettmassen i kroppen. For å drøfte denne faktoren opp imot problemstillingen er det tatt utgangspunkt i hva de tre studienes målinger av kroppssammensetning viser før og etter øvelsene. Alle studiene viser en nedgang i både muskel- og fettmasse, men det er variasjon i hvor stor denne reduksjonen er. I korte trekk skyldes dette store tapet av muskel- og fettmasse et konsekvent høyt energiforbruk over tid, som ikke blir kompensert med tilstrekkelig inntak av næringsstoffer og tid til hvile. For aspirantene hos MJK viste målingene 1,9 kg tap av muskelmasse og 2,1 kg i fettmasse etter øvelsen. Hamarsland rapporterer at det tok en ukes tid med restitusjon før aspirantenes totale muskelmasse var tilbake til normale verdier. Fettmassen på den andre siden var fortsatt 16% lavere enn utgangspunktet. Det denne statistikken forteller er at man trenger om lag en uke restitusjon etter øvelsen før muskelmassen er tilbake, men at det tar lengre tid før fettmassen er normal igjen. Tapet av muskelmasse hos kadettene etter stridskurset fra FFI-rapporten blir presentert i form av prosentvis nedgang (6%) og ikke i vekt. For å kunne sammenligne disse to endringene kan man se på den gjennomsnittlige vekten til en aspirant hos MJK, som er 78,6 kg, og trekke fra 6%. Det tilsvarer en nedgang på rundt 4,7 kg, altså en

differanse på 2,8 kg fra kadettene målinger og aspirantene målinger. Fra rapporten til Vaara viste ikke målingene av de finske aspirantene en spesifikk nedgang i verken muskel eller fettmasse, men en total nedgang i kroppsvekt. De mest relevante målingene for drøftingen er fra uke 7 og uke 9, før og etter feltuken. Den gjennomsnittlige vekten hos aspirantene i uke 7 var 74,9 kg og 73,3 i uke 9, ergo tapte aspirantene kun 1,6 kg totalt av både fett og muskelmasse. En 6% nedgang av 74,9 kg ville vært ca 4,5 kg, altså en differanse på 2,9 kg. Disse tallene viser at det er store forskjeller på målingene fra de tre øvelsene. Det kan være flere grunner til at denne målingen divergerer så mye som den gjør. Først og fremst er det rimelig å anta at intensiteten er noe lavere på feltøvelsen til de finske aspirantene, kontra kadettene og de norske aspirantene. Det er sannsynligvis en konsekvens av at utdanningsperioden strekker seg over 11 uker, og at risikoen for skader og et stort restitusjonsbehov for aspirantene etter uke 8 er større. En annen faktor som kan ha hatt en innvirkning på forskjellene er næringen som har blitt tilført på de ulike øvelsene. Det kan enten tyde på at maten som ble utdelt på for eksempel stridskurset inneholdt mindre karbohydrater, fett og proteiner enn den maten som ble utdelt til de finske og norske aspirantene. En annen mulig forklaring er også at den totale mengden mat fordelt utover perioden var mindre. Av mange årsaker får ikke oppgaven kommentert eller sammenlignet de spesifikke fysiske aktivitetene som alle de tre ulike personellgruppene har gjennomført på sine øvelser. Før disse øvelsene har det sannsynligvis blitt gjort mye forberedelser i fysisk trening. Men til tross for at hver enkelt deltaker, i lys av sin profesjon, skal være i god fysisk form, har alle hatt forskjellige utgangspunkt før disse øvelsene har startet. Uten å gjøre en nøyaktig sammenligning av den fysiske formen mellom de tre gruppene, er det ingen tvil om at det er store forskjeller på kroppssammensetning, styrke og utholdenhet. Det har noe å si for hvilke utslag målingene viser etter slike øvelser. Søkerne til MJK skal allerede før denne delen av opptaket ha bestått en rekke fysiske krav, som blant annet Krigsskolen ikke har. Det er derfor rimelig å anta at den generelle fysiske formen på aspirantene hos MJK er bedre enn kadettene. Det er vanskelig å si noe om de finske aspirantene, men i likhet med norske spesialstyrker stilles det sannsynligvis høyere krav til fysisk form enn på Krigsskolen. Kroppssammensetningen har en konsekvens for hvilke endringer som skjer med kroppen. Det viste Hamarsland i sin studie ved å dele aspirantene fra MJK inn i to grupper før øvelsen. Den ene gruppe hadde lav fettmasse og den andre hadde høy fett masse. Gruppen med lavest fettmasse hadde større muskeltap, mens gruppen med høy fettmasse hadde større tap av fettmasse. Teien

viser til lignende funn, og legger frem i sin rapport at de mest utsatte kadettene i forbindelse med tap av muskelmasse, er de med lite underhudsfett før stridskurset.

Hamarsland nevner at tapet av muskelmasse på 1,9 kg etter øvelsen kan være en overvurdering på grunn av dehydrering, altså lavt vannivå. Dette kan også være med på å forklare hvorfor aspirantene var tilbake på normalverdier så fort, fordi det tar kort tid å få tilbake normalt vannivå ved dehydrering. Den totale mengden vann i kroppen ble målt før og etter øvelsen, og tallene viser en nedgang på 1,8 kg. Denne verdien var tilbake til normalen igjen etter ett døgn. Kroppen består av ca 60% vann, og mye av vannvekten en har til vanlig, går ned ved dehydrering. I militære avdelinger er det, av erfaring, ofte et stort fokus på at man skal drikke nok vann under øvelser for å forhindre dehydrering. I tilfeller der kroppen ikke får tilført nok salt vil ikke vannet man drikker binde seg i kroppen. I teorien vil du derfor uansett tape vannvekt uavhengig av hvor mye vann du drikker. Vann er noe man får tilgang til i rikelige mengder på tunge militære øvelser, men vannivået i kroppen vil synke på grunn av det saltfattige kostholdet. Det er derfor sannsynlig at Hamarslands hypotese stemmer, og at den er gjeldende for målingene til kadettene og de finske aspirantene.

4.3.1 Delkonklusjon muskelmasse

Tap av muskelmasse lar seg påvirke av flere faktorer under en svært tung militær øvelse. I alle tre studiene vises det til et tap i både muskel- og fettmasse. Et fellestrekk mellom Hamarslands funn og FFI-rapportens funn er sammenhengen mellom lav fettmasse og større tap av muskelmasse. Til tross for at dette ikke nevnes av Vaara, er det høyst sannsynlig at funnet er gjeldende for de finske aspirantene. Den nevnte differansen på 2,8 kg mellom MJK aspirantene og kadettene kan skyldes den sannsynlige forskjellen på fysisk form mellom personellgruppene før øvelsene. Hamarsland rapporterte at det tok 1 uke for MJK aspirantene å komme tilbake til normal vekt i total muskelmasse. Fordi det ikke presenteres et tidsestimat på dette området i FFI-rapporten, er det vanskelig å sammenligne restitusjonstid. Men på grunn av at det totale vektmessige tapet av muskelmasse var større hos kadettene, er det rimelig å anta at det tok lengre tid for kadettene enn aspirantene fra MJK. På grunn av den lave differansen hos de finske aspirantene er ikke tallene like relevante for sammenligningen av restitusjonstid. Dette er fordi funnet Vaara presenterer er et totalt tap av 1,6 kg i både muskel- og fettmasse. På bakgrunn av Hamarslands funn fra MJK aspirantene er det sannsynlig at kadettenes totale

muskelmasse var tilbake etter nærmere 2 uker. Denne konklusjonen baserer seg også på Hamarslands nevnte hypotese om relativt rask restitusjon av vannvekt. For å oppsummere kan en derfor regne med å ha kommet tilbake til normal muskelmasse etter 1 til 2 uker etter en slik øvelse.

4.3.2 Delkonklusjon fettmasse

På den andre siden, var ikke fettmasse tilbake til normalnivå etter 1 uke og tok noe lengre tid å restituere. Total fettmasse må sees i sammenheng med formålet restitusjonen har. Hvis man kun ser på tallet fra baderomsvekten sin og differansen i total kroppsvekt, er det vanskelig å vite om det er størst tap av muskel- eller fettmasse. En forhastet konklusjon kan ha negativ effekt på valg av kosthold. Uten å ha en forståelse for hva som har skjedd med kroppssammensetningen, kan en tenke at man bør spise masse for å hurtig gå opp til normalvekten. Å komme tilbake til normal fettmasse kan være relativt enkelt, ved å spise mye fetende mat. Dette er ikke hensiktsmessig fordi en risikerer å få en skjevfordeling i muskel- og fettmasse ulik den en hadde før øvelsen. Tallene fra primærlitteraturen indikerer at det tar lengre tid å få tilbake normal fettmasse enn muskelmasse, og det er derfor noe man bør være tålmodig med å restituere. Til tross for dette presenterer ikke primærlitteraturen en gitt restitusjonstid for når fettmassen var tilbake til normalen. Dette skyldes sannsynligvis individuelle forskjeller, både i kroppssammensetning og i kosthold. Mengden mat en spiser under restitusjonstiden må tilpasses den enkelte, og hver enkelt tar egne beslutninger på hva en selv ønsker å spise. Det er derfor vanskelig å gi et konkret tall på når majoriteten har kommet tilbake til normalt fettnivå. Dog er det bevist at restitusjonstiden for muskel- og fettmasse ikke er lik. Konklusjonen er derfor at det vil ta lengre tid å komme tilbake til normal fettmasse enn muskelmasse, det vil si minimum 2 uker.

4.4 Muskelfunksjon

Muskelkraft og muskelstyrke faller inn under muskelfunksjon. Dette er kroppens evne til å generere kraft ved hjelp av musklene. Muskelens funksjon er betydelig nedsatt etter mestringsøvelser. Det er en divergens fra øvelse til øvelse, basert på hvilke påkjenninger kroppen blir utsatt for. Likevel viser rapporten til Hamarsland at en fellesnevner er at det isotoniske muskelarbeidet (med bevegelse) tar lengre tid å restituere enn det isometriske (uten bevegelse) (Hamarsland, 2018). Teien tar ikke for seg dette funnet i rapporten om

stridskurset, men Hamarsland og Vaara viser til lignende beskrivelse av muskelfunksjon i deres rapporter. Først, Hamarsland skriver i sin studie at muskelstyrken i både nedre og øvre del av kroppen var tilbake innen 2 uker. Begge testene ble gjennomført der muskelen arbeidet isometrisk ved hjelp av et apparat som hindret bevegelse. Under den samme målingen ble det likevel målt en reduksjon på $14\pm 5\%$ på CMJ, som er en plyometrisk øvelse, etter 2 uker. Begrunnelsen for dette funnet mener Hamarsland er den høye belastningen ved å bære tungt og gå mye, som er vanlig på svært tunge militære øvelser. Han sammenlignet det med en annen studie hvor det var gått en skimarsj. Tallene var ikke like betydelige fra skimarsjen, slik at en kan anta at det er den økende belastningen på beina som har gjort at restitusjonen også ble betydelig lengre (Hamarsland, 2018). I studien til Vaara var det ikke gjort like mange målinger etter feltuken. Likevel var et av funnene at muskelstyrken ikke gikk ned i noe betydelig grad, men at muskelkraften hadde sunket i løpet av feltuken. Igjen var det de isometriske øvelsene som hadde minst forandring, og de plyometriske som viste størst nedgang. Resultatet til Vaara var likevel at alt var tilbake til normalen etter 2 uker (Vaara, 2015). Oppsummert kan en si at muskelfunksjonen har en større nedgang når det kommer til eksplosive bevegelser enn statiske. Funnene fra studiene er ikke overraskende, ettersom de peker på lengre restitusjon ved en større andel med marsj og bæring av sekk. Restitusjonstiden for muskelfunksjon blir derfor sterkt påvirket av hvor mye påkjenning nedre del av kroppen har fått. En kan konkludere med at det sannsynligvis vil ta mer enn 2 uker og i noen tilfeller lengre enn 3 uker, for å komme tilbake til et normalt nivå av muskelfunksjon.

5 Konklusjon

Forsvaret som organisasjon jobber mot å alltid være klare for å løse oppdrag på best mulig måte. Dette har en konsekvens for behandling av materiell, og enda viktigere, personell. For å kunne oppnå best mulig utdanning av soldatene må utdanning og øvelser planlegges hensiktsmessig. Det er nødvendig å legge opp utdanningsløpet på en måte slik at soldatene får tilstrekkelig med restitusjon. Derfor er det spesielt interessant å se på tiden det tar før en kan prestere som normalt igjen etter en svært tung militær øvelse. Tidligere i oppgaven ble de individuelle faktorene, hormonelle forhold, kroppssammensetninga og muskelfunksjon drøftet. For å kort oppsummere funnene de ulike delkonklusjonene kom frem til så er hormonelle forandringer tilbake til normalt nivå etter 23 dager, muskelmasse etter 1-2 uker, fettmasse etter 2-3 uker og muskelfunksjon etter omtrent 3 uker. Disse funnene indikerer at de fysiologiske endringene er helt tilbake etter omtrent 3 uker. Det som er

interessant å vurdere i denne sammenhengen er hvorvidt man har behov for den tredje uken med restitusjon for å være på et nivå hvor en kan bli utsatt for tilsvarende belastning på ny. Når det gjelder muskelfunksjon kan en argumentere for at mangelen på eksplosivitet ikke hemmer soldatens evne til å løse sine vanligste opp, eksempelvis å gå langt med sekk og å bære tungt. Under en tung mestringsøvelse blir kroppen tilpasset denne type belastning. De nevnte eksemplene er aktiviteter som ikke stiller krav til eksplosiv muskelstyrke, men snarere utholdenhet i muskulaturen. På den andre siden kan en også argumentere for at denne eksplosiviteten må restitueres for å kunne gjennomføre alle former for militære aktiviteter. Musklenes evne til å utvikle eksplosiv kraft er kritisk i gjennomføring av for eksempel stridsteknikk. Under utførelse av denne aktiviteten stilles det krav til at man kan forflytte seg hurtig på korte avstander, med små pauser mellom hvert flytt. Men til tross for at man på et punkt under restitusjonstiden vil få tilbake den samme eksplosiviteten, er det sikkert at den også vil påvirkes neste gang man utsettes for lignende øvelser eller oppdrag. Det må derfor vurderes om det er verdt å vente på at man skal ha restituert fullt ut, hvis man uansett vil miste denne eksplosiviteten etter kort tid. En må derfor ha et bevisst forhold til at ferdigheter som stridsteknikk vil påvirkes betydelig, uten at man kan forhindre det. Alle oppdrag er dynamiske, og det er i de fleste tilfeller umulig å forutse hva man vil bli utsatt for. Avslutningsvis, oppdragets natur har mye å si for hva det betyr å være restituert og klar for å løse nye oppdrag. Samtidig skal man som soldat helst være forberedt på å løse alle typer oppdrag. Det er derfor et spørsmål om hvorvidt kroppen har kommet tilbake til en tilfredsstillende tilstand for å delta på en ny øvelse eller videre utdanning. Studiene viser at omkring 3 uker vil være tilfredsstillende, slik at svaret kan være å legge opp utdanningen slik at man gjennomfører lettere belastning i de 3 første ukene, deretter kan man igjen fortsette med høyere intensitet. Likevel er det ikke gjennomført nok studier som ser på langtidseffektene ved svært tunge militære øvelser. Det er derfor relevant å fortsette å se på avdelinger som over lengre tid har vært utsatt for høy belastning for å se om det i det hele tatt er trygt å gjennomføre slike øvelser gjentatte ganger. Selv om statistikken viser at kroppen er tilbake til normalen etter omtrent 3 uker, er det interessant å se om dette stemmer på andre områder enn kun de utvalgte fysiologiske faktorene denne oppgaven har tatt for seg.

Litteraturliste

- Krigsskolen. (2016). *Studiehåndbok Bachelor i militære studier - ledelse og landmakt*. Oslo: Krigsskolen.
- Forsvaret. (2021). *Utdanning ved forsvarets høyskole*. Retrieved from Forsvaret.no: <https://utdanning.forsvaret.no/nb/emne/LED2201/439>
- Forsvaret. (2022). *Marinejegerkommandoen*. Retrieved from Forsvaret.no: <https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/organisasjon/forsvarets-spesialstyrker/marinejegerkommandoen-mjk>
- InBody. (2022). *What is InBodyScan?* Retrieved from InBodyUSA.com: https://inbodyusa.com/general/technology/?utm_source=web&utm_medium=homepage&utm_campaign=tech
- Ling, C. H. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition*, 610-615.
- Johannessen, A. (2016). Hverdagskunnskap og forskning. In A. T. Johannessen, *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig metode* (pp. 27-29, 105). Oslo: Abstrakt forlag.
- Dalland, O. (2017). *Metode og Oppgaveskriving*. Oslo: Gyldendal.
- Larsen, M. N. (2021). Accuracy and reliability of the InBody 270 multi-frequency body composition analyser in 10-12-year-old children. *PloS one*.
- Teien, H. (2013). *Historisk gjennomgang av studier utført av FFI på Krigsskolens stridskurs*. FFI.
- Hamarsland, H. G. (2018). Depressed Physical Performance Outlasts Hormonal Disturbances after Military Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2076-2084.
- Vaara, J. P. (2015). Physical Fitness and Hormonal Profile During an 11-Week Paratroop Training Period. *Journal of strength and conditioning research*, 163–167.
- Viru, A. (1996). Postexercise recovery period: carbohydrate and protein metabolism. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2-14.
- Garthe, I. (2022). *Olympiatoppens faktaark om mat og drikke etter trening*. Retrieved from Olympiatoppen: <https://olympiatoppen.no/fagomrader/idrettspsernaering/faktaark/fakta-om-mat-og-drikke-etter-trening/>
- Tangen, J. M. (2017, Mars 21). *Idrett, kosthold og søvn*. Retrieved from Idrettsforbundet.no: <https://www.idrettsforbundet.no/idrettskrets/moreogromsdal/nyhet/arkiv/idrett-kosthold-og-sovn/>

-
- PhysioCentral. (2022). *Active vs passive Recovery*. Retrieved from PhysioCentral: <https://physio-central.com/blog/active-vs-passive-recovery-which-should-you-use/>
- Wilkins, R. (2010, Oktober 1). *Why sleep and recovery is important*. Retrieved from NFPT: <https://www.nfpt.com/blog/why-sleep-and-recovery-is-important>
- Felson, S. (2020). *What are REM and Non-Rem sleep*. Retrieved from WebMD: <https://www.webmd.com/sleep-disorders/sleep-101>
- Helsedirektoratet. (2014). *Kosthold, ernæring og fysisk aktivitet - Anbefalinger om kosthold, ernæring og fysisk aktivitet*. Helsedirektoratet.
- Nienow, M. K. (2021). Prioritizing nutrition during recovery from critical illness. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 199-205.
- Beck, K. L. (2015). Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open access journal of sports medicine*, 259-267.
- Judge, L. W.-N. (2021). Hydration to Maximize Performance and Recovery: Knowledge, Attitudes, and Behaviors Among Collegiate Track and Field Throwers. *Journal of human kinetics*, 111-122.
- Hauge, A., & Berg, J. P. (2020). *Hormoner*. Retrieved from Store medisinske leksikon: <https://sml.snl.no/hormoner>
- Gomez-Merino, D. C. (2003). Immune and hormonal changes following intense military training. *Military medicine*, 1034-1038.
- Berg, J. P., & Otterholt, E. (2020). Kortisol. *Store Medisinske Leksikon*.
- Opstad, P. K. (1987). *Åpent -eller stengt?, Biologiske rytmer og arbeidstider*. Universitetsforlaget.
- Halse, J. (2020). *Aldosteron*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon: <https://sml.snl.no/aldosteron>
- Halse, J., & Berg, J. P. (2018). *Prolaktin*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon: <https://sml.snl.no/prolaktin>
- Marinho, D. A. (2016). Use of the Testosterone/Cortisol Ratio Variable in Sports. *Open Sports Sciences Journal*, 104-113.
- Berg, J. P. (2018). *Insulinliknende Vekstfaktorer*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon: https://sml.snl.no/insulinliknende_vekstfaktorer
- Aakvaag, P. K. (1983). The effect of Sleep Deprivation on the Plasma Levels of Hormones During Prolonged Physical Strain and Calorie Deficiency. *Eur J Appl Physiol*, 97-107.
- Halse, J. (2021). *Adrenalin*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon: <https://sml.snl.no/adrenalin>

-
- Kierulf, P. (2021). *Kreatinkinase*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon:
<https://sml.snl.no/kreatinkinase>
- Husøy, A.-M. (2020). *C-Reaktivt Protein*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon:
https://sml.snl.no/CRP_-_C-reaktivt_protein
- MacPherson, R. (2021, Mai 13). *Fat-free Body Mass Benefits*. Retrieved from VeryWellFit:
<https://www.verywellfit.com/fat-free-mass-3496106>
- Woods, M. (2016). Your Body Fat Percentage: What Does It Mean? *Health Library*.
- Smith, E. (2009). *Instruktøren*. Retrieved from Cappelen Damm:
https://www.cappelendamm.no/_instruktoren-elisabeth-smith-9788276347760
- Sand, O. S. (2014). *Menneskets Fysiologi*. Oslo: Gyldendal.
- RM, E. (1995). Mechanisms of muscle fatigue: Central factors and task dependency. *J Electromyogr Kinesiol*, 141-149.
- Malt, U. (2020). *Tretthet*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon: <https://sml.snl.no/tretthet>
- NHI. (2021). *Tretthetsbrudd*. Retrieved from NHI: <https://nhi.no/sykdommer/muskelskjelett/legg-ankel-fot/tretthetsbrudd/>
- Kvam, M. (2019). *Protein*. Retrieved from NHI: <https://nhi.no/kosthold/ernaring/protein/>
- R. Bahr, A. V. (1993). Overtrening blant idrettsutøvere - årsaker, diagnostikk og behandling. *Tidsskrift for Den norske lægeforening*, pp. 719-722.
- Jones, K. B. (2010). *Oksygen - Venn eller Fiende?* Retrieved from Bioingeniøren:
<https://www.bioingenioren.no/fag/fag-oversiktsartikkel/oksygen--venn-eller-fiende/>
- Gunga, H. C. (1996). Erythropoietin in 29 men during and after prolonged physical stress combined with food and fluid deprivation. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 11-16.
- Mæhlum, S. (2020). *Isometrisk Trening*. Retrieved from Store Medisinske Leksikon:
https://sml.snl.no/isometrisk_trening
- Davies, G. R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International journal of sports physical therapy*, 760-786.
- P. K. Opstad, O. Ø. (1985). Plasma renin activity and serum aldosterone during prolonged physical strain. *Eur J Appl Physiol*, pp. 1-6.